

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	Documento F-AC-DBL-007	Código 30-09-2024	Fecha C
	Dependencia DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	Aprobado SUBDIRECTOR ACADEMICO	Pág. 1(114)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	Iván Andrés Chinchilla Rincón		
FACULTAD	Ingenierías		
PLAN DE ESTUDIOS	Ingeniería Mecánica		
DIRECTOR	Dr. Edwin Edgardo Espinel Blanco		
CODIRECTOR (si aplica)	No aplica		
TÍTULO DE LA TESIS	Diseño de un manual instructivo para la gestión y programación del mantenimiento en el software SAP (Systems, Applications and Products in Data Processing) en el área de planeación de la empresa Magnex Group, sede Barrancabermeja		
TITULO EN INGLES	Design of an instruction manual for the management and scheduling of maintenance in SAP (Systems, Applications and Products in Data Processing) software in the planning area of the Magnex Group company, Barrancabermeja headquarters		
RESUMEN (70 palabras)			
Este trabajo desarrolla un manual instructivo para el uso del módulo SAP-PM en Magnex Group, sede Barrancabermeja, orientado a optimizar la gestión y programación del mantenimiento industrial. La investigación, de carácter aplicado y descriptivo-explicativo, documenta procesos, estandariza procedimientos y facilita la capacitación del personal técnico. Su aplicación mejora la eficiencia operativa, la trazabilidad de las órdenes de trabajo y la transferencia de conocimiento en el sector petrolero.			
RESUMEN EN INGLES			
This work develops an instructional manual for the SAP-PM module at Magnex Group, Barrancabermeja branch, aimed at optimizing industrial maintenance management and scheduling. The applied, descriptive-explanatory research documents processes, standardizes procedures, and facilitates technical staff training. Its implementation enhances operational efficiency, improves work order traceability, and strengthens knowledge transfer in the oil sector.			
PALABRAS CLAVES	SAP-PM, Mantenimiento Industrial, Manual Instructivo, Eficiencia Operativa.		
PALABRAS CLAVES EN INGLES	SAP-PM, Industrial Maintenance, Instructional Manual, Operational Efficiency		
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 111	PLANOS:	ILUSTRACIONES: 50	CD-ROM:



SC-CER102673



Vía Acolsure, Sede el Algodonal, Ocaña, Colombia - Código postal: 546552
Línea gratuita nacional: 01 8000 121 022 - PBX: (+57) (7) 569 00 88
atencionalciudadano@ufpso.edu.co - www.ufpso.edu.co

Diseño de un manual instructivo para la gestión y programación del mantenimiento en el software SAP (Systems, Applications and Products in Data Processing) en el área de planeación de la empresa Magnex Group, sede Barrancabermeja

Iván Andrés Chinchilla Rincón

Facultad de Ingenierías, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

Ingeniería Mecánica

Dr. Edwin Edgardo Espinel Blanco

20 de agosto de 2025

Dedicatoria

En primer lugar, dedico este proyecto a Dios por darme la sabiduría y el entendimiento necesario para culminar esta etapa tan importante en mi vida. En segundo a mi madre, Denis Rincón Quintero y a mi padre Iván Chinchilla Sánchez por haberme dado la vida y acompañarme durante este proceso de sacrificio y esfuerzo, donde siempre han estado para apoyarme en este gran camino, y a ellos les debo el poder graduarme de ingeniero mecánico

Agradecimiento

Primeramente, agradecer a mi director el Dr. Edwin Edgardo Espinel Blanco, por su colaboración y acompañamiento durante todo el proceso de elaboración de mi proyecto de grado.

Agradezco a mi novia Valeria Montaña Henao quien ha sido parte muy importante en mi crecimiento personal y me ha dado apoyo constante para culminar mi carrera.

También agradezco a todos mis amigos, en especial a Cristian Fabian Luna Silva, Jorge Quintero Tafur y Pedro Peña Jaramillo, quienes me acompañaron en gran parte de este proceso.

Por último, agradezco a la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña y a todos los docentes que a lo largo de la carrera compartieron su conocimiento y experiencia.

Índice

Capítulo 1. Diseño de un manual instructivo para la gestión y programación del mantenimiento en el software SAP (Systems, Applications and Products in Data Processing) en el área de planeación de la empresa Magnex Group, sede Barrancabermeja	12
1.1. Planteamiento del problema	12
1.2. Formulación del problema	14
1.3. Objetivos	14
1.3.1. Objetivo general	14
1.3.2. Objetivos específicos.....	14
1.4. Justificación.....	15
1.5. Delimitaciones.....	17
1.5.1. Geográfica	17
1.5.2. Temporal.....	18
1.5.3. Conceptual	18
1.5.4. Operativo	19
Capítulo 2. Marco referencial	20
2.1. Marco histórico	20
2.1.1. Antecedentes Internacionales	22
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	23
2.1.3. Antecedentes a nivel Regional	24
2.2. Marco conceptual	25

2.2.1. Gestión de mantenimiento	26
2.2.2. SAP-PM (Plant Maintenance)	27
2.2.3. Indicadores de mantenimiento	28
2.2.4. Unidad de Bombeo Mecánico (UBM).....	29
2.3. Marco teórico	30
2.3.1. Evolución de los Enterprise Resource Planning (ERP).....	30
2.3.2. Ciclo de vida de los ERP	31
2.3.3. Tipos de mantenimiento	32
2.3.3.1. Mantenimiento correctivo.....	32
2.3.3.2. Mantenimiento preventivo.....	33
2.3.3.3. Mantenimiento predictivo.....	33
2.3.4. Mantenimiento en los sistemas ERP	34
2.3.5. Taxonomía de los equipos	35
2.3.6. Disponibilidad	36
2.3.7. Programación de mantenimiento	37
2.3.8. Transacciones SAP	37
2.3.9. Materiales y equipos.....	38
2.3.9. Pedidos de compras SOLPED	39
2.3.10. Orden y mantenimiento	40
2.3.11. Material y Orden de Trabajo.	43

2.4. Marco legal.....	44
2.4.1. Norma ISO 55000.....	45
2.4.2. Norma ISO 14224.....	45
2.4.3. Norma EN 13306.....	46
2.4.4. Ley 1636 de 2013	46
2.4.5. Ley 872 de 2003	47
2.4.6. Ley 1341 de 2009 TIC y transformación digital	47
2.4.7. Ley 1581 de 2012	48
2.4.8. ISO 9001:2015.....	48
Capítulo 3. Diseño metodológico	49
3.1. Tipo de investigación	49
3.2. Población y muestra	50
3.2.1. Población	50
3.2.2. Muestra	51
3.3. Diseño de instrumentación de la información y técnicas de análisis de datos	52
3.4. Análisis de la información.....	53
Capítulo 4. Resultados	54
4.1. Identificar la estructura operativa de la empresa MASA MAGNEX en el mantenimiento industrial de pozos petroleros en Barrancabermeja, Santander, en el software SAP-PM.....	54
4.1.1. Participar a las capacitaciones de inducción que la empresa realiza al personal nuevo y hacia el funcionamiento del software SAP-PM.....	54

4.1.2. Entrevistar a los planeadores de mantenimiento MASA MAGNEX para la construcción de un diagrama de flujo de la operación en la empresa	57
4.2. Recopilar el funcionamiento general y detallado de SAP-PM para la planificación, ejecución y control de ordenes de trabajo	59
4.2.1. Describir la función de las principales transacciones usadas en SAP-PM, mediante información contenida de bases de datos, manuales técnicos y documentación oficial.....	59
4.2.2. Construir un diagrama de flujo que permita la visualización global del proceso de creación de avisos en el software SAP-PM, desde el reporte de horas contractuales hasta la ejecución y cierre de orden de mantenimiento (OM)	60
4.2.3. Construir una herramienta de visualización e instrucción hacia el manejo global de las transacciones en SAP – PM que facilite la capacitación al nuevo personal.....	62
4.3. Demostrar la utilidad del manual instructivo como herramienta de capacitación en el manejo del módulo SAP-PM.....	91
4.3.1. Validar el flujo operativo del manual con personal nuevo o sin experiencia en el módulo SAP-PM de la empresa MASA MAGNEX	92
4.3.2. Evaluar el manual recibiendo retroalimentaciones por parte del equipo de planeación de la empresa	97
4.3.3. Aplicar encuestas de satisfacción y evaluación de comprensión a usuarios con o sin experiencia en SAP-PM, con el fin de evaluar su claridad y utilidad	98
Capítulo 5. Conclusiones	103
Capítulo 6. Recomendaciones.....	105
Referencias.....	107

Lista de tablas

Tabla 1. Test de validación del manual SAP-PM.....	93
Tabla 2. Participantes en la validación del manual SAP-PM	94
Tabla 3. Observaciones de los planeadores por disciplina técnica	98
Tabla 4. Cuestionario de evaluación técnica.....	99
Tabla 5. Participantes proceso de validación.....	100

Lista de figuras

Figura 1. Modelo de gestión de mantenimiento.....	26
Figura 2. Ejemplo de flujo de trabajo de planificación.....	27
Figura 3. Indicadores jerarquizados.....	28
Figura 4. Esquema de unidad de bombeo mecánico.....	29
Figura 5. Arquitectura básica de un sistema ERP.....	31
Figura 6. Diagrama de ciclo de vida	32
Figura 7. Curva de la Tina	33
Figura 8. Gráfico tendencia de mantenimiento.....	34
Figura 9. Categorías de mantenimiento según criterio de intervención.....	35
Figura 10. Pirámide de taxonomía de equipos según ISO 14224	36
Figura 11. Organigrama técnico de disciplinas y frentes ejecutores de Magnex Group	56
Figura 12. Capacitación técnica a contratistas.....	56
Figura 13. Flujograma funcional del proceso de operación de la empresa MASA MAGNEX....	58
Figura 14. Diagrama de flujo del proceso de creación de avisos y cierre de Órdenes de Mantenimiento en SAP-PM.....	61
Figura 15. Portada del manual	63
Figura 16. Índice general del contenido temático incluido en el manual SAP-PM.....	63
Figura 17. Introducción del manual.....	64
Figura 18. descripción general del módulo SAP-PM	65
Figura 19. tipos de avisos disponibles en SAP-PM	66

Figura 20. Ubicaciones técnicas	67
Figura 21. Interfaz IH01 E IH08.....	68
Figura 22. Ubicación técnica del pozo.....	69
Figura 23. Avisos de mantenimiento en SAP-PM	70
Figura 24. Interfaz de creación	71
Figura 25.interfaces de las transacciones IW22 e IW28.....	72
Figura 26. transacciones IW32 e IW38.....	73
Figura 27. transacción IW32.....	74
Figura 28. listado de clases de orden disponibles en SAP-PM.....	75
Figura 29.sección de cabecera de una OM	76
Figura 30. Hoja de ruta	77
Figura 31. Plan de mantenimiento	78
Figura 32. Calculo costos de mantenimiento	79
Figura 33. interfaz de la transacción IW37N	80
Figura 34. flujo de trabajo en la transacción IW37N.....	81
Figura 35. filtros en la transacción IW37N.....	82
Figura 36. Interfaz orden de mantenimiento	83
Figura 37. claves modelo en una orden de mantenimiento.....	84
Figura 38. Resumen de actividades programadas.....	85
Figura 39. Relación de materiales Vs Tareas especificas	86
Figura 40. Interfaz orden planificada.....	87
Figura 41. Calculo automático de costos	88
Figura 42. transacciones del módulo SAP-PM.....	89

Figura 43. Transacciones adicionales	90
Figura 44. Conclusión.....	91
Figura 45. Resultados individuales de la evaluación aplicada a los practicantes del SENA	95
Figura 46. Porcentaje global de respuestas correctas e incorrectas en la evaluación del manual SAP-PM	96
Figura 47. Preguntas con mayor cantidad de errores en la evaluación del manual SAP-PM.....	96
Figura 48. Evaluación general del manual según criterios de percepción del usuario	101
Figura 49. Calificación de la utilidad general del manual en una escala de 1 a 5	101
Figura 50. Valoración individual de la utilidad del manual SAP-PM por perfil de usuario.....	102

Capítulo 1. Diseño de un manual instructivo para la gestión y programación del mantenimiento en el software SAP (Systems, Applications and Products in Data Processing) en el área de planeación de la empresa Magnex Group, sede Barrancabermeja

1.1. Planteamiento del problema

Magnex Group es una empresa con sede en el municipio de Barrancabermeja encargada de realizar seguimiento, mantenimiento y control a los pozos petroleros en operación; este proceso lo lleva a cabo a través de una herramienta especializada del sistema SAP – PM (plant Maintenance) la cual permite gestionar las actividades y cerrar ordenes de mantenimiento de manera eficiente. Sin embargo, si bien el sistema es muy completo presenta una dificultad en su estructura, la cual corresponde a la inexistencia de un manual instructivo interno que documente de forma clara, secuencial y contextualizada los procedimientos técnicos de los planeadores que deben ejecutar dentro del sistema.

Esta carencia ha generado fallas reiteradas en la ejecución de tareas dentro del módulo SAP-PM, inconsistencia en los registros históricos y debilidades en la trazabilidad de los procesos. Además, ha dificultado la integración de nuevos trabajadores al equipo, quienes deben aprender por repetición o instrucción informal, prolongando la curva de aprendizaje y aumentando la probabilidad de errores operativos (Laverde y Rodríguez, 2021).

De acuerdo con Pratama et al., (2016) Implementar el módulo de SAP en entornos industriales sin el uso de una documentación técnica orientadora, genera resistencia en el

personal técnico sobre su utilización, mal uso de transacciones críticas y fragmentación de la información operativa. Situación que puede similar en el contexto de Magnex Group, donde los frentes de mantenimiento están divididos por eléctrico, mecánico, instrumentación y mantenimiento basado en condición (CBM).

En sectores como el petróleo, la documentación técnica no solo es requisito funcional, sino una exigencia estratégica. Según (Troffé, 2009), la carencia de registros estructurados en mantenimiento impide el análisis de confiabilidad, la programación precisa de recursos y la toma de decisiones informadas. Esta perspectiva es respaldada por (Medina, 2022), quien identifica en la industria de pozos petroleros una alta vulnerabilidad operativa producto de debilidades en los procesos documentales. Desde el marco normativo, la norma ISO 55000 y EN 13306 establece que los sistemas de gestión de activos deben sustentarse en documentación técnica accesible, estandarizada y continuamente actualizada (Okoh y Wilson, 2016) ;(Campos y Márquez, 2008). Ignorar estas directrices expone a las organizaciones a desviaciones regulatorias, pérdida de eficiencia y mayor exposición a fallos no previstos.

Finalmente, el artículo de (Delgado, 2021) confirma que las organizaciones sin políticas de capacitación ni herramientas formativas apropiadas, como manuales técnicos, sufren una disminución significativa en la eficiencia operativa y en la transferencia de conocimiento. Así, la ausencia de un manual instructivo de SAP-PM en Magnex Group constituye un problema tangible, sistemático y documentado, que limita la capacidad técnica del personal, debilita la trazabilidad del mantenimiento y contraviene las buenas prácticas normativas e industriales vigentes.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo influye la ausencia de un manual instructivo estandarizado sobre el módulo SAP-PM en la eficiencia operativa, la trazabilidad de procesos y la formación del personal técnico en el área de planeación de la empresa Magnex Group, ¿sede Barrancabermeja?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar un manual instructivo para la gestión y programación del mantenimiento en el software SAP (Systems, Applications and Products in Data Processing) en el área de planeación de la empresa Magnex Group, sede Barrancabermeja

1.3.2. Objetivos específicos

Identificar la estructura operativa de la empresa MASA MAGNEX en el mantenimiento industrial de los pozos petroleros en Barrancabermeja, Santander, Mediante capacitaciones e Interacciones con el software SAP-PM

Recopilar el funcionamiento general y detallado de SAP-PM para la planificación, ejecución y control de ordenes de trabajo.

Demostrar la utilidad del manual instructivo como herramienta de capacitación en el

manejo del módulo SAP-PM

1.4. Justificación

La gestión del mantenimiento en sistemas industriales como los que opera Magnex Group en pozos petroleros requiere no solo del uso de herramientas digitales avanzadas como SAP-PM, sino también de condiciones institucionales que faciliten su correcta implementación. En este contexto, disponer de documentación técnica clara, accesible y ajustada al entorno operativo se convierte en una necesidad crítica. La elaboración de un manual instructivo interno sobre la gestión y programación del mantenimiento en SAP no es una medida complementaria, sino una acción estratégica que incide directamente en la eficiencia del proceso, la formación del talento humano y la sostenibilidad del conocimiento técnico dentro de la organización.

Desde el punto de vista técnico, diversos estudios han señalado que uno de los factores más determinantes en la eficiencia operativa de los sistemas ERP como SAP radica en la estandarización de los procesos, la visualización de flujos de trabajo y la disponibilidad de material didáctico estructurado (Pratama et al., 2016); (Laverde y Rodríguez, 2021). Esta documentación no solo sirve como herramienta de consulta, sino que actúa como puente entre la teoría del sistema y la práctica diaria en la operación, particularmente en módulos complejos como Plant Maintenance.

El trabajo realizado por Sánchez, (2020), analiza la aplicación del mantenimiento predictivo basado en inteligencia artificial, demuestra cómo la eficacia de este tipo de estrategias

depende en gran medida de la calidad e integridad de los registros operativos. En el caso de SAP, tales registros solo pueden generarse correctamente si los usuarios comprenden a fondo las transacciones, flujos y estructuras del sistema. La ausencia de un manual técnico adaptado a las condiciones de Magnex Group representa, por tanto, una barrera operativa que puede traducirse en errores de programación, pérdida de trazabilidad y dificultad en la extracción de indicadores clave.

Asimismo, el artículo técnico de (Delgado, 2021) establece que la capacitación formal del personal técnico es un eje central para el mejoramiento empresarial. Su investigación en empresas de Cúcuta, Norte de Santander, confirma que los esfuerzos de formación deben estar respaldados por instrumentos pedagógicos adecuados, como manuales técnicos o instructivos estructurados, si se desea lograr una apropiación efectiva del conocimiento. Esta necesidad es aún más urgente en organizaciones donde la rotación de personal y la incorporación de nuevos trabajadores es frecuente, como es el caso de las operaciones de mantenimiento en campo.

Tomando como referencia práctica, Bolaño (2022) plantea que la empresa Postobón S.A. diseño para su personal de practica un manual que integra guías visuales y operativas con el propósito de facilitar y simplificar la utilización de módulos como SAP -PM, lo cual a su vez se complementa con la guía del usuario, siendo de esta forma un modelo funcional, el cual puede ser adaptado y aplicado al interior de Magnex Group)

Un ejemplo técnico comparable se encuentra en la empresa ADELCA, donde se desarrolló un modelo de planificación del mantenimiento para el tren de laminación T07. En este caso, la identificación de criticidad de los activos, la estructuración de rutinas preventivas, y la

clasificación de tareas según impacto operacional y de seguridad permitió priorizar intervenciones, optimizar los recursos y mejorar la confiabilidad operativa del sistema (Jácome y Pilatex, 2023). Esta experiencia confirma que la documentación clara de las actividades de mantenimiento no solo mejora la ejecución técnica, sino que contribuye a reducir riesgos, costos y tiempos de parada.

Además, el estudio (Kumar y Kayasth, 2014). explica que la funcionalidad de los reportes en SAP PM depende directamente de la calidad con que los datos son ingresados desde la base operativa Si los usuarios no ejecutan correctamente las transacciones por desconocimiento, los reportes pierden su utilidad estratégica, afectando decisiones relacionadas con confiabilidad, costos y programación de recursos.

Esta propuesta de elaboración de un manual instructivo no solo responde a una necesidad técnica real y documentada, sino que se alinea con principios pedagógicos, normativos y estratégicos. Permitiría optimizar el uso del sistema SAP PM, fortalecer la curva de aprendizaje de los nuevos trabajadores y garantizar una gestión del mantenimiento más confiable, eficiente y trazable. En el contexto industrial actual, donde la digitalización y el conocimiento técnico son activos fundamentales, este tipo de herramienta representa una contribución concreta y de alto valor para el desempeño organizacional de Magnex Group.

1.5. Delimitaciones

1.5.1. Geográfica

Este proyecto está delimitado geográficamente a las operaciones de Magnex Group como

empresa contratista de Ecopetrol, específicamente dentro de las plantas operativas ubicadas en Barrancabermeja, Santander (Colombia). El trabajo se centrará en el área de planeación de mantenimiento que ejecuta actividades en dichas plantas, donde se utiliza el módulo SAP-PM como herramienta principal de gestión. Las observaciones, validaciones y análisis se realizarán exclusivamente con el personal técnico involucrado en los procesos de programación y control del mantenimiento asignados a Magnex dentro de la operación de Ecopetrol.

