



Estudio y análisis del sistema de mantenimiento de la empresa

FADESA – Fabrica de Envases S.A. – Quito

para la implementación del módulo SAP PM (mantenimiento de planta).

Morán Vega, Diego Andrés

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Mecánica

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico

Mgs. Cabrera Mera, Absalón Guillermo

21 de octubre del 2021



Document Information

| | |
|-------------------|---------------------------------------|
| Analyzed document | TESIS_D.MORAN URKUND.pdf (D118258537) |
| Submitted | 2021-11-11 18:43:00 |
| Submitted by | |
| Submitter email | vaerazo@utn.edu.ec |
| Similarity | 2% |
| Analysis address | vaerazo.utn@analysis.orkund.com |

Sources included in the report

| | | |
|----------|--|---|
| W | URL: https://www.grupo-novatech.com/retos-que-enfrenta-la-industria-manufacturera-hoy-en-dia/ Fetched: 2021-11-11 20:05:00 |  2 |
| W | URL: https://blog.corponet.com.mx/un-software-erp-es-la-piedra-angular-de-la-industria-4.0-en-m%C3%A9xico Fetched: 2021-11-11 20:05:00 |  1 |
| W | URL: http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5863/fichero/PFC-5863-MATAS.pdf Fetched: 2021-11-11 20:05:00 |  5 |
| W | URL: https://www.grupovilaseca.com/es/nuestro-grupo.html Fetched: 2021-11-11 20:05:00 |  1 |
| W | URL: https://www.ceupe.com/blog/que-son-los-sistemas-erp.html Fetched: 2021-11-11 20:05:00 |  1 |
| W | URL: http://www.clusterpueblatic.mx/wordpress/blog/2015/07/21/sap-hana-la-plataforma-mas-adecuada-para-la-construccion-y-el-despliegue-de-la-proxima-generacion-aplicaciones-en-tiempo-real/ Fetched: 2021-11-11 20:05:00 |  1 |

Atentamente,



Ing. Absalón Guillermo Cabrera Mera, Msc.

C.I.: 180109959-7

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “**Estudio y análisis del sistema de mantenimiento de la empresa FADESA – Fabrica de Envases S.A. – Quito para la implementación del módulo SAP PM (mantenimiento de planta).**”, fue realizado por el señor **Morán Vega Diego Andrés** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 12 de septiembre del 2021



Ing. Cabrera Mera Absalón Guillermo
C. C. 180109959-7



DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Morán Vega Diego Andrés**, con cédula de ciudadanía 172351554-8, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“Estudio y análisis del sistema de mantenimiento de la empresa FADESA – Fabrica de Envases S.A. – Quito para la implementación del módulo SAP PM (mantenimiento de planta).”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Morán Vega Diego Andrés
C.C.: 1723515548



DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **Morán Vega Diego Andrés**, con cédula de ciudadanía 1723515548, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: “**Estudio y análisis del sistema de mantenimiento de la empresa FADESA – Fabrica de Envases S.A. – Quito para la implementación del módulo SAP PM (mantenimiento de planta).**” en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.


.....
Morán Vega Diego Andrés
C.C.: 1723515548

Dedicatoria

Mi trabajo, mi título quiero dedicarlo a las personas que estuvieron conmigo en este largo camino.

A mi madre que fue mi fortaleza para seguir adelante, que por su lucha como mujer guerrera supo llevarme a la meta, con humildad, cariño y mucho amor.

A mis hermanos que nunca dejaron de creer en mí y siempre me apoyaron, a mi abuelo Eduardo Morán, que es mi ejemplo de hombre que algún día quisiera llegar a ser.

A mi mejor amiga, que siempre estuvo para aconsejarme y darme el ánimo para no darme por vencido.

A mi compañera de vida Lizeth y a su madre, por estar a mi lado y a pesar de todo apoyarme incondicionalmente, con mucha paciencia y amor.

Diego Andrés Morán Vega

Agradecimiento

Agradezco a mi amada madre Susana, por guiarme hasta el final de mi formación académica, por hacerme una persona humilde, sencillo y trabajador que cada uno de mis triunfos actuales y próximos se los debo a ella, a la mujer que me dio la vida.

A mis hermanos por seguir el ejemplo de mi madre e inculcar ese ejemplo en nuestra única meta es siempre luchar por ser mejores

A mi familia, por sus consejos y sus palabras de apoyo.