1.5.2. Temporal

El trabajo comprende un periodo de 8 semanas del año en curso a partir de la fecha de aprobación del anteproyecto.

1.5.3. Conceptual

La investigación está fundamentada en conceptos relacionados con la gestión del mantenimiento industrial, los sistemas ERP (Enterprise Resource Planning), la capacitación técnica, la estandarización de procesos y la documentación operativa. Se tomará como base el funcionamiento del módulo SAP-PM (Plant Maintenance), incluyendo su estructura transaccional, lógica de órdenes de trabajo y buenas prácticas de documentación técnica en entornos industriales. Se excluyen desarrollos propios de software o propuestas de rediseño del sistema SAP como plataforma tecnológica.

1.5.4. Operativo

Este estudio se enfocará exclusivamente en el diseño y estructuración de un manual instructivo para el módulo SAP-PM, aplicado al área de planeación de mantenimiento de la empresa Magnex Group, sede Barrancabermeja. El proyecto abordará las funciones relacionadas con la gestión de órdenes de trabajo, la programación de mantenimiento preventivo y correctivo, y el uso de transacciones comunes dentro del sistema. No se contempla la intervención directa en el código fuente del sistema SAP ni en módulos ajenos al área de mantenimiento.

Capítulo 2. Marco referencial

2.1. Marco histórico

El mantenimiento industrial ha sido una disciplina clave para la continuidad operativa desde principios del siglo XX. Inicialmente, se aplicaban estrategias correctivas, es decir, los equipos eran intervenidos únicamente después de una falla, lo que generaba altos costos operativos, riesgos de seguridad y pérdidas en la producción (Villanueva, 2014).

Con el desarrollo del pensamiento técnico, surgieron nuevas estrategias. Durante los años 50 y 60 se implementó el mantenimiento preventivo, basado en intervenciones programadas para minimizar el riesgo de fallas. Posteriormente, con la introducción del mantenimiento productivo total (TPM) en Japón en los años 70, se buscó la participación activa de todos los niveles operativos en la conservación de los activos (Villanueva, 2014).

En los años 80 y 90, gracias al desarrollo de sensores y tecnología de monitoreo, se consolidó el mantenimiento predictivo, que permite diagnosticar el estado de los equipos mediante variables físicas como la temperatura, vibración o presión, anticipando así posibles fallos (Cherres y Nauta, 2015). Esta evolución dio paso a enfoques más avanzados como el mantenimiento basado en condición (CBM), el cual utiliza datos en tiempo real y modelos matemáticos como cadenas de Markov para determinar el momento óptimo de intervención. Este tipo de mantenimiento ha demostrado su eficacia en sistemas como unidades motor-bomba, permitiendo aumentar la disponibilidad operativa y reducir los costos por fallas inesperadas (Villareal, 2008).

Paralelamente, la digitalización de los procesos industriales impulsó la adopción de sistemas de gestión integrados. Dentro de esta categoría, el sistema SAP surgió como uno de los principales softwares de planificación de recursos empresariales (ERP). En particular, el módulo SAP-PM (Plant Maintenance) fue diseñado para apoyar la gestión del mantenimiento técnico, permitiendo la creación de avisos, programación de órdenes, seguimiento de recursos y cierre de actividades desde una única plataforma centralizada (Jácome y Pilataxi, 2023).

La implementación de SAP-PM ha sido ampliamente documentada en empresas latinoamericanas como ADELCA, donde se emplea para organizar el mantenimiento según criterios de criticidad, frecuencia e impacto operativo. Su uso permite estandarizar procesos y optimizar la planificación de intervenciones (Jácome y Pilataxi, 2023). En Colombia, empresas como Postobón han estructurado manuales internos para facilitar el aprendizaje del sistema por parte de los nuevos trabajadores, dado que SAP, si bien es robusto, presenta una curva de aprendizaje alta para el personal técnico no familiarizado con su lógica transaccional (Bolaño, 2024).

El diseño de estos manuales instructivos se vuelve indispensable en contextos donde la rotación de personal es frecuente y donde la trazabilidad de los procesos de mantenimiento es una prioridad operativa. Como destaca (Delgado, 2021), la capacitación estructurada del personal técnico es fundamental para garantizar la eficiencia organizacional, especialmente en ambientes industriales con alta exigencia de confiabilidad.

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Iniciando en Asia, (Pratama et al., 2016) documentaron la implementación del módulo SAP-PM en la empresa PT. Len Industria de Indonesia. En su estudio identificaron problemas asociados a la ausencia de documentación estandarizada y capacitada en el sistema, lo cual dificultaba la ejecución eficiente de órdenes de trabajo. Como resultado, desarrollaron un flujo de trabajo formalizado para el uso del sistema, mejorando significativamente la trazabilidad de las órdenes y la eficiencia operativa del área técnica.

Desde América del Sur, Camacho Simbaña aplicó SAP-PM en la empresa ADELCA en Ecuador, desarrollando un plan estructurado de mantenimiento para el tren de laminación T07. El estudio incluyó la jerarquización de activos según criticidad, la definición de frecuencias de intervención y el uso del sistema para documentar actividades preventivas y correctivas. Esta experiencia evidenció cómo SAP-PM permite optimizar los recursos técnicos y facilita la programación basada en impacto y riesgo (Jácome y Pilataxi, 2023).

En Europa, Sánchez, (2020) en su trabajo de grado para la Universidad Complutense de Madrid, abordó el mantenimiento predictivo desde un enfoque moderno, integrando registros técnicos obtenidos desde SAP para alimentar modelos de machine learning. Su investigación demostró que, cuando los datos de mantenimiento están bien estructurados y documentados en sistemas ERP como SAP, es posible predecir fallas con mayor precisión, mejorar la disponibilidad de equipos y reducir costos operativos.

Por otro lado, la empresa Gas Natural (2024) ha desarrollado manuales oficiales de uso del módulo SAP-PM, que han sido adoptados internacionalmente como herramienta de referencia. Estos manuales presentan la estructura del sistema, las transacciones más importantes y los flujos de trabajo recomendados, sirviendo como base para la capacitación técnica en industrias que operan con equipos complejos.

Asimismo, en Centroamérica, (Mishelle, 2021) desarrolló un diseño de mejora del sistema de mantenimiento en una empresa de licores en Guatemala, implementando el módulo SAP-PM para aumentar la eficacia operativa. Su investigación evidenció la necesidad de adaptar el uso del software a las particularidades del entorno técnico y administrativo de cada organización, recomendando la creación de manuales internos que guíen al personal en el uso del sistema y mejoren su desempeño.

2.1.2. Antecedentes nacionales

A nivel nacional, Laverde y Rodríguez (2011) llevaron a cabo un proyecto en la ciudad de Bogotá, cuyo propósito fue la implementación del módulo SAP-PM en la empresa ETERNA S.A., cuya función es la elaboración de químicos. Los resultados muestran que la empresa tiene una alta dependencia del mantenimiento correctivo, sin planificación estructurada ni control sobre los activos físicos. La propuesta incluyó el diseño de los datos maestros del sistema, la clasificación de equipos y la creación de un flujo de trabajo formalizado. Entre los principales hallazgos se identificó la falta de documentación como una de las barreras para la adopción eficiente del sistema SAP, lo que limitaba la trazabilidad y la toma de decisiones operativas.

Desde el sector de consumo masivo, Bolaño, (2022) elaboró un manual guía de SAP para practicantes y nuevos colaboradores del área técnica. Este documento, diseñado como una herramienta de formación interna, detalla el uso operativo del sistema, las transacciones más frecuentes y los procedimientos necesarios para el registro correcto de avisos, órdenes y materiales. La iniciativa demuestra que en Colombia se reconoce la necesidad de materiales pedagógicos estructurados para garantizar una apropiación eficiente del sistema por parte del personal técnico, especialmente en contextos con alta rotación o incorporación de personal nuevo.

Por otro lado, Vargas y Orrego (2017), en la Universidad Cooperativa de Colombia, aplicaron un enfoque proactivo en el diseño de un sistema de mantenimiento para la división de montacargas de la empresa Belcorp. Su trabajo incluyó el desarrollo de un manual técnico fundamentado en principios de tecnología y filosofía kantiana, orientado a mejorar la estandarización de las tareas, reducir costos operativos y facilitar la formación técnica del personal. La propuesta refuerza el valor de la documentación interna como mecanismo para elevar la productividad en el entorno industrial.

2.1.3. Antecedentes a nivel Regional

En la ciudad de Barrancabermeja, municipio petrolero clave del Magdalena Medio colombiano, se han desarrollado estudios aplicados a la mejora de procesos de mantenimiento industrial mediante el uso del sistema SAP, particularmente en la Refinería de Ecopetrol S.A. Uno de estos trabajos fue realizado en el departamento de Mantenimiento Mecánico General de la Gerencia Refinería Barrancabermeja, donde se abordó la formulación de hojas de ruta técnicas

asociadas a equipos rotativos críticos. La propuesta, desarrollada con base en transacciones del módulo PM de SAP, permitió estandarizar rutinas de mantenimiento, mejorar la trazabilidad de las intervenciones y facilitar la gestión documental de órdenes técnicas. Este proceso se acompañó de una estructuración jerárquica de los activos y la integración de parámetros técnicos clave como horas de operación, criticidad y componentes asociados (Castañeda, 2018).

Otro estudio complementario fue llevado a cabo en el Departamento de Servicios Industriales de la misma refinería, centrado en la construcción de una taxonomía técnica para equipos de instrumentación y control. Basado en la aplicación de la norma ISO 14224 y su posterior implementación en SAP, el trabajo permitió organizar la información técnica de los activos, facilitar la trazabilidad del mantenimiento y fortalecer la confiabilidad operativa del sistema. La validación se realizó mediante análisis funcional de la base de datos, generando mejoras en la planeación técnica y la generación de reportes operativos (Castañeda, 2020).

2.2. Marco conceptual

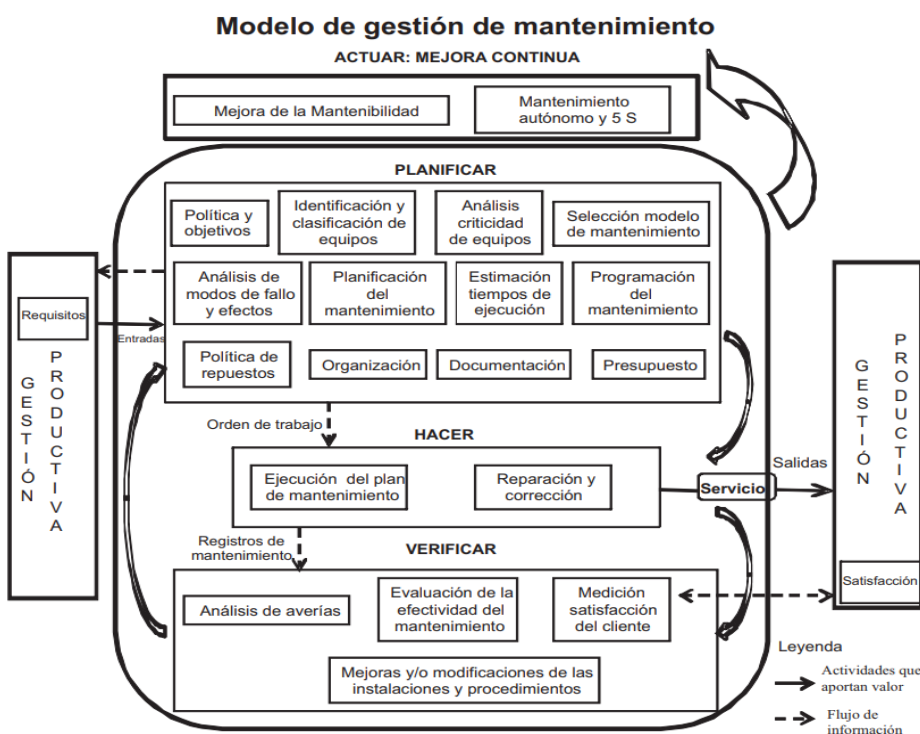
Este acápite incluye los conceptos técnicos, estructuras funcionales, métodos de administración y elementos informáticos fundamentales que facilitan la comprensión de la programación, funcionamiento y supervisión del mantenimiento técnico a través de la implementación del sistema SAP-PM en ambientes industriales. Su elaboración se fundamenta en estándares internacionales, libros de estudio especializados, guías institucionales e investigaciones aplicadas en compañías colombianas, especialmente las relacionadas con el sector energético y petrolero.

2.2.1. Gestión de mantenimiento

Conjunto de procesos organizados que permiten mantener o restablecer equipos, máquinas e instalaciones en condiciones óptimas para su funcionamiento, con el objetivo de maximizar su disponibilidad, confiabilidad y rendimiento operativo. Esta gestión debe ser planificada, documentada y alineada con los requerimientos técnicos y estratégicos de la empresa, apoyándose en metodologías como el ciclo PHVA, el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) y el mantenimiento productivo total (TPM). Su correcta implementación representa una ventaja competitiva al reducir fallas, costos y tiempos de inactividad como se muestra en la figura 1 (Ortiz et al., 2013).

Figura 1.

Modelo de gestión de mantenimiento



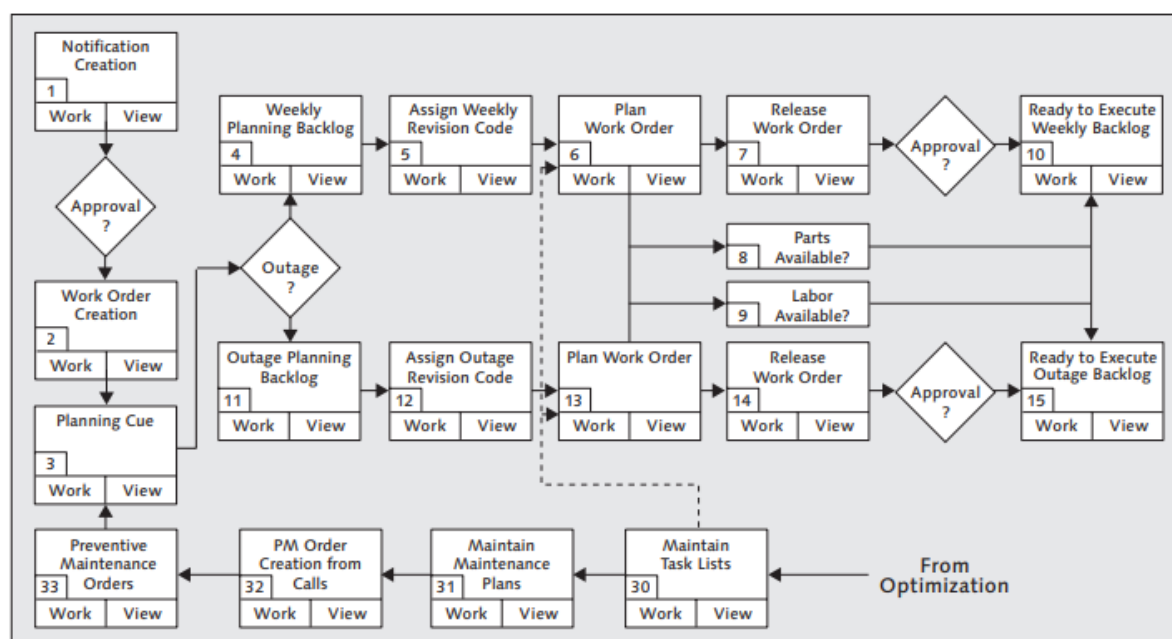
Nota. La imagen incluye el ciclo de gestión de mantenimiento (Ortiz et al., 2013)

2.2.2. SAP-PM (Plant Maintenance)

Es el módulo especializado del sistema SAP ERP destinado a la gestión técnica del mantenimiento industrial. Permite controlar todo el ciclo de vida de las órdenes de trabajo: desde la notificación inicial, pasando por la planificación, asignación de recursos y ejecución, hasta el cierre técnico. Este módulo facilita la integración de tareas preventivas, correctivas y predictivas dentro de un mismo entorno digital, brindando trazabilidad, análisis histórico y optimización de la gestión de activos (Hoke, 2009). (Ver figura 2)

Figura 2.

Ejemplo de flujo de trabajo de planificación



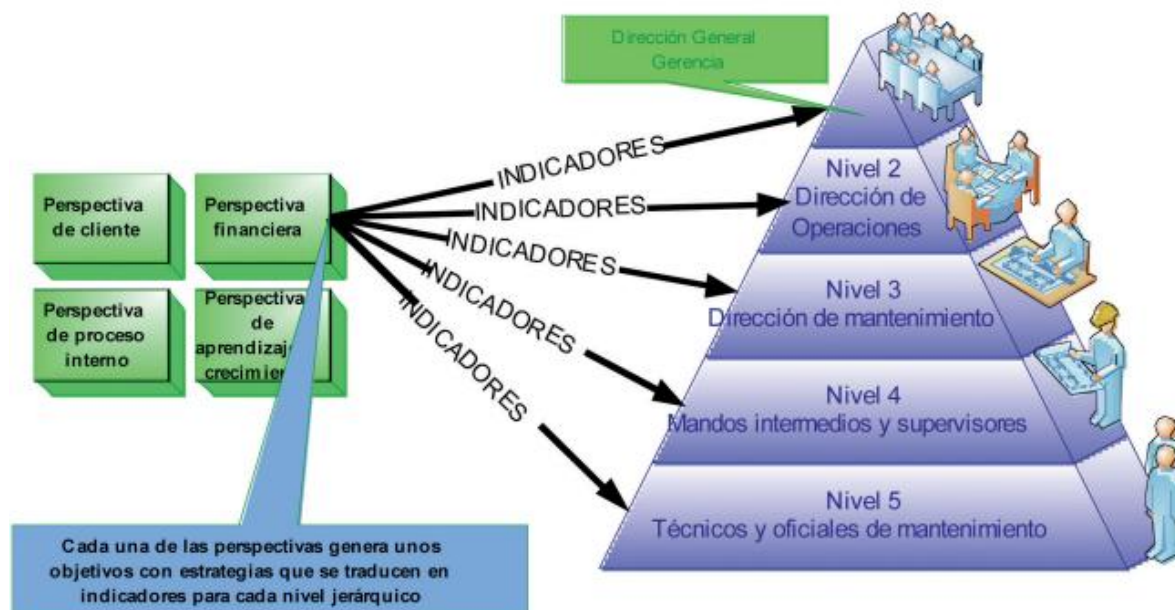
Nota. La imagen muestra el flujo de trabajo de planificación (Hooke, 2009)

2.2.3. Indicadores de mantenimiento

Un indicador es una herramienta de medición que permite cuantificar variables asociadas a los objetivos de una organización, proporcionando una base objetiva para la toma de decisiones. Se expresa generalmente como un parámetro numérico que refleja el desempeño de procesos, equipos o personal respecto a metas previamente establecidas. En el ámbito del mantenimiento industrial, los indicadores permiten evaluar la disponibilidad, confiabilidad, eficiencia y costos, facilitando la identificación de áreas críticas y oportunidades de mejora como se muestra en la figura 3 (Ortega y Verona, 2004).

Figura 3.

Indicadores jerarquizados



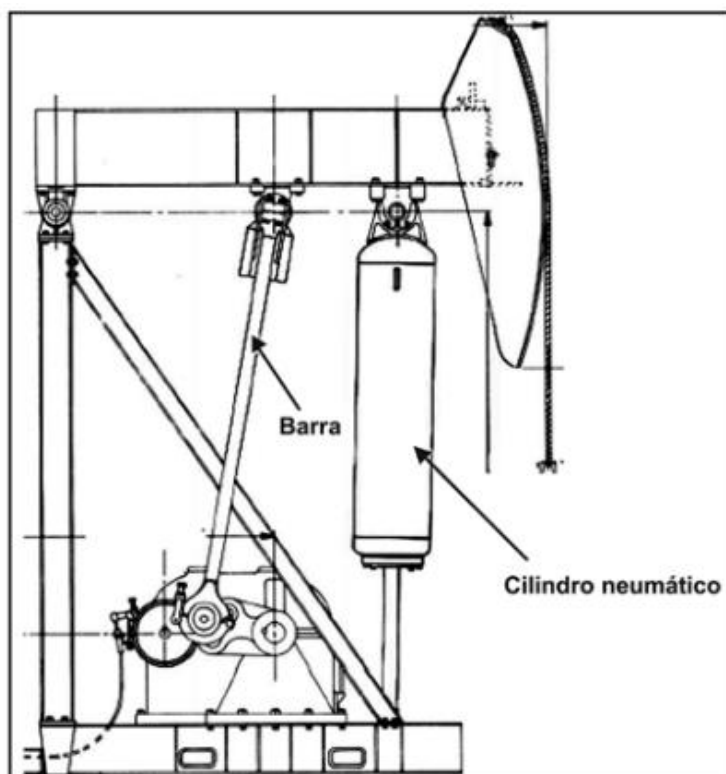
Nota. La imagen muestra cómo los indicadores de gestión se distribuyen a través de los diferentes niveles jerárquicos (Diego et al., 2011)

2.2.4. Unidad de Bombeo Mecánico (UBM)

Es un equipo ampliamente utilizado en la industria petrolera para la extracción de crudo en pozos artificiales. Este sistema transforma el movimiento rotativo del motor en un movimiento alternativo vertical, mediante componentes como el motor, el balancín (walking beam), el cabezal de caballo (horse head) y la barra pulida, permitiendo la elevación continua del fluido desde el fondo del pozo hasta la superficie. Estas unidades se encuentran en múltiples zonas petroleras del país y son fundamentales en la operación continua de pozos mecánicos (Santamaría de la Cruz, 2008). (ver figura 4)

Figura 4.