Agradezco al Ing. Freddy Díaz, jefe Regional de FADESA Quito, por permitirme realizar el presente proyecto y confiar en mis habilidades para desarrollarlo con éxito.

Agradezco a mi director de proyecto Msc. Guillermo Cabrera, por su guía en el desarrollo del presente proyecto, y por su amistad.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas por haber sido el lugar y centro de formación.

A las amistades de mi vida universitaria, que para bien o mal, encontré en este camino gracias por todo lo vivido y aprendido.

Gracias Totales.

Diego Andrés Morán Vega

Índice General

| | |
|---|----|
| Resultados Urkund | 2 |
| Certificado de aprobación del tutor | 3 |
| Certificado de responsabilidad de los estudiantes | 4 |
| Autorización de publicación | 5 |
| Dedicatoria | 6 |
| Agradecimiento..... | 7 |
| Resumen | 14 |
| Abstract | 15 |
| Capítulo I | 16 |
| Generalidades | 16 |
| Introducción | 16 |
| Antecedentes..... | 19 |
| Justificación e importancia..... | 21 |
| Objetivos | 23 |
| Objetivo General | 23 |
| Objetivos Específicos..... | 23 |
| Alcance del proyecto | 24 |
| Capítulo II | 25 |
| Marco de Referencia | 25 |
| Gestión de mantenimiento | 25 |
| Sistemas de Mantenimiento | 27 |

| | |
|--|----|
| Mantenimiento Correctivo | 27 |
| Mantenimiento Preventivo..... | 29 |
| Mantenimiento Predictivo | 32 |
| Sistemas ERP | 33 |
| Sistemas ERP y su utilización | 34 |
| Descripción de SAP ERP | 35 |
| Módulo Mantenimiento de Planta “PM” | 43 |
| Capítulo III | 45 |
| Caracterización de la empresa y sus líneas de producción..... | 45 |
| Reseña histórica de Fábrica de Envases S.A. FADESA | 45 |
| Políticas y estructura organizacional..... | 47 |
| Líneas de Producción, procesos y productos..... | 49 |
| “Línea General” | 50 |
| “Aluminio” | 52 |
| Mercado y Clientes | 54 |
| Capítulo IV..... | 56 |
| Levantamiento y procesamiento de datos..... | 56 |
| Análisis del sistema de mantenimiento actual..... | 56 |
| Descripción del sistema..... | 56 |
| Diagnóstico del sistema..... | 56 |
| Levantamiento de datos e implementación de “datos maestros”..... | 57 |
| Puestos de trabajo | 61 |
| Ubicaciones técnicas | 67 |
| Equipos de planta | 71 |
| Planes de Mantenimiento..... | 78 |
| Lista de materiales..... | 90 |

| | |
|---|-----|
| | 10 |
| Catálogos..... | 92 |
| Capacitación al personal de mantenimiento | 94 |
| Capítulo V..... | 96 |
| Resultados..... | 96 |
| Resultados Obtenidos. | 96 |
| Planes y cronogramas de mantenimiento..... | 100 |
| Beneficios de la implementación..... | 103 |
| Capítulo VI..... | 104 |
| Conclusiones y Recomendaciones | 104 |
| Conclusiones..... | 104 |
| Recomendaciones..... | 105 |
| Capítulo VI..... | 106 |
| Análisis económico | 106 |
| Costos directos | 106 |
| Costos indirectos..... | 106 |
| Gasto total..... | 107 |
| Bibliografía..... | 108 |
| ANEXOS | 111 |