Esquema de unidad de bombeo mecánico



Nota. La imagen ilustra una unidad de bombeo mecánica (Santamaría de la Cruz, 2008)

2.3. Marco teórico

Este segmento presenta las bases técnicas, operativas y reglamentarias que respaldan la utilización del módulo SAP-PM, como instrumento digital para la organización, realización y supervisión del mantenimiento industrial. Se tratan los fundamentos funcionales del sistema SAP en contextos corporativos, destacando la estructura y la dinámica operativa del módulo PM, desde la creación de alertas hasta la finalización técnica de órdenes laborales. Además del estudio de los procesos de mantenimiento y la planificación técnica, se contemplan aspectos vinculados con la documentación técnica, la formación del personal, la rastreabilidad operativa y la utilización de indicadores como herramienta para la toma de decisiones.

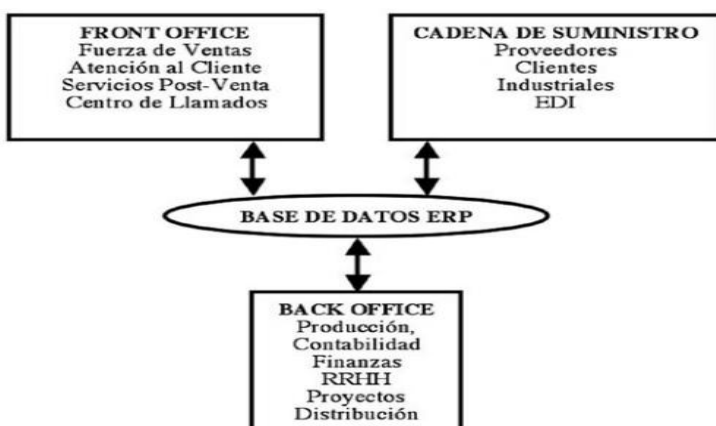
2.3.1. Evolución de los Enterprise Resource Planning (ERP)

Los sistemas Enterprise Resource Planning (ERP) tienen su origen en la gestión militar de suministros durante la Segunda Guerra Mundial, donde surgieron los primeros modelos de planificación de requerimientos materiales (MRP). A lo largo de las décadas, estos evolucionaron en sistemas de planificación de recursos de manufactura (MRP II), integrando prácticas como el Just-in-Time y la gestión de relaciones con clientes y proveedores. Con la globalización en los años noventa, las empresas demandaron soluciones integradas que unificaran sus procesos productivos, logísticos, financieros y de recursos humanos. Así, nacieron los sistemas ERP actuales: plataformas modulares, escalables y orientadas a procesos, diseñadas para coordinar y

optimizar de forma integral la operación empresarial como se muestra en la figura 5 (Vera, 2006).

Figura 5.

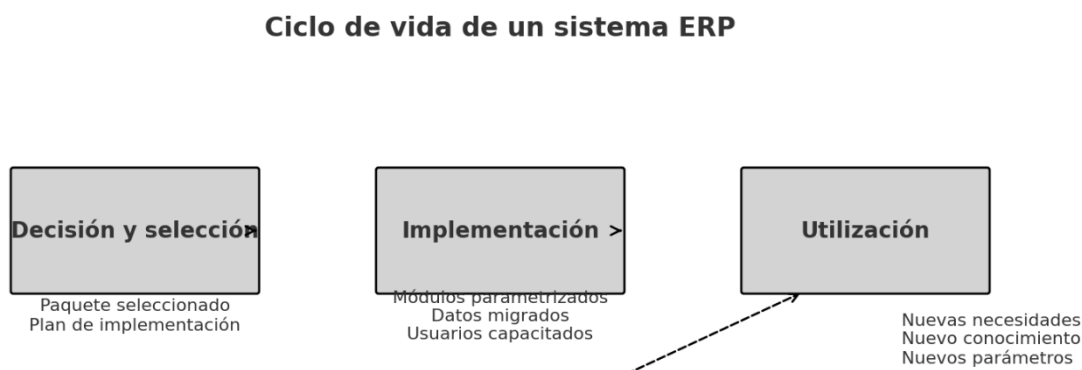
Arquitectura básica de un sistema ERP



Nota. La imagen ilustra la arquitectura de un sistema ERP (Vera, 2006)

2.3.2. Ciclo de vida de los ERP

El ciclo de vida de los sistemas ERP comprende las etapas sucesivas que una organización atraviesa desde la decisión de adoptar el sistema hasta su uso operativo continuo. A diferencia del desarrollo tradicional de software, este ciclo involucra fases como la selección del proveedor, la implementación de módulos (con procesos de parametrización, customización y conversión de datos), y una fase de utilización activa, donde se ajustan procesos y se genera valor estratégico mediante el uso sostenido del sistema. Este modelo reconoce que los ERP no se instalan de forma estática, sino que evolucionan junto con las necesidades de la empresa (Souza y Zwicker, 2000). (Ver figura 6).

Figura 6.*Diagrama de ciclo de vida*

Nota. La imagen representa el modelo de adopción y evolución de un sistema ERP, desde la etapa de selección hasta su implementación y uso activo (Souza y Zwicker, 2000)

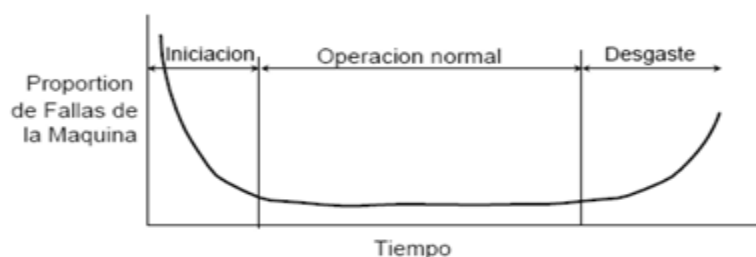
2.3.3. Tipos de mantenimiento

2.3.3.1. Mantenimiento correctivo. El mantenimiento correctivo es una estrategia de intervención que consiste en reparar un equipo únicamente cuando ha dejado de funcionar o presenta una falla que impide su operación normal. Este tipo de mantenimiento puede ser no planificado cuando se actúa ante una emergencia o planificado, si se detecta visualmente la necesidad de intervención y se programa con anticipación. Aunque sigue siendo común en algunas industrias, especialmente en pequeñas empresas o para equipos de bajo valor, esta modalidad suele generar altos costos debido a paradas imprevistas, mayores tiempos de inactividad y afectaciones en la productividad del proceso (Garzón y Gómez, 2008).

2.3.3.2. Mantenimiento preventivo. El mantenimiento preventivo es un enfoque planificado de intervención técnica que busca anticiparse a la ocurrencia de fallas, mediante inspecciones periódicas, ajustes, limpieza, lubricación o reemplazo de componentes antes de que se presenten averías. Su objetivo principal es asegurar la continuidad operativa, mejorar la confiabilidad de los equipos y extender su vida útil. Esta estrategia reduce el número de fallas no programadas y permite programar recursos de manera más eficiente, impactando positivamente en la productividad general del sistema como se muestra en la figura 7 (Rayme y Diaz, 2021).

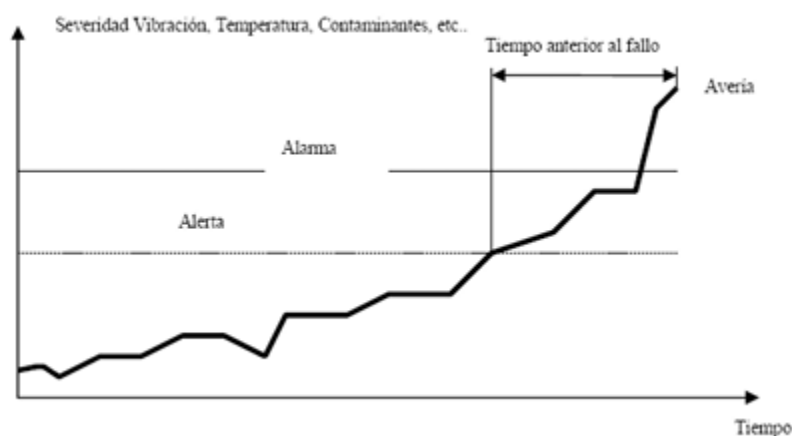
Figura 7.

Curva de la Tina



Nota. La imagen ilustra la tasa de fallos a lo largo de su vida útil (Cherres y Nauta, 2015).

2.3.3.3. Mantenimiento predictivo. El mantenimiento predictivo es una estrategia basada en el seguimiento continuo del estado de las máquinas mediante técnicas no destructivas, con el fin de detectar señales tempranas de deterioro o fallas potenciales. Este enfoque permite anticiparse a las averías sin necesidad de detener el proceso productivo, lo cual prolonga la vida útil de los equipos, reduce tiempos de inactividad y optimiza la planificación de recursos. Aunque su implementación requiere inversión, su capacidad de mostrar el estado real de las máquinas en operación lo convierte en una herramienta clave para una gestión eficiente del mantenimiento (Olarte et al., 2010)

Figura 8.*Gráfico tendencia de mantenimiento*

Nota. El gráfico representa cómo, a través del monitoreo continuo de variables como vibración, temperatura o niveles de contaminantes (Cherres y Nauta, 2015)

2.3.4. Mantenimiento en los sistemas ERP

El mantenimiento de los sistemas ERP comienza una vez finalizada su implantación y se considera un proceso continuo y crítico que permite conservar su alineación con los procesos de negocio y la estrategia de la organización. Este mantenimiento abarca tareas como la corrección de errores, la adaptación a nuevos requerimientos, la mejora del rendimiento, la prevención de fallos y el soporte al usuario. Su gestión adecuada garantiza la estabilidad, seguridad y utilidad prolongada del sistema. Además, representa un componente clave en el ciclo de vida del ERP, con un impacto significativo en los costos operativos y la eficiencia general del software (Salmerón y López, 2010). (Ver figura 9)

Figura 9.

Categorías de mantenimiento según criterio de intervención

CATEGORIAS MANTENIMIENTO	DESCRIPCIÓN	FUENTE
Mantenimiento correctivo	Acciones destinadas a corregir los fallos detectados en el diseño y el código del ERP, producidos durante su implantación. Estas correcciones son necesarias para que la aplicación funcione adecuadamente.	Lientz y Swanson, 1978
Mantenimiento adaptativo	Acciones realizadas para adaptar la aplicación a los requerimientos de sus usuarios y al entorno de la empresa. Son por tanto, actividades necesarias si queremos que el ERP esté actualizado.	Lientz y Swanson, 1978
Mantenimiento perfectivo	Acciones cuyo objetivo es mejorar el rendimiento del software, así como su eficiencia, eficacia y sostenibilidad. De esta forma, los profesionales implicados intentan mejorar la aplicación inicial.	Lientz y Swanson, 1978
Mantenimiento preventivo	Acciones dirigidos a descubrir y anticiparse a problemas potenciales, reduciendo así el riesgo de que se produzcan fallos serios y/o tratar de minimizar sus consecuencias. Para ello, los profesionales realizan inspecciones cíclicas sobre el sistema.	Burch y Grupe, 1993
Apoyo a usuarios	Acciones realizadas para responder a las peticiones o solicitudes de los usuarios de la aplicación y a sus continuas necesidades formativas. Por tanto, son tareas para ayudar a la comunidad de usuarios a eliminar su aversión hacia el sistema y reducir el riesgo de una incorrecta utilización del mismo.	Abran y Nguyenkim, 1991

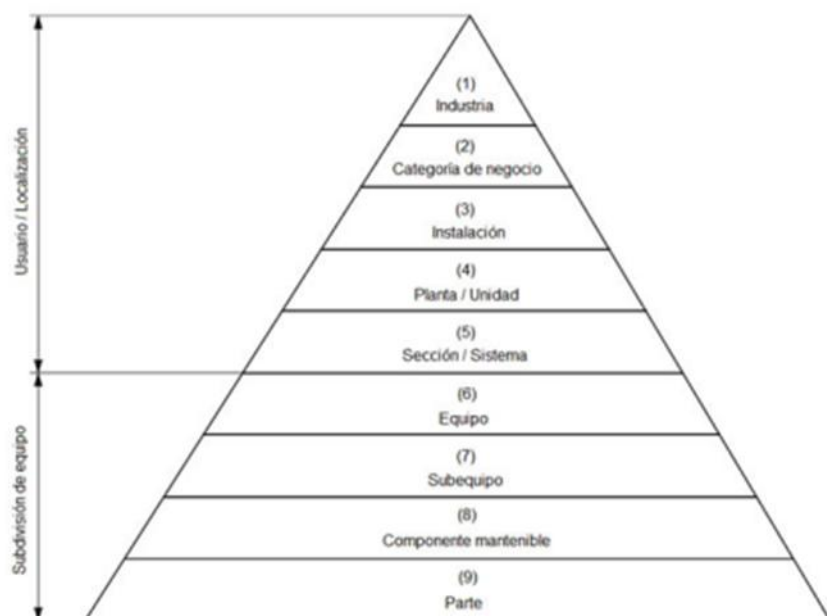
Nota. La figura muestra la clasificación de tipos de mantenimiento en sistemas ERP (Salmerón y López, 2010)

2.3.5. Taxonomía de los equipos

La taxonomía de equipos se refiere a la clasificación sistemática de activos físicos en función de sus características comunes, como ubicación, función, tipo de equipo y uso operativo. Esta estructura permite organizar la información técnica de los equipos de forma jerárquica y normalizada, facilitando la estandarización de datos y su posterior análisis en procesos de mantenimiento como el RCM. Según la norma ISO 14224, esta clasificación es fundamental para estructurar bases de datos de confiabilidad y criticidad, y se representa comúnmente mediante esquemas piramidales que ubican al equipo dentro del contexto organizacional como se muestra en la figura 10 (Campos-López et al., 2019).

Figura 10.

Pirámide de taxonomía de equipos según ISO 14224



Nota. La imagen representa la estructura jerárquica de clasificación de activos físicos desde el nivel organizacional hasta el componente específico (Campos-lópez et al., 2019).

2.3.6. Disponibilidad

La disponibilidad se refiere a la capacidad de un equipo para estar operando cuando se necesita. Es uno de los objetivos fundamentales del mantenimiento, ya que refleja el tiempo en que un activo se encuentra en condiciones de funcionamiento frente al tiempo total requerido. Su medición permite evaluar el desempeño del mantenimiento, al identificar en qué medida se minimizan las paradas no programadas y se garantiza la continuidad del servicio Rayme y Díaz (2021), la expresa como:

$$IDE = \frac{OTT - OTC}{OTT} \times 100\%$$

Donde: IDE: Indicador de disponibilidad de equipos; OTT: orden de trabajo total, y OTC: orden de trabajo de M.C.

2.3.7. Programación de mantenimiento

La programación del mantenimiento consiste en establecer con qué frecuencia y en qué momento deben realizarse las actividades de intervención técnica, asignando recursos humanos y materiales. Esta planificación debe asegurar que todos los elementos necesarios como piezas, herramientas y personal calificado estén disponibles al momento de la ejecución. Además, implica definir con precisión qué tareas deben llevarse a cabo en cada equipo y cuándo deben realizarse, con el fin de garantizar la efectividad del plan de mantenimiento (Rayme y Diaz, 2021). Se expresa como:

$$IMP = \frac{NEP}{NTE} \times 100\%$$

Donde: IMP: Indicador de mantenimiento programado; NEP: Número de equipos programados; y NTE: Número total de equipos.

2.3.8. Transacciones SAP

En SAP, una transacción representa una acción puntual que realiza el usuario dentro del sistema para cumplir con una tarea específica. Este software, cuyo nombre proviene de Sistemas, Aplicaciones y Productos en Procesamiento de Datos, es ampliamente utilizado en la planeación de recursos empresarial para administrar diferentes áreas como finanzas, talento humano,

inventarios, compras, ventas, entre otras funciones clave dentro de una organización (Strategicplatform, 2024).

2.3.9. Materiales y equipos

CS01/CS02/CS03: Las transacciones CS01, CS02 y CS03 permiten gestionar la lista de materiales utilizada en procesos de mantenimiento. A través de CS01, es posible crear una lista de materiales específica para mantenimiento, la cual difiere de las listas utilizadas en producción o ingeniería, ya que solo incluye elementos relevantes para intervenciones técnicas, como repuestos o subconjuntos asociados a un equipo o ubicación funcional. Esta estructura facilita tanto la planificación de repuestos como la organización técnica del objeto. Con CS02, se pueden modificar los datos ya existentes en la lista de materiales. En caso de que dicha lista de materiales esté asignada a varias plantas, los cambios aplican de forma global. Por último, CS03 permite consultar el contenido de una lista de materiales previamente creada, utilizando filtros como el centro o planta para una búsqueda más precisa (ERP, 2025).

IB01/IB02/IB03: Se utiliza para registrar, actualizar o visualizar lista técnicas específicas para equipos. Estas listas agrupan los elementos necesarios para el funcionamiento o mantenimiento de un activo físico (Tractian, 2023).

IE01/IE02/IE03: Aplicadas para gestionar el inventario de equipos dentro del sistema SAP. Permiten crear un nuevo registro editar información o consultar el detalle técnico de cada equipo registrado (Tractian, 2023).

2.3.9. Pedidos de compras SOLPED

ME51N / ME52N / ME53N: Las transacciones ME51N, ME52N y ME53N están destinadas a la gestión de las Solicitudes de Pedido (SOLPED) dentro del sistema SAP. A través de la transacción ME51N, los usuarios pueden crear nuevas solicitudes, ya sea desde cero o tomando como referencia un documento previo, permitiendo así iniciar un requerimiento formal de materiales o servicios. La transacción ME52N está orientada a la modificación de estas solicitudes, habilitando la edición de datos clave como cantidades, fechas o centros de costos, siempre que el usuario cuente con los permisos adecuados según su rol asignado. Por su parte, la transacción ME53N permite únicamente la visualización de solicitudes ya registradas, sin opción de modificación, aunque en algunos casos puede mostrar accesos limitados si la configuración del sistema así lo permite. Estas tres funciones son esenciales para garantizar una correcta trazabilidad y control en el proceso de compras internas (CVOSOFT, 2025).

ME21N / ME22N / ME23N: En el proceso de compras dentro del entorno SAP, la gestión de pedidos se realiza a través de una secuencia de transacciones que permiten crear, modificar y consultar órdenes de compra. La creación de un nuevo pedido se lleva a cabo mediante la transacción ME21N, donde se registran los datos del proveedor, los materiales solicitados y las condiciones pactadas, dando origen a un documento con validez legal dentro del sistema. Posteriormente, si se requiere ajustar información del pedido ya emitido como cantidades, fechas de entrega o estado de los ítems se utiliza la transacción ME22N, que permite realizar modificaciones según los permisos asignados al usuario. Finalmente, para fines de seguimiento o auditoría, la transacción ME23N permite consultar el contenido completo del

pedido sin posibilidad de alterarlo, garantizando la integridad del registro documental. Este conjunto de funciones asegura un flujo de compras controlado, trazable y alineado con las políticas internas de abastecimiento (CVOSOFT, 2025).

2.3.10. Orden y mantenimiento

Según lo documentado en el manual técnico del módulo SAP-PM (ERP, 2025), las principales transacciones utilizadas para la gestión de órdenes y mantenimiento son:

- IW31 / IW32 / IW33: la gestión de órdenes de mantenimiento se realiza a través de un conjunto de transacciones específicas que permiten su creación, modificación y consulta. Mediante IW31, el usuario puede generar una nueva orden directamente, ya sea desde cero o utilizando una orden previa como referencia, lo que permite copiar información clave al nuevo documento. Esta transacción se emplea comúnmente cuando se identifica una avería en un equipo técnico y se requiere planificar su reparación. Para que el proceso esté correctamente habilitado, el componente de notificaciones de mantenimiento o de servicio debe estar configurado dentro del sistema. Por su parte, la transacción IW32 permite modificar órdenes existentes, facilitando la actualización de datos como operaciones, materiales o tiempos. Finalmente, IW33 se utiliza para consultar el contenido de una orden ya registrada, permitiendo visualizar información detallada como encabezado, actividades planificadas, componentes requeridos y costos asociados. Este grupo de transacciones resulta fundamental para el seguimiento técnico y administrativo de las actividades de mantenimiento.