Índice de Tablas

| | | |
|-----------------|---|------------|
| Tabla 1 | <i>Descripción de los módulos de SAP ERP.....</i> | <i>41</i> |
| Tabla 2 | <i>Diagnóstico del sistema actual de mantenimiento.</i> | <i>57</i> |
| Tabla 3 | <i>Datos Maestros.</i> | <i>58</i> |
| Tabla 4 | <i>Descripción de la ficha nemotécnica para “Puestos de Trabajo”.</i> | <i>63</i> |
| Tabla 5 | <i>Tipo de Función / Especialidad por Puesto de Trabajo.....</i> | <i>63</i> |
| Tabla 6 | <i>Grado de especialidad por Puesto de Trabajo.....</i> | <i>64</i> |
| Tabla 7 | <i>Tipo de actividad o tipo de trabajo por Puesto de Trabajo.</i> | <i>65</i> |
| Tabla 8 | <i>Puesto de trabajo del personal de FADESA QUITO.....</i> | <i>65</i> |
| Tabla 9 | <i>Unidades de negocio presentes en el Grupo Villaseca.....</i> | <i>68</i> |
| Tabla 10 | <i>Áreas funcionales según el centro logístico o sucursales.</i> | <i>69</i> |
| Tabla 11 | <i>Secciones de áreas de infraestructura.</i> | <i>69</i> |
| Tabla 12 | <i>Ejemplo de jerarquía de áreas de producción.</i> | <i>70</i> |
| Tabla 13 | <i>Representación de levantamiento de información de un equipo u objeto técnico.....</i> | <i>75</i> |
| Tabla 14 | <i>Continuación del ejemplo de levantamiento de información de un equipo u objeto técnico.</i> | <i>77</i> |
| Tabla 15 | <i>Reporte del levantamiento de un equipo u objeto técnico.....</i> | <i>78</i> |
| Tabla 16 | <i>Ejemplo de elaboración de paquetes de mantenimiento por estrategia.</i> | <i>80</i> |
| Tabla 17 | <i>Parámetros de programación de planes de mantenimiento.....</i> | <i>85</i> |
| Tabla 18 | <i>Ejemplo de lista de materiales de un equipo.</i> | <i>91</i> |
| Tabla 19 | <i>Costos de Elaboración</i> | <i>106</i> |
| Tabla 20 | <i>Honorarios docente.....</i> | <i>107</i> |

Índice de Figuras

| | | |
|------------------|--|----|
| Figura 1 | <i>Retos de la transformación digital en la industria.</i> | 17 |
| Figura 2 | <i>Categorización de actividades de mantenimiento</i> | 25 |
| Figura 3 | <i>Curvas de posibles fallas en el mantenimiento correctivo</i> | 28 |
| Figura 4 | <i>Diagrama representativo de mantenimiento correctivo</i> | 28 |
| Figura 5 | <i>Diagrama representativo de mantenimiento preventivo</i> | 30 |
| Figura 6 | <i>Diagrama representativo de mantenimiento predictivo.</i> | 32 |
| Figura 7 | <i>Representación de la integración de un sistema ERP.</i> | 33 |
| Figura 8 | <i>Representación de integración de SAP con otras aplicaciones.</i> | 37 |
| Figura 9 | <i>Logotipo y ventana interfaz de SAP GUI.</i> | 38 |
| Figura 10 | <i>Logotipo y ventana interfaz de SAP Fiori</i> | 38 |
| Figura 11 | <i>Representación de los módulos de SAP</i> | 40 |
| Figura 12 | <i>Organigrama de los módulos de SAP</i> | 40 |
| Figura 13 | <i>Representación de la integración de SAP PM con otros módulos.</i> | 43 |
| Figura 14 | <i>Ubicación de las sucursales de FADESA en la ciudad de Guayaquil.</i> | 46 |
| Figura 15 | <i>Ubicación de la sucursal de FADESA en la ciudad de Quito.</i> | 46 |
| Figura 16 | <i>Representación organizacional de FADESA QUITO.</i> | 48 |
| Figura 17 | <i>Representación del proceso de las líneas de producción</i> | 49 |
| Figura 18 | <i>Diagrama de proceso de producción de Línea General.</i> | 51 |
| Figura 19 | <i>Diagrama de proceso de producción de Aluminio.</i> | 54 |
| Figura 20 | <i>Envases metálicos soldados.</i> | 55 |
| Figura 21 | <i>Tubos colapsibles de aluminio.</i> | 55 |
| Figura 22 | <i>Esquema de la funcionalidad de datos maestros con la gestión del área de mantenimiento.</i> | 58 |
| Figura 23 | <i>Flujo de levantamiento de datos y manejo de la información.</i> | 59 |
| Figura 24 | <i>Representación de la interacción de los datos maestros.</i> | 60 |