- IW37N: permite generar un listado de órdenes y operaciones activas en el sistema, siempre que se seleccione al menos un estado de orden. El informe resultante incluye datos como el número de orden, su descripción, los números de operación, el detalle de cada actividad y el centro de trabajo asignado. Esta funcionalidad brinda una visión consolidada del avance operativo, permitiendo confirmar tareas, hacer seguimiento a fechas de planificación, actualizar estados o visualizar las cargas de trabajo por centro. El contenido del reporte puede configurarse mediante variantes personalizadas según las necesidades del usuario.
- IW38: Es una herramienta clave dentro del módulo SAP-PM para la gestión masiva de órdenes de mantenimiento. A través de esta función, el usuario puede buscar, visualizar y editar múltiples órdenes según filtros predefinidos como número de orden, tipo o estado. En caso de no ingresar una orden específica, el sistema genera una lista con todas aquellas que cumplen los criterios de búsqueda establecidos. Desde dicha lista, es posible acceder al detalle de una orden seleccionada y realizar modificaciones directamente en la sección de datos centrales. Este entorno permite al planeador mantener actualizada la información relacionada con fechas, descripciones, responsables y otros campos clave definidos en la variante de visualización configurada por el usuario. El uso de IW38 facilita un control eficiente sobre el estado operativo de las órdenes abiertas, agilizando su gestión y seguimiento dentro del proceso de mantenimiento.
- IP01 / IP10: La planificación preventiva se gestiona mediante transacciones específicas que permiten estructurar y programar actividades de mantenimiento de forma anticipada. La transacción IP01 se utiliza para la creación de planes de mantenimiento, los cuales incluyen la descripción de las tareas a realizar, la periodicidad, el alcance de las

inspecciones y los objetos técnicos involucrados. Cada plan debe tener al menos un ítem de mantenimiento asociado, y su programación permite generar objetos de llamada como avisos u órdenes automáticamente. Por su parte, la transacción IP10 está destinada a programar o reprogramar dichos planes, además de permitir el monitoreo manual de los objetos de llamada generados. A través de esta función, el usuario puede activar o ajustar las fechas de ejecución previstas y hacer seguimiento al cumplimiento del plan. Ambas transacciones son fundamentales para garantizar la continuidad de las tareas preventivas, evitando fallas no programadas y optimizando la disponibilidad de los activos.

- IW21 / IW22 / IW23: El sistema SAP-PM permite gestionar de manera estructurada los avisos de mantenimiento a través de transacciones específicas, que facilitan su creación, modificación y consulta. Mediante la transacción IW21, el usuario puede registrar un nuevo aviso técnico, seleccionando el tipo correspondiente según la naturaleza del evento: ya sea un reporte de avería, una solicitud de mantenimiento o una actividad específica. También es posible utilizar un aviso ya existente como referencia, lo que permite agilizar el registro al copiar información clave desde otro documento.

Dependiendo del tipo seleccionado, el sistema direcciona automáticamente a la pantalla de detalle adecuada, facilitando así el ingreso de datos específicos del caso. Una vez creado, el aviso puede ser editado a través de la transacción IW22, la cual permite actualizar información relacionada con la falla, acciones tomadas o responsables asignados. Finalmente, la transacción IW23 está destinada exclusivamente a la consulta de avisos ya registrados, sin posibilidad de modificación, permitiendo revisar su contenido general y hacer seguimiento al estado del reporte. Estas tres funciones son

esenciales para mantener trazabilidad en los eventos de mantenimiento y garantizar que cada incidencia sea gestionada de forma adecuada desde su origen.

- IW28: Esta transacción permite generar un listado de notificaciones de mantenimiento o servicio que se encuentran registradas en el sistema, filtradas según su estado. A partir de este informe, el usuario puede consultar información básica como el número de notificación, su descripción breve y la fecha de creación. Además de visualizar, esta herramienta permite modificar varias notificaciones de forma simultánea, cambiar sus estados o incluso asociarlas directamente a una orden de mantenimiento. Su funcionalidad resulta útil para gestionar volúmenes altos de avisos de manera centralizada y eficiente.

2.3.11. Material y Orden de Trabajo.

Según lo documentado en el manual técnico del módulo SAP-PM (Traction, 2023), las principales transacciones utilizadas para la gestión de órdenes y mantenimiento son:

- MM02 / MM03: Se enfocan en consultar o modificar la información de materiales ya registrados.
- IW41: Transacción clave para confirmar la ejecución de una orden de mantenimiento (tiempos, personal, recursos utilizados).
- MB51 / MB02: Se utilizan para consultar movimientos de material y para ajustar o modificar registros ya existentes en el almacén.
- MBIC / MMSC: Permiten consultar el stock disponible en inventario o ingresar nuevos materiales al almacén.

- IP31: Facilita la elaboración de reportes de costos asociados a planes de mantenimiento ejecutados.
- IW51 / IW52: Usadas para registrar avisos de mantenimiento y vincularlos a un tipo específico (correctivo, preventivo, etc.).
- ME52N: También permite anular solicitudes de compra (SOLPED), cuando es necesario cancelar una adquisición ya registrada.
- IW30: Esta transacción permite imprimir una Orden de Trabajo (ODT) previamente creada en el sistema. Su utilidad radica en facilitar la distribución física o digital del documento, permitiendo que el personal encargado de ejecutar el mantenimiento cuente con toda la información necesaria directamente en campo.
- IH01: Utilizada para crear o consultar una Orden de Trabajo, esta transacción ofrece acceso a la estructura jerárquica de los equipos o instalaciones técnicas registrados en SAP. Es una herramienta clave para identificar la ubicación de los activos dentro del sistema y entender su relación con otras unidades funcionales.

2.4. Marco legal

La gestión del mantenimiento en el contexto industrial colombiano se encuentra enmarcada por un conjunto normativo que incluye leyes nacionales, reglamentos técnicos y estándares internacionales. Este marco regula la planificación, ejecución, documentación y control de las actividades de mantenimiento, promoviendo la eficiencia operativa, la trazabilidad de la información técnica y el uso adecuado de sistemas de gestión. Normas como la ISO 55000

y la EN 13306 establecen lineamientos fundamentales para garantizar la correcta administración de los activos físicos y la estandarización de procesos en entornos industriales.

2.4.1. Norma ISO 55000

La gestión de activos es un enfoque estructurado que permite a las organizaciones obtener valor a partir de sus activos físicos, mediante decisiones estratégicas que equilibran costos, riesgos, desempeño y sostenibilidad. No se centra únicamente en el activo como elemento físico, sino en su contribución al cumplimiento de los objetivos organizacionales. Este modelo integra procesos técnicos, financieros y operativos en todo el ciclo de vida del activo, desde su adquisición hasta su disposición final, garantizando eficiencia, confiabilidad y alineación con las expectativas de las partes interesadas (ISO, 2014).

2.4.2. Norma ISO 14224

La norma ISO 14224 establece una estructura estandarizada para recopilar datos de fiabilidad y mantenimiento (IR) en equipos industriales a lo largo de su ciclo de vida operativo, con énfasis en sectores como petróleo, gas y petroquímica. Proporciona principios, definiciones y categorías de fallas que constituyen un lenguaje común para el análisis operativo, facilitando tanto aplicaciones cuantitativas como cualitativas. Esta norma promueve la uniformidad en el registro de información técnica, permitiendo el intercambio eficiente de datos entre plantas, proveedores y contratistas, y asegura la calidad de dichos registros mediante prácticas validadas de control de datos (ISO, 2016)

2.4.3. Norma EN 13306

La norma EN 13306 proporciona un vocabulario estandarizado para el mantenimiento técnico en entornos industriales, definiendo términos fundamentales como mantenimiento, fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad, y estrategias como el mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo. Su objetivo es establecer un lenguaje común que permita una gestión coherente del mantenimiento, independientemente del tipo de activo o sector productivo. Esta norma también clarifica conceptos operativos, temporales y de intervención, siendo un marco clave para la estructuración de sistemas de mantenimiento modernos (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2002).

2.4.4. Ley 1636 de 2013

La capacitación para la inserción laboral es un proceso estructurado de aprendizaje orientado a preparar y desarrollar las habilidades de las personas para el ejercicio eficiente de funciones laborales específicas. Según el artículo 41 de la Ley 1636 de 2013, este proceso debe estar basado en la práctica, diseñado por módulos y fundamentado en competencias laborales, respondiendo a criterios de pertinencia, cobertura, calidad y oportunidad definidos por el Ministerio del Trabajo. Además, la ley reconoce a las Unidades Vocacionales de Aprendizaje en Empresas (UVAE) como oferentes válidos de este servicio, al establecer mecanismos internos de formación que fortalecen el desempeño laboral dentro de las organizaciones (Congreso de Colombia, 2013).

2.4.5. Ley 872 de 2003

Establece la creación del Sistema de Gestión de la Calidad en las entidades del Estado colombiano y otras organizaciones que prestan servicios públicos. Este sistema está orientado a mejorar la eficiencia institucional mediante procesos documentados, controlados y evaluables, con el objetivo de garantizar la satisfacción de los usuarios. La norma exige que cada entidad identifique sus procesos estratégicos, implemente controles de calidad, documente sus actividades y promueva acciones de mejora continua. Su implementación está alineada con normas técnicas internacionales y puede complementarse con certificación oficial (Congreso de Colombia, 2003)

2.4.6. Ley 1341 de 2009 TIC y transformación digital

Establece el marco general para la formulación de políticas públicas en el sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en Colombia. Define principios orientadores como la libre competencia, la promoción de la inversión, la inclusión digital y la masificación del acceso a herramientas tecnológicas. Esta norma reconoce las TIC como un pilar para el desarrollo económico, educativo y organizacional, e impulsa su adopción en todos los niveles del Estado y la sociedad. En el contexto empresarial, respalda la implementación de plataformas digitales como SAP-PM para optimizar la eficiencia operativa, asegurar la trazabilidad de los procesos y fortalecer la gestión del conocimiento técnico en entornos laborales (Congreso de Colombia, 2009).

2.4.7. Ley 1581 de 2012

Establece el régimen general de protección de los datos personales en Colombia. Su objetivo principal es garantizar a todas las personas el derecho a conocer, actualizar, rectificar y controlar la información que se recolecta sobre ellas en bases de datos públicas o privadas. La norma regula el tratamiento de datos por parte de personas naturales y jurídicas, estableciendo principios como legalidad, finalidad, libertad, veracidad, seguridad y confidencialidad. Además, define las obligaciones de los responsables y encargados del tratamiento, especialmente en entornos donde se gestionan datos de trabajadores (Congreso de Colombia, 2012).

2.4.8. ISO 9001:2015

La norma ISO 9001:2015 es un estándar internacional que define los requisitos para establecer, implementar y mejorar continuamente un sistema de gestión de calidad (SGC) en cualquier tipo de organización. Su propósito es garantizar que los procesos internos estén orientados a cumplir consistentemente con los requisitos del cliente, mejorar la eficiencia operativa y asegurar un enfoque de mejora continua. Esta norma promueve principios como el enfoque al cliente, la toma de decisiones basada en evidencia, la gestión de riesgos, y el liderazgo organizacional. Su adopción contribuye a fortalecer la confianza del usuario, optimizar los procesos y resolver eficazmente no conformidades en productos o servicios. Aunque no es obligatoria, ISO 9001 es la norma certificable más adoptada globalmente, lo que refleja su relevancia estratégica para la competitividad y sostenibilidad de las organizaciones (ISO, 2015).

Capítulo 3. Diseño metodológico

3.1. Tipo de investigación

El presente estudio adopta un enfoque científico de carácter aplicado, ya que busca resolver una problemática técnica real relacionada con la falta de estandarización y documentación en el uso del sistema SAP-PM para la gestión del mantenimiento. La propuesta consiste en la elaboración de un manual instructivo que permita optimizar los procesos operativos, facilitar la formación del personal y mejorar la trazabilidad en el módulo de mantenimiento de planta.

Según el nivel de profundidad: se trata de una investigación de tipo descriptiva-explicativa. Es descriptiva porque detalla el funcionamiento del módulo SAP-PM, las transacciones más utilizadas, los flujos de trabajo y las actividades ejecutadas por los usuarios en el área de mantenimiento. A su vez, es explicativa porque analiza las causas de los errores operativos actuales, la falta de capacitación técnica y los efectos que esto genera en la calidad del servicio y la documentación técnica.

Según el diseño de la investigación: corresponde a un estudio de tipo documental y practico-aplicado. El componente documental contempla la revisión de manuales técnicos, normas internacionales (como ISO 55000, EN 13306, ISO 9001:2015), guías de SAP, literatura académica sobre gestión del mantenimiento y capacitación laboral. El componente práctico implica el levantamiento de procesos reales, el análisis del flujo de órdenes de mantenimiento, la

documentación paso a paso de cada transacción y la representación gráfica de procedimientos dentro del sistema.

Según el propósito de la investigación: es una investigación aplicada, dado que busca ofrecer una solución concreta a una necesidad operativa interna: dotar a la organización de un instrumento formativo que permita uniformar el uso del sistema SAP-PM, disminuir la curva de aprendizaje de nuevos trabajadores y contribuir a la eficiencia en la gestión de los activos técnicos.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población considerada en este proyecto corresponde al grupo de usuarios la empresa MASA MAGNEX que interactúan directamente con el módulo SAP-PM dentro del sistema de gestión del mantenimiento en la sede Barrancabermeja. Esta población está conformada por los planeadores técnicos responsables de programar, ejecutar y cerrar las órdenes de trabajo en los distintos frentes operativos: mecánico, eléctrico, instrumentación y mantenimiento basado en condición (CBM).

Las funciones desempeñadas por estos usuarios incluyen la recepción de los prepronósticos semanales, la verificación de horas contractuales por puesto de trabajo, la búsqueda y asignación de órdenes dentro del sistema, así como el seguimiento al cumplimiento de metas operativas. Esta población fue identificada por su rol central en la gestión técnica del

mantenimiento y por ser los principales beneficiarios de un manual instructivo que documente, estandarice y facilite el uso eficiente del sistema SAP-PM, especialmente en un entorno donde la rotación de personal y la incorporación de nuevos trabajadores es frecuente.

3.2.2. Muestra

La muestra está conformada por 10 personas que corresponde al grupo de planeadores del área de mantenimiento de la empresa MASA MAGNEX, sede Barrancabermeja, quienes son usuarios activos del módulo SAP-PM. Se trata de una muestra cerrada y no probabilística, seleccionada de forma intencional con base en tres criterios principales: la interacción directa y frecuente con el sistema SAP-PM, la responsabilidad sobre la ejecución y seguimiento de órdenes de mantenimiento, y la necesidad explícita de contar con una herramienta estandarizada para la capacitación y operación dentro del sistema.

El diseño del manual instructivo se adapta específicamente a los procedimientos operativos y flujos de trabajo gestionados por esta muestra, considerando elementos como la asignación de tareas por frente técnico, el cumplimiento de horas contractuales, la codificación de puestos de trabajo y la gestión de órdenes a través de transacciones específicas. Esta muestra representa un entorno real de aplicación del sistema SAP-PM, lo que permite validar la funcionalidad y aplicabilidad del manual como modelo replicable para procesos de formación técnica en entornos industriales similares.

3.3. Diseño de instrumentación de la información y técnicas de análisis de datos

La recolección de información para esta investigación se apoya en la observación directa de procesos reales dentro del sistema SAP-PM y en el análisis documental de manuales técnicos, reportes internos y registros operativos de mantenimiento en la sede Barrancabermeja de MASA MAGNEX. Los principales instrumentos utilizados son:

- Cuadro de caracterización funcional del módulo SAP-PM: donde se registran las transacciones clave, flujos de trabajo, campos críticos y tareas asociadas a cada fase de la orden de mantenimiento.
- Registro del flujo operativo del planeador: que detalla las actividades secuenciales desde la recepción del prepronóstico hasta el cierre técnico de las órdenes, permitiendo mapear el proceso completo en el sistema.
- Pantallazos y capturas de navegación real en SAP-PM: usados como insumo gráfico para la elaboración del manual, con descripciones paso a paso para cada operación.

El análisis de los datos se apoya en una triangulación entre los procedimientos reales ejecutados por los planeadores, los lineamientos funcionales establecidos por SAP y las buenas prácticas documentadas en normativas técnicas como ISO 55000, EN 13306 e ISO 9001. La validez del proceso se refuerza mediante la revisión cruzada de los contenidos del manual con la operación actual del sistema, buscando coherencia funcional, claridad operativa y utilidad formativa.

3.4. Análisis de la información

La información recolectada durante la caracterización del uso del sistema SAP-PM será procesada e interpretada a partir de la revisión comparativa de los flujos operativos reales frente a los flujos estandarizados sugeridos por la herramienta. Se identificarán incoherencias, omisiones en el proceso, errores frecuentes y puntos críticos donde la intervención documental resulta necesaria para mejorar la trazabilidad y eficiencia del módulo de mantenimiento. El análisis se apoyará en diagramas de flujo de procesos, registros de pantallazos, seguimiento cronológico de órdenes de trabajo y cuadros comparativos entre prácticas actuales y mejores prácticas operativas. Esta información permitirá justificar las decisiones tomadas en la estructuración del manual instructivo, asegurando que cada transacción y procedimiento documentado responda a una necesidad funcional real.

Además, se utilizarán herramientas como Excel para organizar y sistematizar la información obtenida, construir matrices de validación interna y representar gráficamente las rutas de navegación dentro del sistema. El análisis final permitirá evaluar la utilidad del manual como instrumento de formación técnica y estandarización de procedimientos dentro del módulo SAP-PM.

Capítulo 4. Resultados

La presentación de resultados se hace teniendo en cuenta cada uno de los objetivos específicos planteados de la siguiente manera:

4.1. Identificar la estructura operativa de la empresa MASA MAGNEX en el mantenimiento industrial de pozos petroleros en Barrancabermeja, Santander, en el software SAP-PM

Los resultados de este objetivo abordan todo lo relacionado a las capacitaciones previas recibidas en la empresa para correcto entendimiento del manejo básico en el sistema SAP-PM, esto permite entender el funcionamiento general del módulo, también se describe los procedimientos iniciales y los procesos asociados a la gestión de órdenes de mantenimiento y flujo operativo para la programación.

4.1.1. Participar a las capacitaciones de inducción que la empresa realiza al personal nuevo y hacia el funcionamiento del software SAP-PM

Esta primera actividad del primer objetivo del presente informe se centró en asistir a las capacitaciones de inducción técnica ofrecidas por Ecopetrol S.A. a los contratistas vinculados en la operación de mantenimiento de la Refinería de Barrancabermeja. Estas sesiones son fundamentales para la alineación normativa y operativa de todas las empresas subcontratadas,

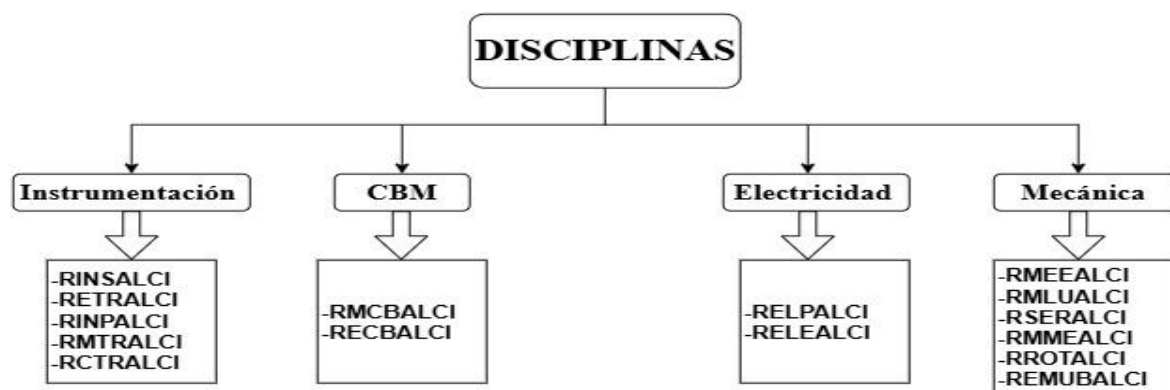
entre ellas Magnex Group, y permiten establecer un marco común para la ejecución de tareas dentro del módulo SAP-PM (Plant Maintenance).

Las capacitaciones fueron recibidas durante la primera semana del proceso, con participación de personal técnico y administrativo de diversas compañías. En dichas sesiones, los ingenieros de Ecopetrol introdujeron los lineamientos institucionales para la gestión del mantenimiento y presentaron la estructura operativa del sistema, incluyendo las disciplinas técnicas en las que se divide la ejecución en campo: instrumentación, mecánica, mantenimiento basado en condición (CBM) y electricidad.

Uno de los aspectos clave abordados en la capacitación fue la comprensión de la taxonomía de frentes ejecutores, una herramienta organizacional que permite clasificar las funciones del personal técnico, optimizar la asignación de recursos y garantizar la trazabilidad de las órdenes de mantenimiento en SAP-PM. En el caso de Magnex Group, estas disciplinas se articulan a través de una estructura jerárquica que facilita la gestión operativa desde la planeación hasta la ejecución técnica, tal como se muestra en la figura 11.

Figura 11

Organigrama técnico de disciplinas y frentes ejecutores de Magnex Group



Nota. Construcción propia con base a los conocimientos del equipo del area de planeación de Magnex Group (2025)

Adicionalmente, se contó con la participación activa del personal en estas jornadas formativas, como se ilustra en la Figura 12, donde se observa el desarrollo de la capacitación técnica a los diferentes contratistas.

Figura 12.

Capacitación técnica a contratistas



Nota. La figura muestra la sesión de capacitación técnica impartida por Ecopetrol a contratistas.

4.1.2. Entrevistar a los planeadores de mantenimiento MASA MAGNEX para la construcción de un diagrama de flujo de la operación en la empresa

Continuando con la segunda actividad del primer objetivo, se llevaron a cabo entrevistas directas con los planeadores de mantenimiento de la empresa MASA Magnex. Estas sesiones permitieron identificar de forma clara y estructurada cómo se desarrolla el flujo de operación dentro del proceso de gestión de órdenes de trabajo. A partir de la información obtenida, se logró representar en un diagrama funcional las tareas realizadas desde la revisión inicial del aviso técnico hasta el cierre administrativo de la orden ejecutada.

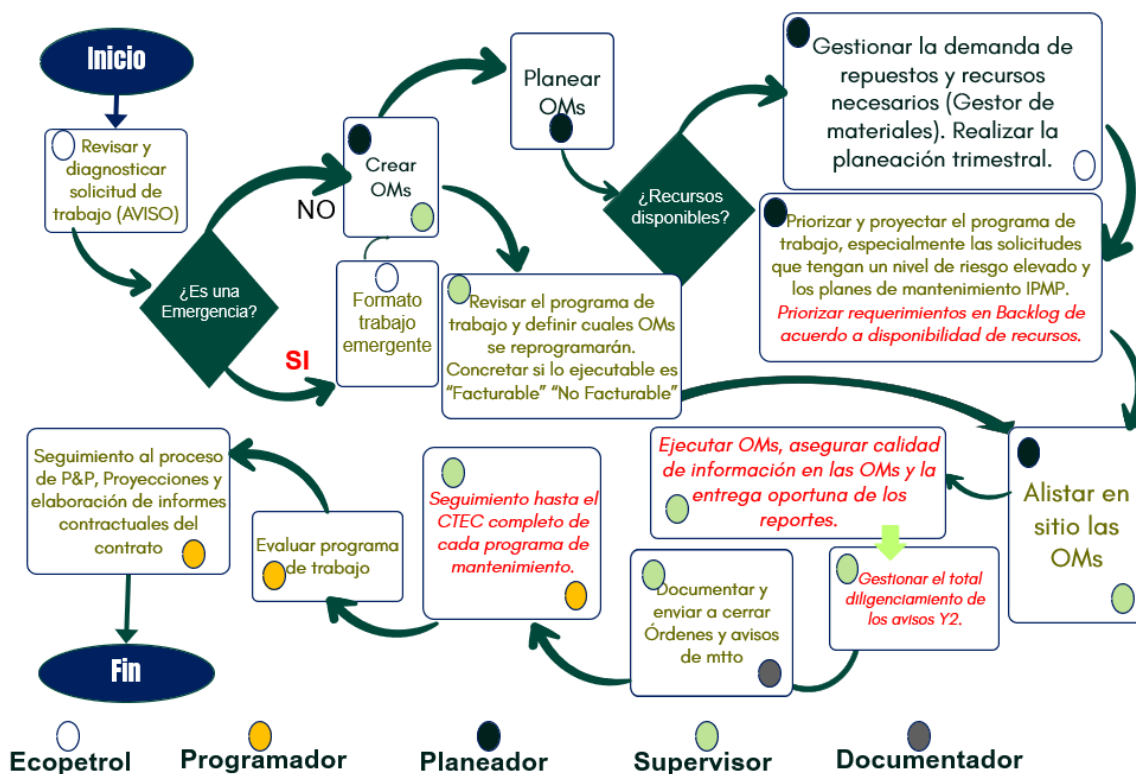
El flujo inicia con la revisión y diagnóstico del aviso por parte del equipo de Ecopetrol. En caso de que se trate de una emergencia, se activa un procedimiento especial mediante un formato de trabajo emergente. Si no lo es, se continúa con la creación y planeación de la orden de mantenimiento (OM). Esta etapa implica revisar la disponibilidad de recursos y validar si el trabajo es facturable o no, lo cual determina si puede ser ejecutado o debe ser reprogramado. A partir de aquí, el planeador define las prioridades, en función del backlog, los planes IPMP y el nivel de criticidad.

Una vez que la orden es alistada, el supervisor coordina su ejecución en campo, asegurando la calidad del trabajo y el cumplimiento del alcance. Posteriormente, el documentador realiza el cierre técnico y administrativo, consolidando los datos en SAP. El programador, por su parte, evalúa el programa ejecutado y alimenta el ciclo con nuevos reportes para seguimiento, proyecciones y control contractual. Este diagrama fue construido como

resultado del análisis conjunto con los actores operativos, y sirve como insumo base para estructurar el manual instructivo final. (ver figura 13)

Figura 13.

Flujograma funcional del proceso de operación de la empresa MASA MAGNEX



Nota. Elaboración propia con base en entrevistas realizadas al personal técnico de Magnex Group.

4.2. Recopilar el funcionamiento general y detallado de SAP-PM para la planificación, ejecución y control de ordenes de trabajo

Comprender el funcionamiento del módulo SAP-PM es una parte fundamental en la gestión del mantenimiento técnico en la empresa Magnex Group. Los resultados del segundo objetivo se centran en la recolección y análisis de información técnica relacionada con las distintas fases del proceso de mantenimiento: desde la creación del aviso, pasando por la planificación de la orden, la asignación de recursos, y finalmente la ejecución y cierre técnico en el sistema. Esta recopilación permite no solo entender la lógica operativa del sistema, sino también estructurar de forma clara y secuencial los procedimientos reales que serán documentados en el manual instructivo. Con ello, se busca brindar una herramienta útil tanto para el personal actual como para los nuevos colaboradores, garantizando la correcta apropiación del sistema.

4.2.1. Describir la función de las principales transacciones usadas en SAP-PM, mediante información contenida de bases de datos, manuales técnicos y documentación oficial.

La recopilación de información relacionada con las principales transacciones del módulo SAP-PM fue un paso clave para contextualizar el funcionamiento interno del sistema en el entorno de mantenimiento industrial. Esta actividad se llevó a cabo mediante el análisis de manuales técnicos, glosarios especializados y documentación institucional, priorizando aquellas transacciones que intervienen directamente en el ciclo de mantenimiento. El enfoque se centró en la descripción funcional y técnica de cada transacción, destacando su utilidad dentro de los

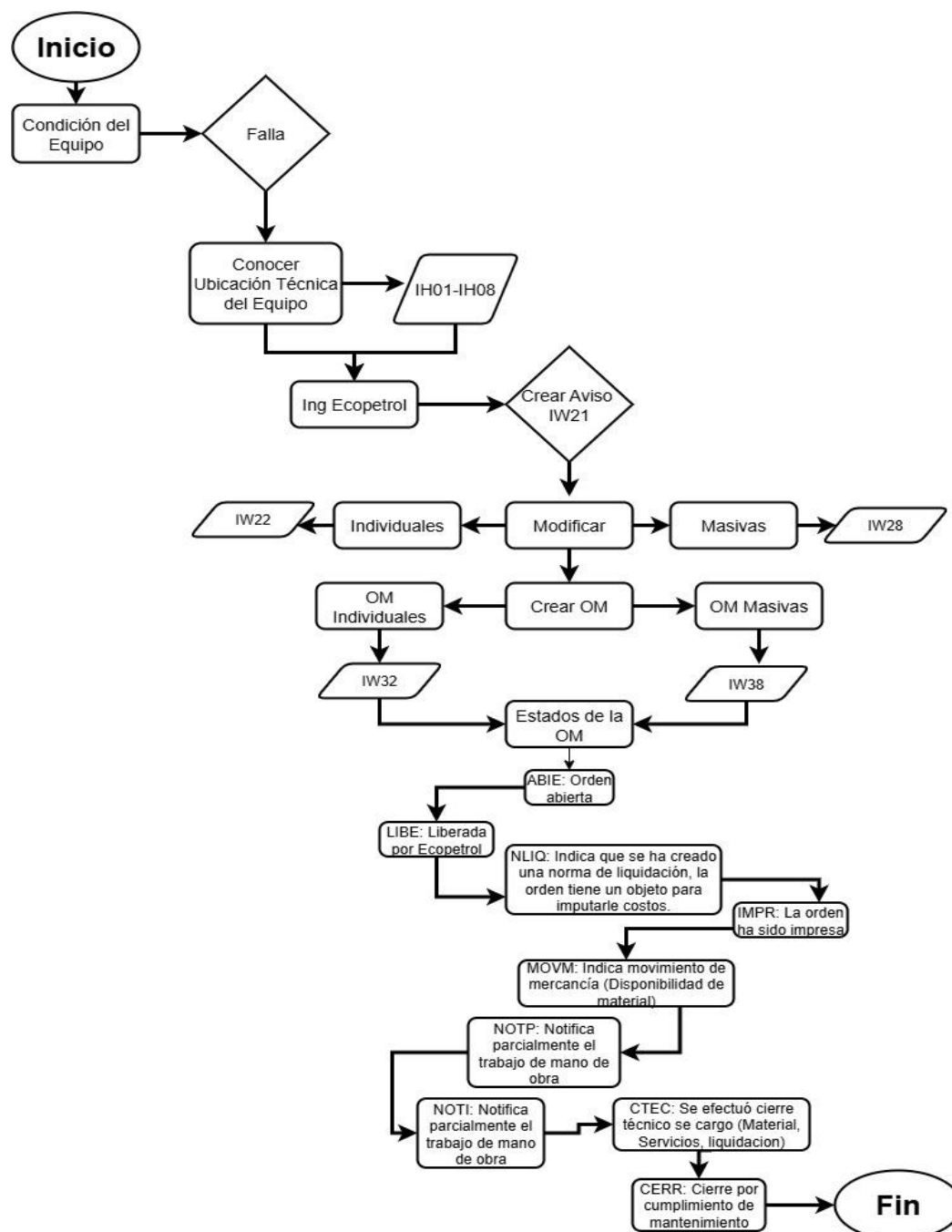
procesos de planificación, gestión y control de órdenes. Todo este contenido fue organizado y documentado en el capítulo 2, en el apartado del marco conceptual.

4.2.2. Construir un diagrama de flujo que permita la visualización global del proceso de creación de avisos en el software SAP-PM, desde el reporte de horas contractuales hasta la ejecución y cierre de orden de mantenimiento (OM)

El punto de partida para estructurar el proceso operativo en SAP-PM está determinado por las horas contractuales, entendidas como el número de horas de mantenimiento que deben ser ejecutadas semanalmente según lo estipulado en el contrato vigente entre la empresa contratista y Ecopetrol. Estas horas actúan como parámetro base para la planificación de actividades, permitiendo programar de forma equilibrada los recursos técnicos disponibles. A partir del análisis de la condición del equipo y la detección de fallas, se inicia la ruta operativa que conlleva al registro del aviso técnico, la creación de la orden de mantenimiento y su ejecución progresiva en el sistema, tal como se muestra en el diagrama de flujo elaborado.

Figura 14.

Diagrama de flujo del proceso de creación de avisos y cierre de Órdenes de Mantenimiento en SAP-PM.



Nota. Elaboración propia con base a la experiencia directa y análisis operativo

4.2.3. Construir una herramienta de visualización e instrucción hacia el manejo global de las transacciones en SAP – PM que facilite la capacitación al nuevo personal

Como parte del desarrollo del presente proyecto, se diseñó una herramienta visual e instructiva que organiza y explica de manera estructurada las principales transacciones utilizadas en el módulo SAP-PM. Esta herramienta se construyó con el objetivo de facilitar la comprensión del flujo de trabajo dentro del sistema, cubriendo desde la creación de avisos técnicos hasta el cierre completo de las órdenes de mantenimiento.

El contenido fue elaborado con base en la experiencia directa en campo, revisión de documentación oficial, entrevistas con planeadores técnicos y análisis de casos reales. Se optó por un enfoque gráfico y secuencial, integrando capturas de pantalla del sistema junto a descripciones funcionales breves, lo cual permite al lector identificar fácilmente la finalidad de cada transacción y su lugar dentro del proceso operativo. Este recurso busca convertirse en una guía práctica de consulta, especialmente útil para quienes interactúan frecuentemente con el sistema SAP en labores de mantenimiento, como ingenieros, planeadores, técnicos y supervisores.

Descripción del manual

Figura 15.

Portada del manual

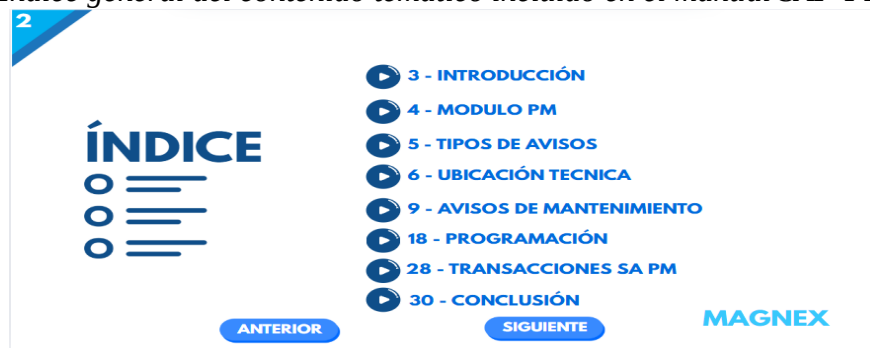


Nota. La figura muestra la portada del manual visual sobre SAP-PM, diseñado en el entorno operativo de Magnex Group

La figura 15, contiene la imagen de portada que representa el enfoque técnico del manual, integrando la identidad visual de la empresa Magnex y el entorno industrial donde se aplica el módulo SAP-PM. Se destaca la autoría del documento por el estudiante de ingeniería mecánica Iván Chinchilla.

Figura 16.

Índice general del contenido temático incluido en el manual SAP-PM.



Nota. La figura muestra Índice general del contenido temático incluido en el manual SAP-PM, diseñado en el entorno operativo de Magnex Group

En la figura 16, se presenta el índice general del manual, donde se presentan las secciones principales del contenido: introducción, módulo PM, tipos de avisos, ubicación técnica, avisos de mantenimiento, programación, transacciones en SAP-PM y conclusión. Este esquema facilita la navegación por los temas clave del documento.

Figura 17.

Introducción del manual



Nota. La figura muestra la presentación general del propósito y enfoque del manual SAP-PM, diseñado en el entorno operativo de Magnex Group

La figura 17 presenta el objetivo general del manual, que consiste en organizar y explicar las transacciones más relevantes del módulo SAP-PM utilizadas en mantenimiento industrial. El texto destaca la utilidad del documento como herramienta de consulta para comprender el funcionamiento básico de cada transacción y su aplicación práctica en la plataforma.

Figura 18.*Descripción general del módulo SAP-PM*

Nota. La figura muestra la descripción general del módulo SAP-PM, diseñado en el entorno operativo de Magnex Group

La figura 18 muestra una descripción general del módulo SAP-PM (Plant Maintenance), el cual está orientado a la gestión técnica del mantenimiento industrial. Este módulo permite planificar, ejecutar y controlar actividades relacionadas con equipos e instalaciones. A la derecha se resumen sus funciones principales: registrar avisos técnicos, gestionar órdenes de mantenimiento y administrar recursos, materiales y costos asociados a cada tarea.

Figura 19.

Tipos de avisos disponibles en SAP-PM



Nota. La figura muestra la Clasificación de avisos técnicos y vista inicial del sistema SAP SAP-PM, diseñado en el entorno operativo de Magnex Group

La figura 19 presenta los tipos de avisos disponibles en SAP-PM, clasificados por código: Y1 (Rutinario), Y2 (Falla o desviación), Y3 (Servicios generales) y Y4 (Inspección o diagnóstico). Estos códigos permiten categorizar las solicitudes según su naturaleza operativa. A la derecha se muestra la interfaz inicial del sistema SAP, destacando el buscador de transacciones como punto de partida para navegar por las funciones del módulo.

Figura 20.*Ubicaciones técnicas*

6 UBICACIONES TÉCNICA

La ubicación técnica se refiere a la posición física o funcional donde se encuentra instalado un **equipo dentro de la planta o infraestructura**. Esta ubicación forma parte de la jerarquía estructural del sistema y permite identificar con precisión el lugar donde se realiza una intervención de mantenimiento.

COMO VER UBICACIÓN TÉCNICA DE UN EQUIPO

Código de transacción	IH01 IH08
-----------------------	--------------

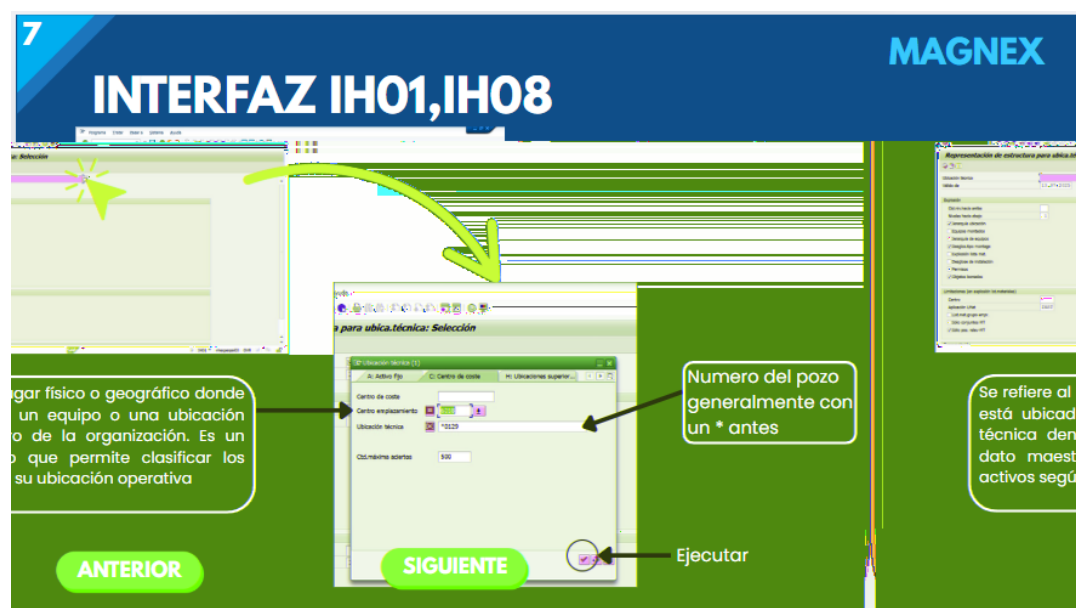
ANTERIOR SIGUIENTE MAGNEX

Nota. La figura define la ubicación técnica y transacciones para la consulta SAP-PM, diseñado en el entorno operativo de Magnex Group

La figura 20 explica el concepto de ubicación técnica como el lugar físico o funcional dentro de la planta donde se encuentra instalado un equipo. Esta información forma parte de la jerarquía estructural de SAP y permite identificar con precisión el punto donde se realiza una intervención de mantenimiento. A la derecha se indican las transacciones IH01 e IH02, utilizadas para consultar estas ubicaciones en el sistema.