| | | |
|------------------|---|-----|
| Figura 25 | <i>Personal operativo, técnico y de calidad de FADESA.</i> | 61 |
| Figura 26 | <i>Interfaz de SAP PM ejemplo de capacidad del puesto de trabajo.</i> | 66 |
| Figura 27 | <i>Reporte del levantamiento de información de ubicaciones técnicas.</i> | 70 |
| Figura 28 | <i>Funcionalidad de estrategia de mantenimiento.</i> | 79 |
| Figura 29 | <i>Selección de paquetes de mantenimiento según la estrategia.</i> | 80 |
| Figura 30 | <i>Representación de planeación compartida de hojas de ruta.</i> | 82 |
| Figura 31 | <i>Selección de parámetros de programación de un plan de mantenimiento preventivo.</i> | 88 |
| Figura 32 | <i>Representación de funcionalidad de catálogo de mantenimiento.</i> | 92 |
| Figura 33 | <i>Diagrama ejemplo implementación de un catálogo de mantenimiento.</i> | 93 |
| Figura 34 | <i>Evento de lanzamiento operativo de SAP, en FADESA QUITO.</i> | 96 |
| Figura 35 | <i>Interfaz de SAP con las ubicaciones técnicas establecidas.</i> | 97 |
| Figura 36 | <i>Ejemplo de la estructuración de los equipos en la ubicación técnica de la línea de producción.</i> | 98 |
| Figura 37 | <i>Ejemplo de equipo con sus sistemas funcionales y componentes en SAP.</i> | 99 |
| Figura 38 | <i>Ejemplo de lista de materiales asociado a un equipo cargado en SAP.</i> | 99 |
| Figura 39 | <i>Listado de planes de mantenimiento en la interfaz de SAP.</i> | 100 |
| Figura 40 | <i>Disponibilidad laboral del técnico mecánico y eléctrico.</i> | 101 |
| Figura 41 | <i>Cronograma de actividades de mantenimiento en interfaz de SAP.</i> | 102 |

Resumen

En el presente trabajo de titulación se realizó la implementación de un sistema ERP, que servirá como ayuda en la gestión del área de mantenimiento a través del software SAP.

Como primera etapa se procedió con el levantamiento y recopilación de información de las máquinas de la planta, para alimentar la base de datos en el módulo de mantenimiento SAP PM, en la empresa Fábrica de Envases S.A (FADESA) - Quito.

A continuación, se realizó el levantamiento de planes de mantenimiento mecánico y eléctrico con la recopilación información del histórico de actividades mecánicas y eléctricas que se realizaron a las máquinas y actualizándolas al plan de mantenimiento preventivo actual, con sus respectivos repuestos para evitar paras por falta de stock y para completar con éxito las actividades planificadas.

Por último, se realizaron las pruebas de funcionalidad del software y de las transacciones que gestiona el área de mantenimiento, dejando una herramienta funcional y que permita mejorar los procesos de gestión del área de mantenimiento, con datos en tiempo real para el conocimiento de indicadores claves de rendimiento del área permitiendo se pueda tomar acciones de mejora.

Palabras clave:

- **MANTENIMIENTO**
- **SOFTWARE**
- **ERP**
- **GESTIÓN**
- **TRANSFORMACIÓN**

Abstract

In the present degree work, the implementation of an ERP system was carried out, which will serve as an aid in the management of the maintenance area through SAP software.

As a first stage, the information on the machines was collected to feed the database in the SAP PM maintenance module, in the company Fábrica de Envases S.A (FADESA) - Quito.

As a next step, the lifting of mechanical and electrical maintenance plans was carried out with the compilation of information on the history of mechanical and electrical activities that were carried out to the machines and updating them to the current preventive maintenance plan, with their respective spare parts to avoid stops due to lack of stock and to successfully complete the planned activities.

Finally, the functionality tests of the software and of the transactions managed by the maintenance area were carried out, leaving a functional tool that allows improving the management processes of the maintenance area, with real-time data for the knowledge of key indicators performance of the area allowing improvement actions to be taken.

Keywords:

- **MAINTENANCE**
- **SOFTWARE**
- **ERP**
- **MANAGEMENT**
- **TRANSFORMATION**

Capítulo I

Generalidades

Introducción

En la actualidad existen retos a los que las grandes y medianas empresas del sector manufacturero en el Ecuador se enfrentan a diario. Retos que se producen debido a la competencia global, la transformación de los mercados, ciberseguridad y el constante cambio de las tecnologías de la información.