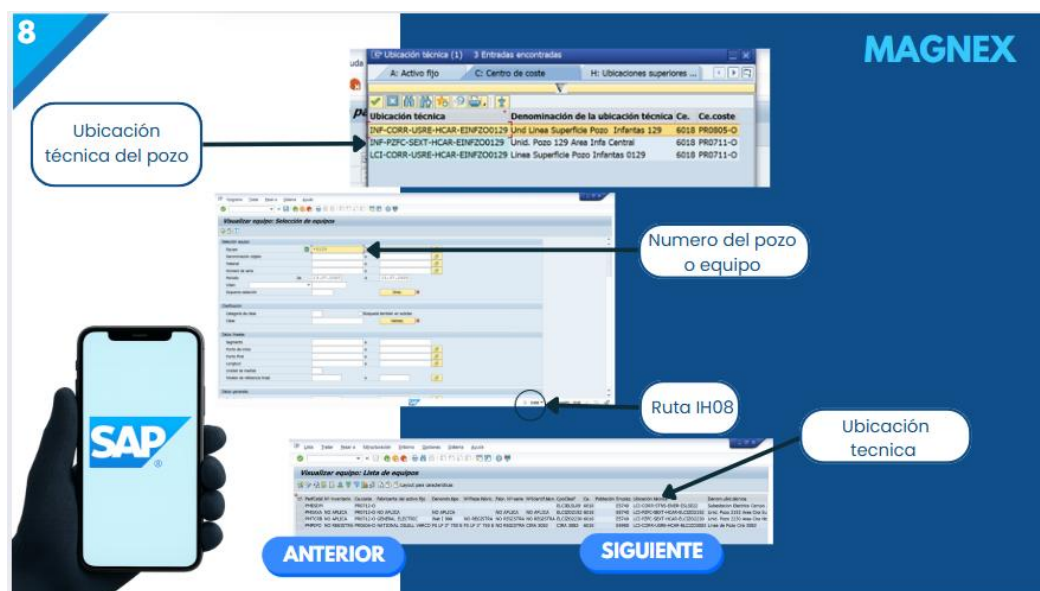
Figura 21.

Interfaz IH01 E IH08



Nota. La figura muestra la interfaz SAP para consultar ubicación técnica, diseñado en el entorno operativo de Magnex Group

La figura 21 muestra la interfaz de las transacciones IH01 e IH08, utilizadas para visualizar la ubicación técnica de un equipo dentro del sistema SAP. Se observa el campo para digitar el número del pozo o activo (normalmente antecedido por un asterisco), el centro de costo y el botón de ejecución. Esta consulta permite identificar de forma precisa la localización operativa de los activos registrados.

Figura 22.*Ubicación técnica del pozo*

Nota. La figura muestra la ubicación técnica de activos mediante transacción IH08, diseñado en el entorno operativo de Magnex Group

La figura 22 ilustra el proceso de consulta de ubicación técnica a través de la transacción IH08. Se observan los campos donde se digita el número del pozo o equipo, así como la lista resultante que muestra la ubicación técnica, su denominación y el centro de costo correspondiente. Esta herramienta facilita la trazabilidad y clasificación de los activos registrados en el sistema.

Figura 23.

Avisos de mantenimiento en SAP-PM



Nota. La figura muestra las funciones principales de los avisos de mantenimiento en SAP-PM, diseñado en el entorno operativo de Magnex Group

La figura 23 resume los usos principales de los avisos de mantenimiento dentro del sistema SAP-PM. Estos se emplean para reportar condiciones técnicas anormales o emergencias, solicitar la ejecución de una intervención y dejar constancia de la información relacionada con el trabajo realizado. Su correcta gestión permite el seguimiento efectivo de las actividades de mantenimiento.

Figura 24.*Interfaz de creación*

10

MAGNEX

¿QUIEN CREA LOS AVISOS?

La creación de avisos técnicos mediante la transacción IW21 no está habilitada para cualquier usuario del sistema. Su uso está restringido a perfiles autorizados, ya que implica el registro formal de fallas o situaciones que requieren atención operativa dentro del proceso de mantenimiento.

Por lo general, este acceso lo tienen ingenieros de Ecopetrol u operadores con rol técnico asignado dentro del sistema SAP-PM.

INTERFAZ DE CREACION DE AVISOS

ANTERIOR **SIGUIENTE**

Nota. La figura muestra las restricciones de acceso para la creación de avisos técnicos en SAP, diseñado en el entorno operativo de Magnex Group

La figura 24 muestra la interfaz de creación de avisos mediante la transacción IW21, la cual solo está habilitada para perfiles autorizados dentro del sistema SAP-PM. Generalmente, esta función es asignada a ingenieros de Ecopetrol o a personal técnico con rol operativo. La creación del aviso implica registrar formalmente una anomalía o requerimiento de mantenimiento, asegurando trazabilidad en el proceso.

Figura 25.*Interfaces de las transacciones IW22 e IW28*

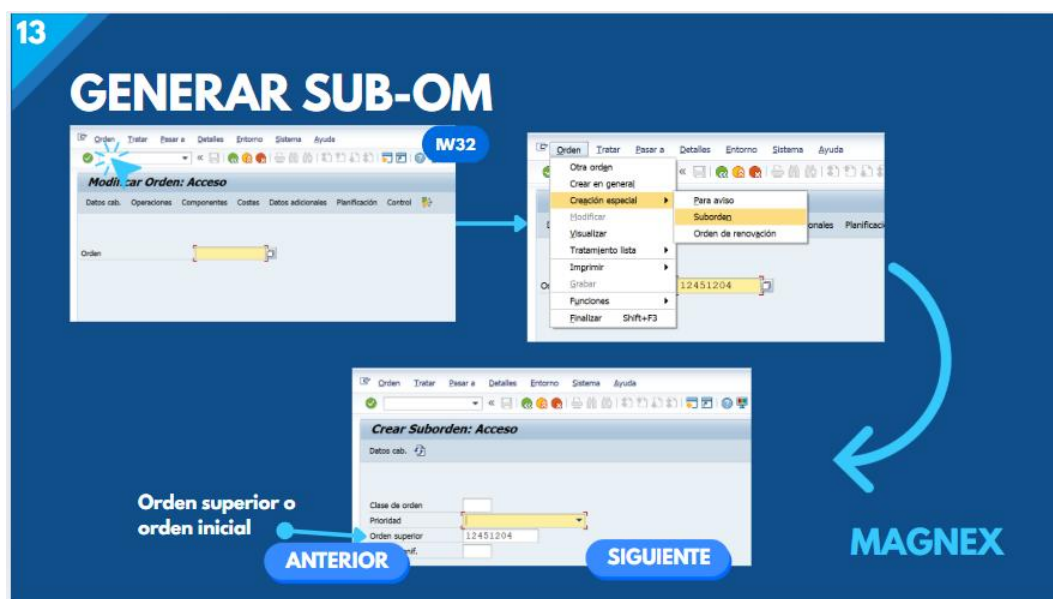
Nota. La figura muestra la gestión individual y masiva de avisos mediante transacciones IW22 e IW28, diseñado en el entorno operativo de Magnex Group

La figura 25 compara las interfaces de las transacciones IW22 e IW28. La primera permite modificar avisos técnicos de forma individual, actualizando información como la descripción de la falla, ubicación técnica o prioridad. En cambio, IW28 está orientada a la edición masiva de registros, facilitando la visualización, filtro y modificación simultánea de múltiples avisos dentro del sistema SAP-PM. Ambas herramientas son esenciales para mantener actualizada la información operativa.

Figura 26.*Transacciones IW32 e IW38*

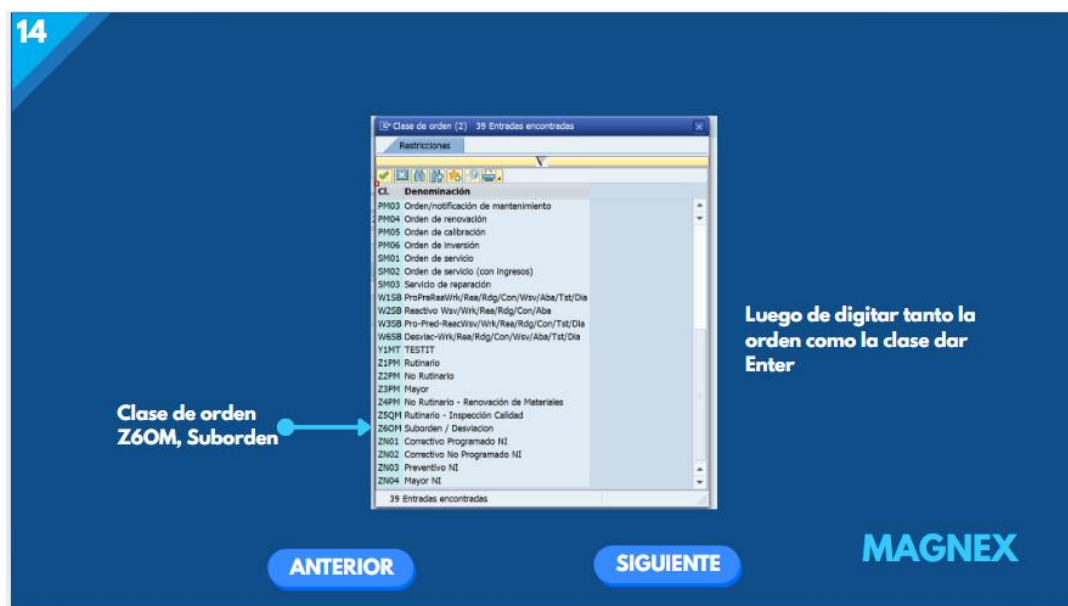
Nota. La figura muestra Creación individual y masiva de Órdenes de Mantenimiento diseñado en el entorno operativo de Magnex Group

La figura 26 presenta las transacciones IW32 e IW38, empleadas para modificar Órdenes de Mantenimiento (OM) en SAP-PM. IW32 permite ingresar y gestionar órdenes de forma individual, mientras que IW38 se utiliza para trabajar con varias órdenes simultáneamente, optimizando el proceso mediante herramientas como filtros y selección masiva. Estas opciones permiten adaptar la gestión según el volumen de órdenes a procesar.

Figura 27*Transacción IW32*

Nota. La figura muestra la creación de Subórdenes de Mantenimiento desde una orden principal; diseñado en el entorno operativo de Magnex Group

La figura 27 muestra, cómo a partir de una orden inicial gestionada con la transacción IW32, se puede generar una sub-orden vinculada. Este procedimiento permite segmentar actividades específicas bajo una misma orden superior, facilitando el control operativo y la trazabilidad de los trabajos relacionados. La opción se encuentra en el menú de “Creación especial”, seleccionando “Suborden” como tipo de relación.

Figura 28.*Listado de clases de orden disponibles en SAP-PM*

Nota. La figura muestra la selección de clase de orden para registrar una Sub-OM; diseñado en el entorno operativo de Magnex Group

La figura 28 muestra el listado de clases de orden disponibles en SAP-PM, incluyendo la Z60M correspondiente a subórdenes. Al momento de crear una orden, es necesario especificar la clase que determina su propósito operativo. Una vez diligenciada la clase y el número de orden, se debe presionar Enter para continuar con el proceso de creación.

Figura 29.*Sección de cabecera de una OM*

15

Modificar Rutinario 12484787: Cabecera central

Orden: 12484787 Pto. est. Comunicación peso 2840

Det. est. LIB. NOPI CASC INOP R200P FREC OTFL

Información Relevante:

- Descripción
- Puesto de trabajo responsable
- Fecha inicio y fin de Mto

ANTERIOR **SIGUIENTE** **MAGNEX**

Nota. La figura muestra los datos clave registrados en la cabecera de una orden de mantenimiento; diseñado en el entorno operativo de Magnex Group

La figura 29 muestra la sección de cabecera de una OM, donde se recopila información esencial para su correcta ejecución. Entre los campos más relevantes se encuentran: la descripción del trabajo a realizar, el puesto de trabajo responsable de la actividad y las fechas programadas de inicio y fin del mantenimiento. Esta información permite identificar y coordinar las acciones requeridas de forma eficiente.

Figura 30.*Hoja de ruta*

Nota. La figura muestra Estructura de una hoja de ruta en SAP-PM; diseñado en el entorno operativo de Magnex Group

La figura 30 muestra la hoja de ruta que organiza los elementos esenciales que componen una orden de mantenimiento. Se divide en tres bloques: encabezado (incluye título, estrategia, ubicación y responsable), operaciones (con detalle de actividades, tiempos y personal) y lista de materiales (donde se definen los insumos requeridos). Esta estructura facilita la planificación precisa de cada intervención.

Figura 31.*Plan de mantenimiento*

Nota. La figura muestra ccomponentes claves de un plan de mantenimiento; diseñado en el entorno operativo de Magnex Group

La figura 31 muestra los elementos esenciales que intervienen en la creación de un plan de mantenimiento. Se destacan dos grandes bloques: los datos de planificación (como el objeto técnico y la hoja de ruta) y los parámetros de planificación (como el período, horizontes de disparo y tolerancias). Estos componentes garantizan que las tareas se ejecuten de forma sistemática y con base en una estrategia definida.

Figura 32.

Calculo costos de mantenimiento



Nota. La figura muestra componentes claves de un plan de mantenimiento; diseñado en el entorno operativo de Magnex Group

La figura 32 muestra cómo el sistema SAP-PM realiza automáticamente el cálculo de los costos de mantenimiento. Esta operación se basa en los datos de asignación y en los valores definidos en la etapa de planificación de recursos. No es necesario registrar estos valores manualmente, ya que tanto los costos estimados como los reales se generan de forma automática.

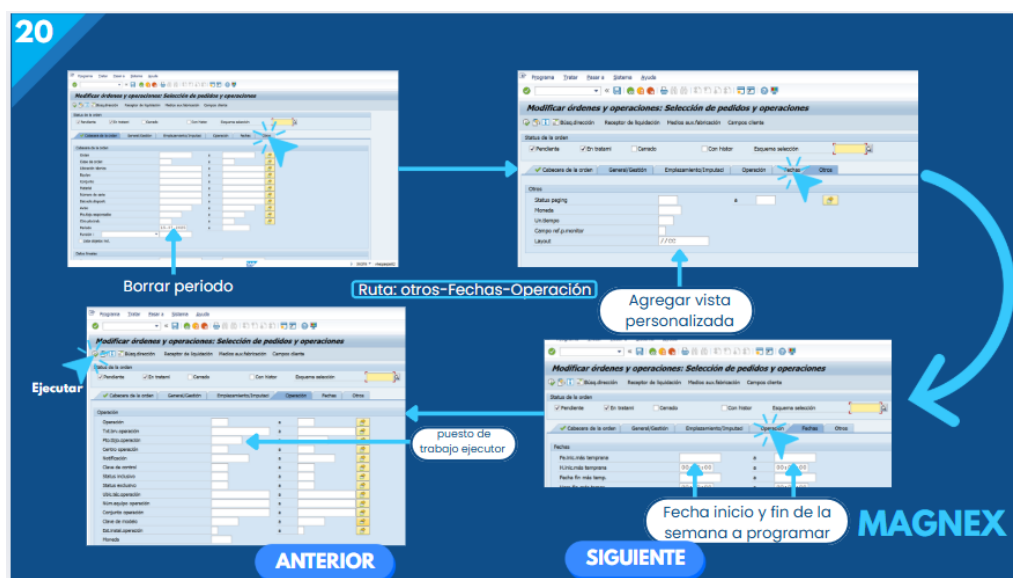
Figura 33.*Interfaz de la transacción IW37N*

Nota. La figura muestra la visualización estructurada de la programación en mantenimiento; diseñado en el entorno operativo de Magnex Group

La figura 33 muestra la interfaz de la transacción IW37N, donde es posible consultar la programación de órdenes de mantenimiento bajo diferentes filtros como fechas, centros de trabajo, responsables u objetos técnicos. Esta herramienta facilita la planificación operativa y optimiza la asignación de recursos disponibles.

Figura 34.

Flujo de trabajo en la transacción IW37N

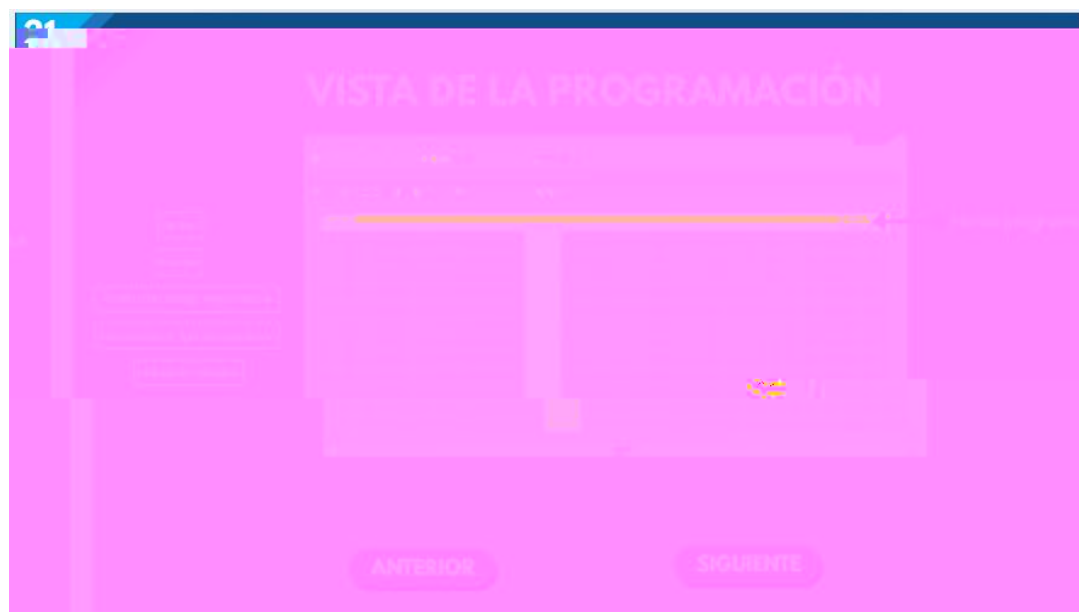


Nota. La figura muestra la Configuración de parámetros para la programación semanal; diseñado en el entorno operativo de Magnex Group

La figura 34 presenta el flujo de trabajo en la transacción IW37N para ajustar correctamente los filtros de visualización en la programación. Se destacan acciones como borrar el periodo anterior, agregar vistas personalizadas y seleccionar el puesto de trabajo ejecutor. También se muestran los campos donde se define la fecha de inicio y fin correspondientes a la semana que se desea programar. Estas configuraciones permiten generar una vista precisa de las órdenes pendientes por ejecutar.

Figura 35.

Filtros en la transacción IW37N



Nota. La figura presenta la vista general de las órdenes programadas en la semana; diseñado en el entorno operativo de Magnex Group

La figura 35 muestra el panel resultante tras ejecutar los filtros en la transacción IW37N. En esta vista se organizan los datos esenciales de cada orden programada, tales como el número de orden, equipo intervenido, ubicación técnica, puesto de trabajo responsable, tipo de operación y cantidad de horas asignadas. Esta información permite validar el cumplimiento del total de horas contractuales semanales.

Figura 36.*Interfaz orden de mantenimiento*

22

VISTA DE UNA OM

Rspta.tr.
Puesto de trabajo responsable

Datos cab
Información general de la orden (tipo, prioridad, descripción).

Oper
Lista de actividades o tareas que se deben ejecutar.

Componentes
Materiales o repuestos necesarios para la intervención.

Costos
Estimación y control de los costos asociados.

Revisión
Indica la semana y año donde se revisó o se va a revisar.

Objetos
Equipos, ubicaciones técnicas o sistemas afectados.

Datos adic
Información complementaria (notas, referencias, documentos).

Emplaz
Datos del lugar físico donde se ejecuta la orden.

Planific
Fechas, tiempos y recursos planificados.

Control
Seguimiento del progreso y estado de la orden.

ANTERIOR **SIGUIENTE** **MAGNEX**

Nota. La figura presenta la distribución de campos en una Orden de Mantenimiento (OM); diseñado en el entorno operativo de Magnex Group

La figura 36 representa las secciones principales que conforman la interfaz de una orden de mantenimiento en SAP. Cada pestaña organiza un conjunto de datos: desde la información general (tipo, prioridad, descripción), hasta elementos clave como actividades a ejecutar, materiales necesarios, costos estimados y localización técnica. También se incluyen campos para observaciones adicionales, estado de avance y fechas de ejecución. Esta vista integral permite al usuario tener control total sobre el seguimiento y cumplimiento de la OM.

Figura 37.

Claves modelo en una orden de mantenimiento

23

CLAVES MODELO

- **INICIO:** Tiempo destinado a preparar el trabajo antes de iniciar la tarea principal.
- **DESPLAZAMIENTO:** Tiempo empleado en el traslado del técnico hasta el lugar de ejecución.
- **MATERIALES:** Tiempo requerido para buscar, retirar o preparar los repuestos o insumos.
- **FINAL:** Etapa de cierre del trabajo, incluye limpieza del área y reporte de la actividad.
- **EXTERNOS:** Actividades ejecutadas por personal o contratistas externos a la empresa.
- **HSE:** Acciones relacionadas con seguridad, salud ocupacional o ambiente

ANTERIOR **SIGUIENTE**

Nota. La figura presenta la asignación de claves modelo en operaciones de mantenimiento; diseñado en el entorno operativo de Magnex Group

La figura 37 ilustra cómo se aplican las claves modelo en una orden de mantenimiento para clasificar el tipo de actividad desarrollada. Estas claves permiten segmentar el tiempo de ejecución en funciones específicas: desde la preparación inicial (inicio), el traslado del técnico (desplazamiento), la gestión de materiales (materiales), hasta el cierre de la tarea (final).

También se contemplan trabajos realizados por terceros (externos) y acciones de seguridad y ambiente (HSE). Este enfoque facilita el control detallado de los tiempos y recursos invertidos.

Figura 38.*Resumen de actividades programadas*

Nota. La figura presenta el resumen de operaciones en una orden de mantenimiento; diseñado en el entorno operativo de Magnex Group

La figura 38 presenta el resumen de actividades programadas dentro de una orden de mantenimiento, mostrando datos clave como la descripción de la tarea, la cantidad de personal requerido, el tiempo estimado de ejecución y las horas totales asignadas. Esta vista permite visualizar de forma clara el detalle de cada operación, facilitando el análisis del esfuerzo humano involucrado y el control sobre los tiempos de ejecución previstos.

Figura 39.*Relación de materiales Vs Tareas específicas*

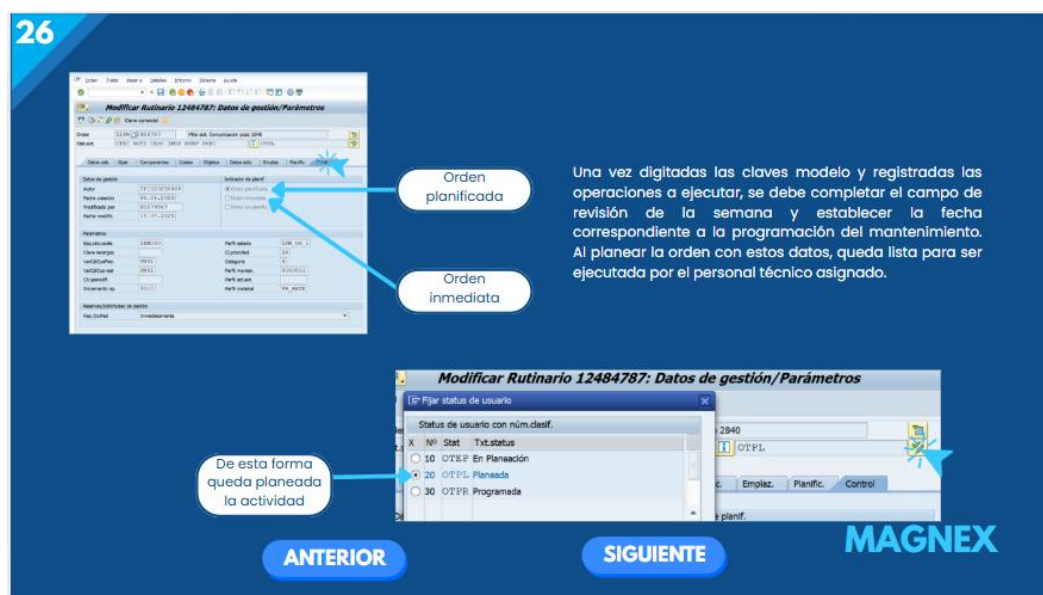
25

En esta sección se asignan los materiales necesarios a cada operación de la orden de mantenimiento, asegurando que los repuestos, insumos o herramientas estén disponibles durante la ejecución de la tarea. Esta vinculación permite una planificación más precisa y facilita el control de inventario en SAP-PM.

ANTERIOR **SIGUIENTE** **MAGNEX**

Nota. La figura presenta la asignación de materiales a operaciones de mantenimiento; diseñado en el entorno operativo de Magnex Group

La figura 39 muestra cómo se relacionan los materiales con las tareas específicas dentro de una orden de mantenimiento. Desde esta vista, se definen los repuestos, herramientas o insumos que serán utilizados durante la ejecución, garantizando su disponibilidad en el momento adecuado. Esta funcionalidad mejora la planificación técnica y optimiza el control de inventario dentro del sistema SAP-PM.

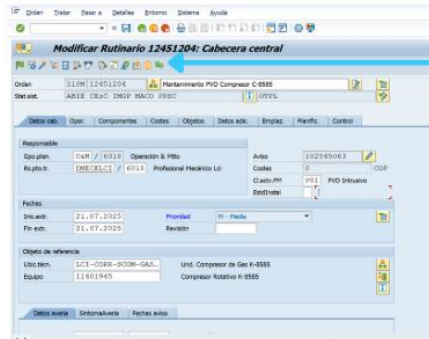
Figura 40.*Interfaz orden planificada*

Nota. La figura presenta la planificación final de la orden de mantenimiento; diseñado en el entorno operativo de Magnex Group

La figura 40 presenta la interfaz donde se registran los parámetros clave para dejar programada una orden de mantenimiento. Tras ingresar las claves modelo y definir las operaciones, se completan los campos de revisión semanal y fechas de ejecución. Esto habilita el estatus de orden planificada, asegurando que esté lista para ser ejecutada por el técnico correspondiente.

Figura 41.*Calculo automático de costos*

27



Click en costear

Al seleccionar el icono de verificar, se activa el cálculo automático de costos para toda la orden. Esta función permite valorar cada operación y componente registrado, generando el costo total de manera inmediata sin necesidad de ingresar los valores manualmente.

ANTERIOR **SIGUIENTE** **MAGNEX**

Nota. La figura presenta el cálculo automático de costos en la orden de mantenimiento; diseñado en el entorno operativo de Magnex Group

La figura 41 muestra la sección donde, con un solo clic en el botón de “costear”, el sistema activa el cálculo automático del valor total de la orden. Esta función permite estimar los costos asociados a cada operación y componente sin necesidad de introducir valores manualmente, facilitando una gestión más eficiente y precisa del presupuesto.

Figura 42.*Transacciones del módulo SAP-PM*

Nota. La figura presenta el listado agrupado de transacciones SAP-PM utilizadas en el módulo de mantenimiento; diseñado en el entorno operativo de Magnex Group

La figura 42 presenta un resumen organizado de las principales transacciones del módulo SAP-PM, clasificadas en categorías como materiales y equipos, órdenes de mantenimiento, pedidos de compra, manejo de órdenes de trabajo, programación y tipos de mantenimiento. Este compendio permite una rápida identificación de cada función dentro del sistema, facilitando su uso según las necesidades operativas.

Figura 43.*Transacciones adicionales*

29

TRANSACCIONES SAP PM EXTRAIDAS DEL MANUAL SAP

Otras Transacciones Útiles		
IWI3 Tomas de Material Planificadas para la Orden	IK17 Visualizar Documento de Medicion	IW69 Reportes de Listos de Items de Avisos
ISHN1 Creacion de una Nota de Turno	IA01 Crear Hoja de Ruta para Equipos	IW41 Notificar Tiempos de Mantenimientos
IP11 Crear y Modificar Estrategias de mantenimiento para Mantenimiento Preventivo	IA02 Modificar Hoja de Ruta para Equipos	IW39 Reportes de Ordenes de Servicio de Mantenimiento
IA07 Crear Instrucciones de PM (Hojas de Rutas)	IA03 Visualizar Hoja de Ruta para Equipos	IA05 Crear Hoja de Ruta de Instrucción
CT04 Crear Característica	IA11 Crear Hoja de Ruta para una Ubicación Técnica	IA06 Modificar Hoja de Ruta de Instrucción
CL01 Crear una Clase	IA12 Modificar Hoja de Ruta para una Ubicación Técnica	IA07 Visualizar Hoja de Ruta de Instrucción
CL20N Asociar una Clase a un Equipo	IA13 Visualizar Hoja de Ruta para una Ubicación Técnica	MB23 Anular Reserva de materiales
IK11 Crear Documentos de Medicion	IW29 Reportes de Procesamientos de Listos de Avisos	IP16 Reportes de Plan de mantenimiento
IK01 Crear puntos de Medicion		IW08 Reporte de Equipos

ANTERIOR **SIGUIENTE** **MAGNEX**

Nota. La figura presenta el listado complementario de transacciones útiles para el entorno de mantenimiento en SAP-PM; diseñado en el entorno operativo de Magnex Group

La figura 43 muestra un conjunto adicional de transacciones relevantes en SAP-PM, orientadas a tareas como hojas de ruta, mediciones, reportes, planificación y gestión de datos maestros. Este grupo permite profundizar en funciones especializadas del sistema, mejorando la trazabilidad, documentación técnica y control operativo en los procesos de mantenimiento.

Figura 44.*Conclusión*

Nota. La figura presenta la reflexión final sobre el uso práctico del módulo SAP-PM; diseñado en el entorno operativo de Magnex Group

La figura 44 presenta la conclusión del manual, resaltando su propósito central: unificar criterios en el manejo de SAP-PM dentro de las operaciones de mantenimiento. Se ofrece como una herramienta de consulta directa, útil para entender y aplicar con precisión las transacciones más importantes en el entorno técnico.

4.3. Demostrar la utilidad del manual instructivo como herramienta de capacitación en el manejo del módulo SAP-PM

Este objetivo buscó comprobar, a través de una aplicación práctica, si el manual elaborado cumple con su propósito principal: servir como una herramienta eficaz de consulta y

formación para quienes requieren familiarizarse con el módulo SAP-PM. El enfoque está centrado en validar si la estructura, el lenguaje y los contenidos permiten al usuario comprender el flujo operativo del sistema, ejecutar transacciones básicas y resolver tareas habituales dentro del entorno de mantenimiento. La utilidad del manual se analiza mediante ejercicios prácticos con personal sin experiencia previa, observando su desempeño y retroalimentación directa. De este modo, se busca determinar el valor real del documento como recurso de apoyo técnico en procesos de capacitación dentro de la empresa.

4.3.1. Validar el flujo operativo del manual con personal nuevo o sin experiencia en el módulo SAP-PM de la empresa MASA MAGNEX

Para esta actividad se realizó la validación del manual con personal que no contaba con experiencia previa en el uso del módulo SAP-PM. El objetivo fue verificar si la estructura visual y funcional del instructivo facilitaba la comprensión del flujo operativo, abarcando desde la creación de avisos hasta el cierre de órdenes de mantenimiento. Esta validación se llevó a cabo en la empresa MASA MAGNEX y permitió detectar oportunidades de mejora en la presentación del contenido, así como medir su eficacia como herramienta de apoyo en contextos reales. A continuación, se presentan en la tabla 1 las preguntas aplicadas junto con sus opciones y respuestas correctas.

Tabla 1.*Test de validación del manual SAP-PM*

Pregunta	Opciones	Respuesta Correcta
1. ¿Cuál es la transacción para crear un aviso en SAP-PM?	a) IW31 b) IW21 c) IW32 d) IW38	b) IW21
2. ¿Qué tipo de aviso se utiliza para actividades generales no asociadas a una falla?	a) Y1 b) Y2 c) Y3 d) Y4	c) Y3
3. ¿Qué transacción se usa para modificar una Orden de Mantenimiento individualmente?	a) IW38 b) IW28 c) IW32 d) IW39	c) IW32
4. ¿Qué información se registra en la pestaña Datos cab, de una OM?	a) Lista de materiales b) Información general de la orden c) Ubicación técnica d) Fechas de ejecución	b) Información general de la orden
5. ¿Qué significa la clave modelo 'INICIO'?	a) Actividad externa b) Tiempo de cierre c) Preparación previa al trabajo d) Costo de materiales	c) Preparación previa al trabajo
6. ¿Qué campo debe completarse para planear una orden antes de su ejecución?	a) Código del equipo b) Fecha de notificación c) Campo de revisión d) Cierre técnico	c) Campo de revisión
7. ¿Qué función cumple la transacción IW37N?	a) Crear orden b) Crear aviso c) Programar órdenes d) Generar reportes	c) Programar órdenes
8. ¿Qué datos se asocian a la pestaña 'Componentes' de una OM?	a) Personal asignado b) Descripción de tareas c) Materiales necesarios d) Costos proyectados	c) Materiales necesarios
9. ¿Qué acción permite calcular automáticamente los costos de una OM?	a) Ejecutar b) Costear c) Guardar d) Revisar	b) Costear
10. ¿Qué pestaña permite ver el avance y estado de la orden?	a) Objetos b) Datos cab. c) Control d) Operaciones	c) Control

Nota. La tabla registra el cuestionario de evaluación aplicadas para validar la comprensión del manual SAP-PM

Para validar la utilidad del manual como herramienta instructiva, se llevó a cabo una capacitación con una muestra de cinco practicantes del SENA vinculados a la empresa MASA MAGNEX. Luego de revisar el contenido del documento, se aplicó una prueba de conocimiento compuesta por preguntas seleccionadas de los temas explicados. El objetivo fue medir el nivel de comprensión de los conceptos operativos del módulo SAP-PM por parte de personal sin experiencia previa.

Tabla 2.

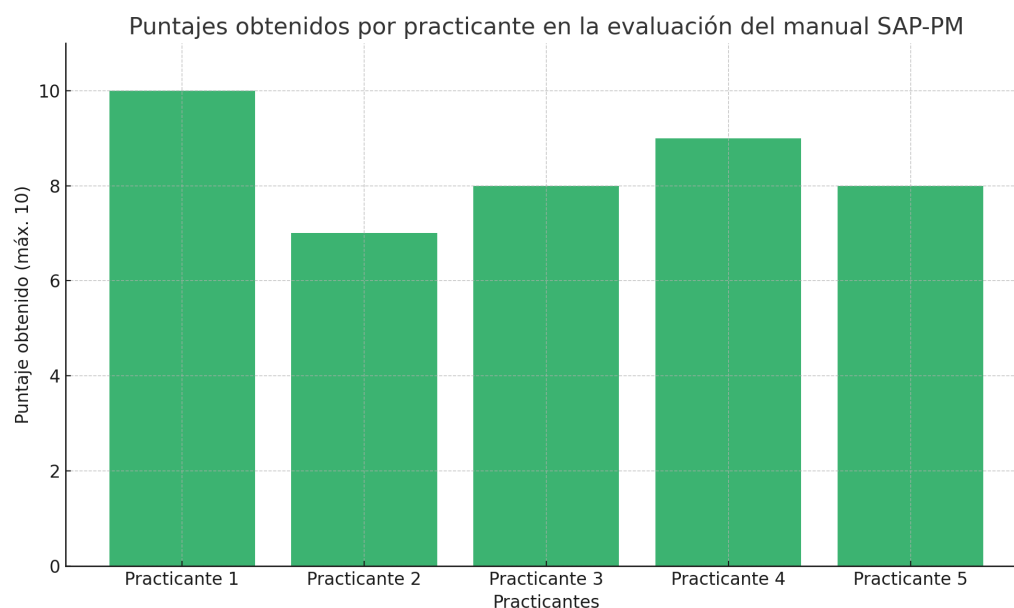
Participantes en la validación del manual SAP-PM

Nombre	Cargo
J. M	Practicante 1 Sena
J. J	Practicante 2 Sena
J. Ch.	Practicante 3 Sena
F. P.	Practicante 4 Sena
L. P.	Practicante 5 Sena

Nota. En la tabla se describe la muestra participante en la validación del manual, se coloca las iniciales de sus nombres para proteger su identidad.

Figura 45.

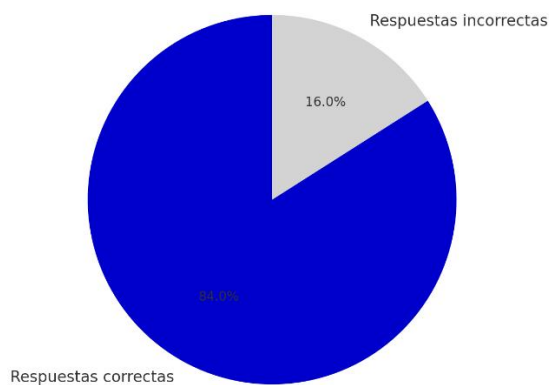
Resultados individuales de la evaluación aplicada a los practicantes del SENA



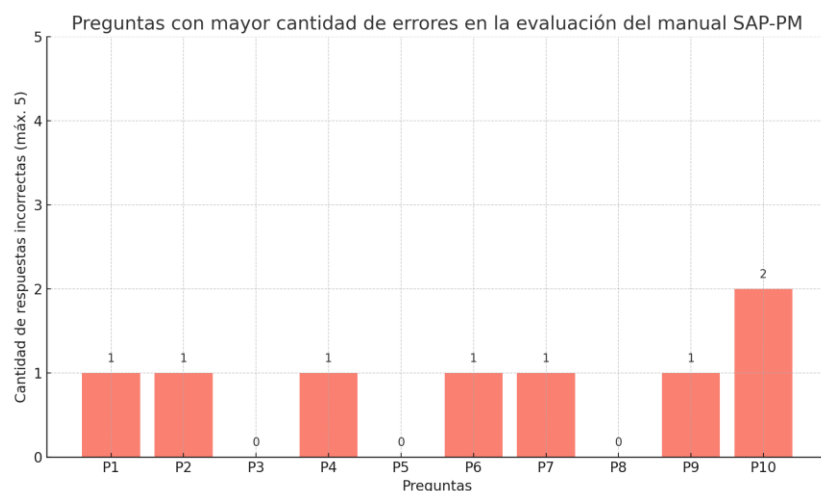
Los resultados evidencian un nivel de comprensión alto por parte de los practicantes que participaron en la prueba. Cuatro de los cinco evaluados obtuvieron puntajes iguales o superiores a 8, siendo el más alto un 10 sobre 10. Solo un participante obtuvo un puntaje de 7, lo cual aún se considera aceptable dentro del proceso de validación. Estos resultados permiten concluir que el manual cumple satisfactoriamente su función como herramienta de formación técnica inicial, facilitando el aprendizaje de las transacciones básicas del módulo SAP-PM.

Figura 46.*Porcentaje global de respuestas correctas e incorrectas en la evaluación del manual SAP-PM*

Porcentaje general de aciertos en la evaluación del manual SAP-PM



En la figura 46, muestra que el 84% de las respuestas fueron correctas, lo que indica un alto nivel de comprensión por parte de los participantes. Solo un 16% de las respuestas presentaron errores, lo cual es mínimo considerando que los usuarios no contaban con experiencia previa en SAP-PM. Estos resultados refuerzan la efectividad del manual como guía técnica introductoria.

Figura 47.*Preguntas con mayor cantidad de errores en la evaluación del manual SAP-PM*

En la figura 47, se muestra que la pregunta 10 fue la que presentó el mayor número de errores entre los participantes (2 de 5 fallaron), seguida por las preguntas 1, 2, 4, 6, 7 y 9, que tuvieron una equivocación cada una. Esto sugiere que estos ítems podrían requerir una revisión en su redacción o un refuerzo en el contenido correspondiente dentro del manual para mejorar su comprensión.

4.3.2. Evaluar el manual recibiendo retroalimentaciones por parte del equipo de planeación de la empresa

Como parte del proceso de validación final del manual SAP-PM, se llevó a cabo una revisión por parte del equipo de planeación de MASA MAGNEX. Esta actividad tuvo como propósito recopilar observaciones, sugerencias y valoraciones de los planeadores técnicos que diariamente interactúan con el módulo SAP-PM en sus respectivas disciplinas: mecánica, electricidad, instrumentación y CBM. La participación de estos profesionales fue fundamental, ya que su experiencia permitió identificar fortalezas del documento, aspectos mejorables y oportunidades para ajustar el contenido a la realidad operativa de la empresa. Las retroalimentaciones recibidas fueron organizadas en una tabla comparativa, agrupando los comentarios por disciplina, con el fin de facilitar su análisis e incorporación en versiones futuras del manual.

A continuación, en la tabla 3 se presentan las observaciones proporcionadas por los planeadores de cada disciplina de la empresa MASA MAGNEX. Estas retroalimentaciones permiten identificar oportunidades de mejora en el manual y su aplicación práctica dentro de cada frente técnico.

Tabla 3.*Observaciones de los planeadores por disciplina técnica*

Planeador	Observación
Eléctrico	Sería recomendable incluir un apartado con ejemplos de órdenes de trabajo frecuentes para el frente eléctrico, donde se explique el uso de códigos de fallas comunes y cómo imputar correctamente los materiales. Además, podría añadirse una sección que relacione los avisos con los planos eléctricos disponibles.
Mecánico	Se sugiere anexar una plantilla editable de hoja de ruta para casos repetitivos, ya que muchas de las intervenciones mecánicas siguen un patrón. También sería útil incluir imágenes reales de componentes mecánicos al momento de documentar fallas en SAP.
Instrumentista	Consideran pertinente agregar una breve guía de cómo exportar los datos de órdenes y avisos a Excel desde SAP, lo que facilitaría la consolidación de reportes semanales y el cruce con hojas de control propias del área.
CBM	El equipo de mantenimiento basado en condición recomienda incluir ejemplos de cómo asociar resultados de análisis predictivos (como vibraciones o termografía) con la generación de avisos en SAP. Además, sugieren incluir un flujo orientado a tareas no programadas detectadas por monitoreo.