La competencia global entre las industrias coloca un nuevo líder que posee la economía más competitiva del mundo, este es China, desplazando a Estados Unidos de ese puesto. Según un informe de Deloitte, The Future of Manufacturing (Samaniego, s.f.). En el mismo se menciona que para mantener ese tan privilegiado lugar se debe apostar por tecnologías avanzadas en sus procesos de producción y dirigir el talento del capital humano como un impulsor de competitividad.

Por otro lado, la transformación de los mercados a una era digital busca implementar estrategias como: crear un compromiso con el cliente en el uso de plataformas virtuales, resolver consultas e informar promociones, crear una innovación de marketing, presentando los productos de una manera llamativa y a través de canales digitales (Facebook, Instagram, YouTube, etc.) soluciones que buscan llamar la atención de clientes potenciales.

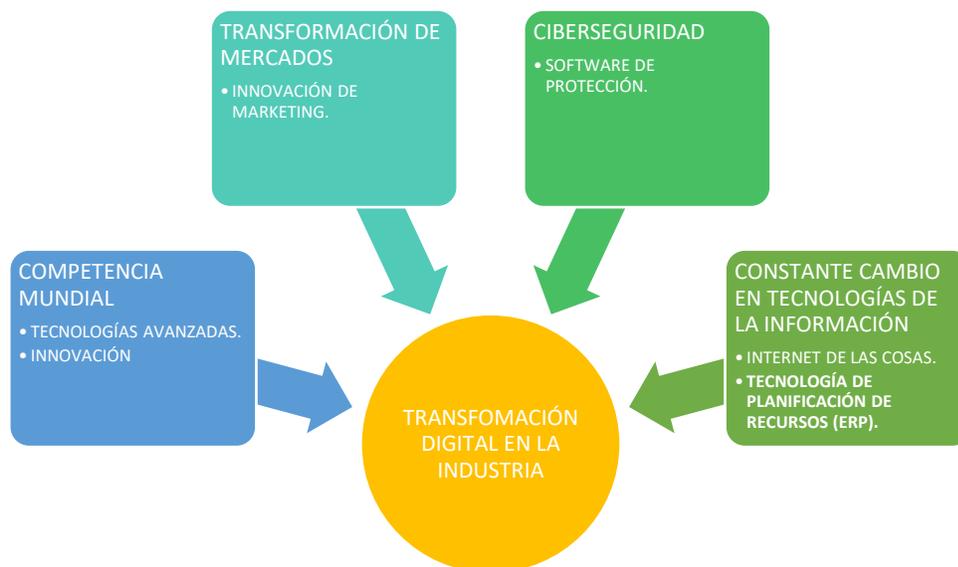
La ciberseguridad se encarga que las transacciones monetarias realizadas por los clientes sean realizadas sin ninguna novedad y a través de un software especializado evitar ataques cibernéticos producidos por hackers o difusión de información personal.

El constante cambio de las tecnologías de la información, se refiere a el sinnúmero de innovaciones tecnológicas que existen en la actualidad. Entre las más relevantes se encuentran la automatización de procesos de producción, el internet de las cosas, la robótica, la información manejada directamente desde la nube y la tecnología de planificación de recursos (ERP).

Es importante destacar que la implementación del internet de las cosas está experimentando un crecimiento notorio en las empresas, con la conexión de millones de dispositivos en tiempo real, el uso de sensores y la tecnología de planificación de recursos empresariales (ERP), permite administrar volúmenes de datos que pueden ayudar a formular ideas que conduzcan a una mejor toma de decisiones incrementando la productividad, mejorando la calidad del producto y disminuyendo los costos de producción.

Figura 1

Retos de la transformación digital en la industria.



Como se puede observar el proceso de transformación digital implica una gran inversión monetaria, automatizar los procesos de producción y un gran compromiso del capital humano de la empresa para enfrentar estos cambios.

Adicional a estos se debe considerar la globalización o el tránsito hacia una economía basada en el conocimiento y las nuevas tecnologías de información que se deben enfrentar las empresas en la actualidad, esto ha provocado importantes cambios en el manejo de la gestión empresarial a través de un sistema de gestión integral.

En efecto, según se menciona en la revista digital Blog Corponet, pionera en implementación de ERP. La importancia de la implementación de un software ERP, representa la piedra angular¹ en el proceso de transformación digital esto porque “permite trabajar de forma más inteligente y rápida, liberando al equipo de trabajo de las tareas manuales para pasar más tiempo centrándose en la innovación del producto.” (Castro, 2019).