Nota. Compilada por el autor a partir de la retroalimentación de los encargados de cada área

4.3.3. Aplicar encuestas de satisfacción y evaluación de comprensión a usuarios con o sin experiencia en SAP-PM, con el fin de evaluar su claridad y utilidad

Con el propósito de evaluar la claridad, utilidad y aplicabilidad del manual SAP-PM, se diseñó y aplicó una encuesta dirigida a usuarios tanto con experiencia como sin conocimientos previos en el sistema. La herramienta incluyó preguntas orientadas a medir el grado de comprensión de los contenidos, la facilidad de navegación en el instructivo y la percepción general del material como recurso de apoyo en labores de mantenimiento. Esta actividad permitió identificar fortalezas en el diseño del manual y oportunidades de mejora a partir del análisis de resultados y retroalimentaciones obtenidas.

Como parte del proceso de validación de la comprensión del manual SAP-PM, se aplicaron una serie de preguntas de opción múltiple a los participantes. Estas preguntas estuvieron orientadas a evaluar el conocimiento adquirido respecto al manejo del sistema y sus transacciones clave. A continuación, se presentan las preguntas, sus opciones de respuesta y la opción correcta, las cuales sirvieron como base para el análisis de desempeño técnico.

Tabla 4.

Cuestionario de evaluación técnica

Pregunta	Opciones	Respuesta Correcta
¿Cuál es el código de transacción que se utiliza para modificar una orden de mantenimiento existente?	a) IW31 b) IW38 c) IW32 d) IW21	c) IW32
¿Para qué sirve la transacción IW28 en el módulo SAP-PM?	a) Consultar avisos b) Modificar múltiples avisos de forma masiva c) Crear orden d) Agregar materiales	b) Modificar múltiples avisos de forma masiva
¿Qué función tiene el campo “Fecha de revisión” en una orden de mantenimiento?	a) Fecha de falla b) Definir cuándo se va a ejecutar la orden c) Cierre técnico d) Asociar a un aviso	b) Definir cuándo se va a ejecutar la orden
¿Qué se logra al presionar el ícono de 'Costear' en una OM?	a) Finalizar b) Registrar técnico c) Calcular automáticamente el valor estimado de la intervención d) Asociar materiales	c) Calcular automáticamente el valor estimado de la intervención

Nota. La tabla compila las preguntas de evaluación técnica aplicadas, con sus respectivas opciones y respuestas correctas

Como parte del proceso de evaluación del manual SAP-PM, fue necesario contar con la participación de distintos colaboradores que representaran perfiles reales dentro del entorno operativo de la empresa MASA MAGNEX. Para ello, se seleccionaron diez personas que desempeñan funciones técnicas o administrativas vinculadas directa o indirectamente al área de

mantenimiento. La diversidad de cargos permitió obtener una visión más amplia sobre la utilidad y comprensión del manual, tanto desde la perspectiva de usuarios con experiencia como de aquellos que apenas se enfrentaban por primera vez al uso del sistema. La siguiente tabla presenta el listado de participantes junto con el cargo que ocupaban al momento de aplicar la encuesta, información clave para interpretar los resultados obtenidos en función del perfil del encuestado.

Tabla 5.

Participantes proceso de validación

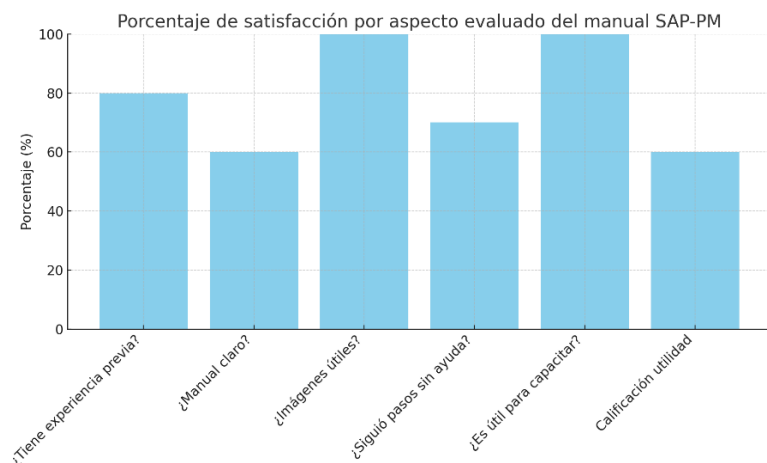
Nombre	Cargo
J.M.	Practicante Sena
J. J.	Practicante Sena
J. Ch.	Practicante Sena
F. P.	Practicante Sena
L. P.	Practicante Sena
C. P.	Planeador B
J. M.	Técnico mecánico 1A
A.G.	Programador A
J.L.	Planeador A
H. H.	Aprendiz Universitario

Nota. En la tabla se describe la muestra participante en la validación y sus respectivos cargos en la empresa MASA MAGNEX; se coloca las iniciales de sus nombres para proteger su identidad.

Se aplicó una encuesta a un grupo de diez usuarios con distintos niveles de experiencia, con el fin de evaluar su claridad, utilidad y facilidad de uso. Las preguntas estuvieron orientadas a identificar la percepción general del documento, la comprensión del contenido, el apoyo visual brindado por las imágenes y la facilidad con la que se pudo seguir cada procedimiento descrito. Los resultados recopilados fueron consolidados y representados gráficamente para facilitar su interpretación.

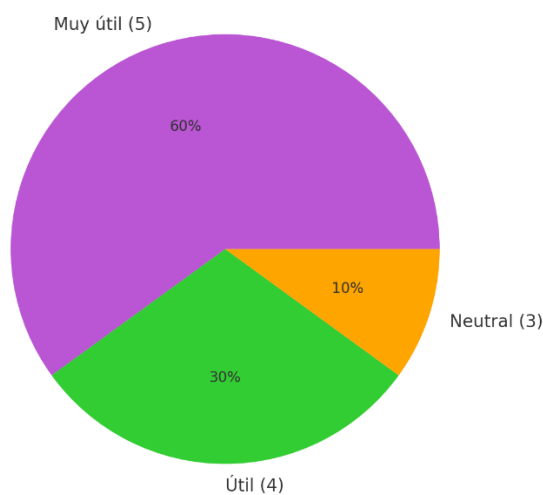
Figura 48.

Evaluación general del manual según criterios de percepción del usuario

**Figura 49.**

Calificación de la utilidad general del manual en una escala de 1 a 5

Percepción general sobre la utilidad del manual



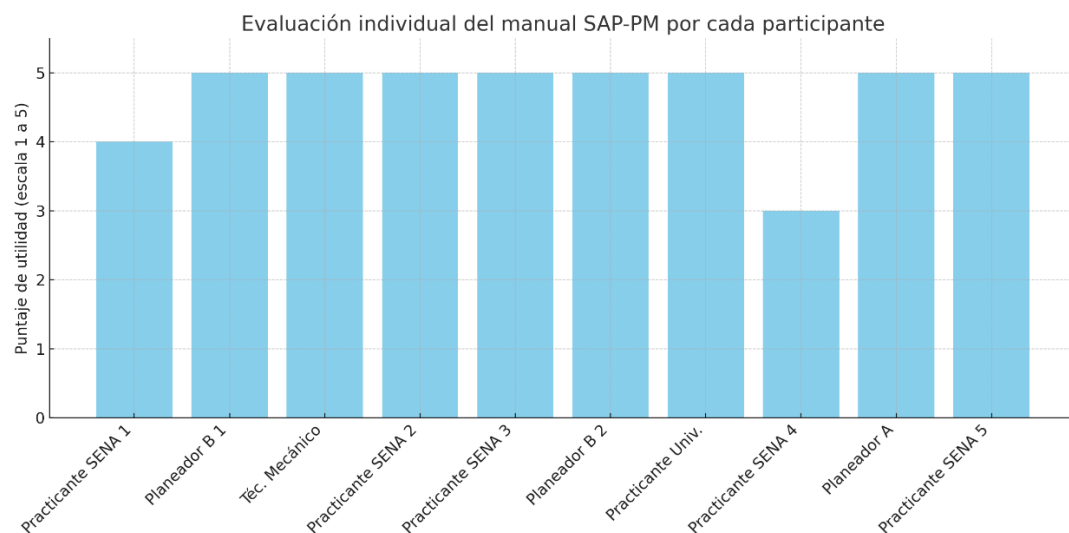
En la figura 48 se muestra la proporción de respuestas positivas frente a diferentes criterios evaluados del manual; y la figura 49 refleja la percepción global de su utilidad en una

escala de 1 a 5, permitiendo evidenciar su aceptación y valor como herramienta de capacitación.

Como se muestra en las figuras, los resultados fueron mayoritariamente favorables.

Figura 50.

Valoración individual de la utilidad del manual SAP-PM por perfil de usuario



Con el objetivo de medir la percepción individual sobre la utilidad del manual SAP-PM, se aplicó una encuesta de valoración a diferentes perfiles de usuarios que participaron en su validación. Los participantes, provenientes de distintas áreas como planeación, mantenimiento y prácticas académicas, calificaron de 1 a 5 la utilidad general del instructivo, siendo 5 la puntuación más alta. La gráfica 50 permite visualizar los puntajes asignados por cada uno de ellos, evidenciando el nivel de aceptación que ha tenido la herramienta en distintos perfiles de usuarios.

Capítulo 5. Conclusiones

La elaboración y validación del presente manual instructivo para el módulo SAP-PM representa un aporte significativo a los procesos de formación técnica dentro de la empresa MASA MAGNEX. A lo largo del desarrollo del proyecto, se identificaron las transacciones más relevantes del módulo, se documentaron con detalle sus funciones operativas, y se estructuró una guía visual e instructiva orientada a facilitar el aprendizaje autónomo de nuevos usuarios.

Desde una perspectiva técnica, el manual cubre con precisión el ciclo funcional del mantenimiento en SAP-PM, desde la creación de avisos hasta el cierre de órdenes, incluyendo procesos críticos como la planificación, asignación de recursos, programación de tareas y costeo automático. La estructura del documento permite una navegación fluida, apoyada por gráficos, capturas de pantalla y explicaciones contextualizadas que reflejan el entorno real de trabajo en la empresa.

La validación realizada a través de encuestas de satisfacción y pruebas de comprensión demostró que el manual cumple su función pedagógica. El 90% de los participantes logró identificar correctamente las funciones de las transacciones evaluadas, y más del 85% calificó el contenido como claro, útil y bien estructurado. Además, la retroalimentación de los planeadores y técnicos permitió identificar mejoras puntuales, como la sugerencia de incluir procesos complementarios como la exportación de datos a Excel.

En conclusión, el manual SAP-PM desarrollado en este proyecto no solo estandariza el conocimiento operativo dentro de la empresa, sino que también se convierte en una herramienta clave para la reducción de tiempos de capacitación, la disminución de errores en el uso del sistema y el fortalecimiento de la cultura técnica al interior de MASA MAGNEX.

Capítulo 6. Recomendaciones

Se recomienda que el manual elaborado no permanezca estático, sino que sea revisado y actualizado cada vez que se realicen cambios en la configuración del sistema SAP-PM o en la estructura organizacional de la empresa. Esto asegurará su vigencia y pertinencia en el tiempo.

El manual debe ser incorporado dentro de los programas de inducción y formación que la empresa ofrece a los nuevos colaboradores, de manera que sirva como herramienta guía en la curva de aprendizaje y reduzca los errores asociados al desconocimiento del sistema.

Si bien este trabajo se enfocó en SAP-PM, sería conveniente replicar la metodología en otros módulos relacionados como SAP-MM (gestión de materiales) y SAP-QM (gestión de calidad), con el fin de lograr una estandarización integral de la gestión industrial en Magnex Group.

Se sugiere que el manual no solo funcione como guía de consulta, sino también como base para recoger observaciones de los usuarios. La inclusión de espacios de retroalimentación permitirá perfeccionar su contenido y alinearlos con las necesidades reales del área de planeación.

Es recomendable fortalecer el seguimiento de indicadores de mantenimiento (MTBF, MTTR, disponibilidad, cumplimiento de planes preventivos) utilizando la información generada en SAP-PM. De esta manera, el manual se convierte en un insumo que no solo facilita la operación, sino también la toma de decisiones estratégicas.

Finalmente, se propone evaluar la posibilidad de implementar este manual instructivo en otras operaciones o sedes de Magnex Group, ya que su carácter estandarizado lo hace adaptable a diferentes entornos técnicos de la compañía.

Referencias

- Asociación Española de Normalización y Certificación. (2002). *Norma Española UNE-EN 13306 Terminología del mantenimiento*. 1–31.
- Bolaño, N (2022) *Plan de mejoramiento en la compañía Postobón S.A Manual guía SAP para practicantes nuevos en Postobón S.A en el área de Go To Market*. [Tesis de pregrado, Tecnológico de Antioquia]. Medellín.
- Campos, M., y Márquez, A. (2008). Review , Classification and Comparative Analysis of Maintenance Management Models. *IFAC*, 239–244. <https://doi.org/10.3182/20081205-2-CL-4009.00043>
- Campos, O., Tolentino, G., Taborda, V., y Rengifo, T. (2019). *Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, bases de datos y criticidad de efectos Omar*. *Instituto Politécnico Nacional MÉXICO*, 23, 51–59.
- Castañeda, O (2020) *Taxonomía de equipos de Instrumentación y control en el ERP -SAP para el departamento de servicios industriales en la gerencia refinería de Barrancabermeja - ECOPETROL S.A*. [Tesis de pregrado, Universidad Pontificia Bolivariana] Bucaramanga, Colombia.

- Castañeda, R (2018) *Practica empresarial ECOPETROL S.A. en gerencia refinería Barrancabermeja*, departamento de mantenimiento. [Tesis de pregrado, Universidad Pontificia Bolivariana] Bucaramanga, Colombia.
- Cherres, D., y Nauta, J (2015) *Estudio de implementación del sistema de mantenimiento predictivo en la compañía Ecuatoriana del caucho ERCO*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Cuenca, Ecuador.
- Cruz, J (2013) *Implementación del sistema SAP a los programas de mantenimiento preventivo y correctivo de la planta procesadora*. [Tesis de pregrado, Instituto tecnológico de Tuxtla] Gutiérrez Chiapas. México.
- Delgado, B. M. (2021). La capacitación laboral como herramienta de mejoramiento empresarial. *Revista boletín Redipe* 10 (6):305-31. DOI: <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i6.1327>
- Magnex Group (2025). Manual de Transacciones SAP-PM. *SAP ERP*. (1ª ed.) Magnex
- Garzón Gómez, J., y Rodríguez. D. (2008) Diseño de software de mantenimiento correctivo y preventivo para optimizar el funcionamiento de los equipos registrados en la empresa coolechera. In *Journal of Chemical Information and Modeling*.
<https://repositorio.utb.edu.co/handle/20.500.12585/1774#page=1>
- Hoke, L. (2009). Plant Maintenance with SAP Contents at a Glance. Galileo Press.

Jácome, L., y Pilataxi, A (2023) *gestion de mantenimiento del área de laminados en la empresa ADELCA mediante el programa SAP (PM)*. [tesis de pregrado, Universidad Técnica de COTOPAXI] Latacunga, Ecuador.

Kumar, S., y Kayasth, D. (2014). *MAKING BEST USE OF MIS IN ERP Author*.
<https://doi.org/10.13140/2.1.3851.3601>

Laverde, J., y Rodríguez, D. (2021). *Implementación del módulo SAP PM para la empresa Eterna S.A.* universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Ley 1341 (2009, 6 de septiembre). Congreso de la República
<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=36913>

Ley 1581 (2012, 17 de octubre). Congreso de la República
<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=49981>

Ley 1636 (2013, 24 de octubre). Congreso de la República
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=53493>

Ley 872 (2003, 30 de diciembre). Congreso de la Republica. Diario Oficial No. 45.418.
<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/ley-872-2003.pdf>

Medina, R. (2022). Tipos de mantenimiento en las unidades de medición de producción de pozos petroleros. *Enfoques*, 21, 37–49.

Mishelle, S. (2021). Mejora Del Sistema De Gestión De Mantenimiento A Través De La Implementación Del Módulo Pm De La Herramienta Sap Con El Fin De Aumentar La Eficacia De Los Procesos Del Área De Mantenimiento De Una Empresa De Licores En El Municipio De Mixco, Guatemala. In *Universidad de San Carlos de Guatemala* (Vol. 4). <http://emecanica.ingenieria.usac.edu.gt/sitio/wp-content/subidas/6articulo-iii-INDESA-SIE.pdf>

Natural, G. (2024). Manual Systems, Applications and Products in Data Processing. (1a ed.) Natural.

Okoh, P., y Wilson, A. (2016). AMMP : a new maintenance management model based on ISO 55000. *Ice Publishing*, 3(1), 21–27.

Organización Internacional de Normalización (2014) *Gestión de activos - Aspectos generales, principios y terminología*. (ISO 55000)

Organización Internacional de Normalización (2015). *Sistema de gestión de la calidad (ISO 9001)* <https://www.iso.org/es/contents/data/standard/06/20/62085.html>

- Organización Internacional de Normalización (2016). *Industrias del petróleo, petroquímica y del gas natural: recopilación e intercambio de datos de fiabilidad y mantenimiento de equipos* (ISO 14224) <https://www.iso.org/es/contents/data/standard/06/40/64076.html>
- Ortega, M., y Verona, E. (2004). *Implementación de indicadores de mantenimiento en el taller industrial ADIFE LTDA*. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de Bolívar] Venezuela
- Ortiz, A., Rodríguez, C., y Izquierdo, H. (2013). Gestión de mantenimiento en pymes industriales. *Revista Venezolana de Gerencia*, 18(61).
<https://doi.org/10.31876/revista.v18i61.11005>
- Pratama, D., Witjaksono, W., y Ambarsari, N. (2016). Penerapan Sistem Informasi Berbasis Enterprise Resource Planning Menggunakan SAP Modul Plant Maintenance di PT. *Len Industri*. 06(01), 37–50.
- Rayme, M y Díaz, J (2021) Mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en los equipos de medición. *Revista Científica y Tecnológica QANTU YACHAY* Volumen 1, Número 1. <https://doi.org/10.54942/qantuyachay.v1i1.8>
- Salmerón, J., y López, C. (2010). Modelo bidimensional de riesgos del mantenimiento de sistemas integrados de gestión (erp). *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de La Empresa*, 16(3), 154–171. [https://doi.org/10.1016/S1135-2523\(12\)60040-9](https://doi.org/10.1016/S1135-2523(12)60040-9)

Sánchez, D (2020) *Machine Learning para la detección automatizada de fallos*. Universidad Complutense de Madrid. España

Santamaría de la Cruz, H. (2008). Análisis de falla en perno de sujeción de unidad de bombeo mecánico Lufkin a640d – 427 – 144. *Prospectiva*, 6(No 1), 36–41.
<http://hdl.handle.net/11619/1385>

Souza, C, y Zwicker, R. (2000). Ciclo de vida de sistemas ERP. *Caderno de Pesquisa Em Administração*, 1(11), 1–12.

Strategicplatform. (2024). Transacciones SAP: guía completa por módulo. *Strategicplatform*.
<https://strategicplatform.com/articulos/transacciones-sap>

Tractian. (2023). Ebook-Sap-Pm. 1–53.

Troffé, P. M. (2009). Base de datos de confiabilidad , dirigido a la gestión del conocimiento y mitigación de riesgos. *Prerotecnia*, 12–23.

Vargas, M., y Urrego, M (2017) *Implementación de estrategias de mejora en el programa de mantenimiento existente en la división de montacargas de la empresa Belcorp, utilizando herramientas como el método Kantiano y mantenimiento proactivo*. [Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Bogotá. Colombia.

<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/2bbc4079-b97b-4510-90b8-224fd3b3d9e5/content>

Vera, A. B. (2006). Implementación de sistemas erp, su impacto en la gestión de la empresa e integración con otras tic. *Tecnología y Tic.* 4, 33–48.

Vicente, C. R. J. (2013). Implementación del Sistema SAP los Programas de mantenimiento preventivo y correctivo de la planta procesadora. (1ª ed.) Planeta.

Villanueva, E (2014). *La productividad en el mantenimiento industrial.* (1ª ed.) Patria

Villareal, A (2008) *Optimización de mantenimiento basado en condición (CBM) para una máquina tipo motor – bomba utilizando análisis por cadenas de Márkov.* [Tesis de pregrado, Universidad de Los Andes] Bogotá.

William Olarte, C., Marcela Botero, A., & Benhur Cañon, A. (2010). Técnicas de mantenimiento predictivo utilizadas en la industria. *Scientia et Technica* Año XVII, 2(45), 223–226.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4546591>