Los sistemas ERP tienen como objetivo principal optimizar la gestión de todos los recursos de una empresa, a través de la integración de datos de los diferentes departamentos y áreas funcionales.

En el presente proyecto se realizará el procesamiento de la información o datos maestros² que servirán como pilar fundamental en la implementación del módulo de mantenimiento de planta SAP PM, con esto se busca manejar una estructuración en la planta y una gestión adecuada de los equipos que intervienen en los procesos de

¹ Piedra Angular: trata a la piedra fundamental con la cual se inicia la construcción de un edificio.

² Dato Maestro: Información que permanece por un largo periodo de tiempo en el sistema y que forma base para interactuar con los procesos internos del software.

producción, elaborando los planes de mantenimiento preventivo y verificando el respectivo cumplimiento.

Antecedentes

En Ecuador, se han realizado trabajos referentes a la implementación de sistemas ERP en el área de mantenimiento siendo así el caso del trabajo realizado por Jhonattan Sanmartin y Manuel Quezada en su tesis de grado: "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA CERÁMICA ANDINA C.A.", se realiza un análisis y procesamiento de información necesaria para implementar el software de gestión de mantenimiento asistido por computadora conocido como MCA, del cual se obtuvo como resultados que: se pudo "gestionar de mejor manera los procesos, recopilar la información, planificar, actualizar y comunicar entre los diferentes departamentos de la empresa", ... además de "obtener informes de manera rápida y eficiente, los mismos que se usarán para la toma de decisiones por parte de la gerencia." (Sanmartin Quishpi & Quezada Tocto, 2015).

En conclusión, la ayuda de una herramienta informática mejora la manera de dirigir el departamento de mantenimiento, asimismo ayuda a recolectar información para facilitar la toma de decisiones que permitan la mejora continua de la empresa.

También cabe señalar trabajos de implementación de SAP del módulo PM (mantenimiento de planta), el trabajo de titulación realizado en el año 2011, en la Universidad Nacional Autónoma de México por parte de Jorge López Flores, "IMPLANTACION DEL MÓDULO DE PM (MANTENIMIENTO DE PLANTA) DE SAP R/3, EN UN LABORATORIO FARMACÉUTICO", presenta el caso de implementación en el grupo empresarial TechSphere, en el cual menciona que:

“Lo más valioso de este proceso es que cuando se diseña un proceso nuevo; se genera un modelo teórico; se construye un sistema, se corrige y finalmente se pone en marcha. Recorrer todos estos pasos de una visión completa que permite la evolución o la mejora continua de cada operación”.
(López Flores, 2011)

El autor enfatiza que este proceso de implementación genera un nuevo modelo de gestión empresarial el que busca corregir el modelo empresarial actual, para dar paso a la mejora de todas sus operaciones de gestión.

Además, el autor menciona que:

“He visto gerentes o directores de operaciones, que deciden mantenerse al margen del ERP, bajo la idea de que, para ellos lo importante es “dar resultados” y no la operación de un sistema; quedar simplemente rezagados y rebasados, ya que como se ha mencionado antes, un ERP impone un replanteamiento de las estrategias de administración e incluso, de los objetivos que se persiguen”. (López Flores, 2011)

Por lo mencionado anteriormente, la clave de la implementación del sistema ERP, buscando el crecimiento empresarial, con la ayuda del software analizar la información recolectada y tomar decisiones de mejora en la empresa.

Por otro lado en España, se presenta el proyecto de fin de carrera de Antonio Javier Matas Aguilar “Desarrollo y puesta en marcha del mantenimiento preventivo, mediante SAP PM, en una empresa de distribución de productos farmacéuticos”, en este menciona el desarrollo e implementación del módulo PM de SAP, para la empresa CECOFAR, detalla sus procesos productivos y el paso a paso de la implementación, además realiza un análisis histórico del ahorro y la mejora en la gestión del

departamento de mantenimiento como prioridad la ejecución de los planes de mantenimiento preventivo, así:

“Los planes de mantenimiento están en continua mejora para conseguir un estado de funcionamiento óptimo de todos los equipos instalados en la empresa. En dicha optimización, los técnicos de mantenimiento están siendo una importante pieza para la mejora de los planes de mantenimiento, ya que aportan muchas propuestas y posibles modificaciones para sacar un mayor rendimiento al sistema, tras ser ellos los que están continuamente trabajando sobre los equipos.” (Matas Aguilar, 2018)

Justificación e importancia

Un software ERP es un sistema de información centralizado que ayuda a una empresa en la toma de decisiones de los diversos departamentos, recolectando datos históricos y facilitando la gestión de los procesos administrativos de la empresa.

Hoy en día los sistemas de información son las herramientas principales en la toma de decisiones de las empresas a nivel mundial, pues de este depende que la empresa sobresalga o se hunda frente a la competencia.

Los sistemas de información actúan como el “sistema nervioso” de la empresa, porque el mismo relaciona las diversas áreas o departamentos en tiempo real además permite que la información se transmita de una manera ágil e inmediata.

Por estas razones los sistemas de información han dejado de ser considerados como una simple herramienta de comunicación, para convertirse en un elemento fundamental del control de la gestión empresarial, motivo por el cual esto representa la

necesidad de implementar un software de gestión ERP, que permita agilizar procesos, procedimientos, toma de decisiones, registro de actividades, etc.

Fábrica de Envases S.A. empresa dedicada a la manufactura de envases metálicos ha iniciado el proceso de transformación digital iniciando con la implementación de un sistema ERP, a través del software SAP.

Uno de los mejores sistemas ERP, a nivel mundial en la actualidad es SAP con más de 115 filiales en el mundo³ y presencia en todos los continentes, es un software diseñado para todas las empresas con funcionalidad dinámica entre áreas y con un alto grado de estandarización en sus procesos.

Definición del problema

Anteriormente se ha mencionado la importancia de implementar un sistema ERP que permita mejorar la gestión administrativa de una empresa, asimismo que se debe enfatizar la gestión en el departamento de mantenimiento siendo este soporte fundamental del área productiva de la empresa.

En la actualidad, FADESA maneja un sistema de gestión de mantenimiento obsoleto a través del software INFOMANTE, puesto que este presenta una configuración desactualizada, en su base de datos no presenta un soporte a las actividades de mantenimiento realizadas.

Como área de soporte de los procesos productivos, para la implementación del ERP, en el área de mantenimiento, se llevará a cabo el levantamiento, análisis y jerarquización de la información en la configuración informática del software SAP.

³ Obtenido de: SAP SE (Wikipedia, 2021)

En el presente proyecto se detalla el procedimiento de implementación del módulo de mantenimiento en SAP, solventando todas las falencias del software obsoleto de INFOMANTE y levantando un plan de mantenimiento preventivo en la empresa.

El presente proyecto es pionero a nivel nacional de trabajos de investigación realizados en el campo del mantenimiento industrial con el sistema SAP PM, esto lo diferencia de proyectos de igual índole.

Objetivos

Objetivo General

- Analizar el sistema de mantenimiento de la empresa FADESA Fabrica de Envases S.A, Quito, para la implementación del módulo de mantenimiento en el sistema SAP.

Objetivos Específicos

- Realizar el diagnóstico del sistema de mantenimiento actual de la planta.
- Identificar las máquinas y equipos de cada línea de producción con sus respectivos sistemas, subsistemas y componentes.
- Obtener la información sobre los componentes mecánicos y eléctricos que conforman las máquinas y equipos de la planta.
- Desarrollar los planes de mantenimiento y analizar datos e información obtenida para generar los cronogramas de actividades a realizarse.

Alcance del proyecto

Se intervendrá en el módulo SAP PM, para alimentar la base de datos maestros con los requisitos que exige el sistema, de tal manera que en la puesta en marcha el software pueda funcionar de manera fluida y correcta a lo que se encuentra presente en la planta.

Se utilizará como software de soporte el Excel, con la finalidad de realizar reportes que se asemejen con la interfaz de SAP, es decir, los datos levantados con los prerequisites solicitados por SAP, los cuales se mencionarán más adelante.

Una vez culminado el presente proyecto se procederá a la entrega de los reportes Excel comparados con los obtenidos de la interfaz de SAP de:

1. Equipos de planta
2. Puestos de Trabajo
3. Planes de Mantenimiento
4. Catálogos de mantenimiento Causa- Efecto
5. Lista de materiales o listado de repuestos por máquinas

Capítulo II

Marco de Referencia

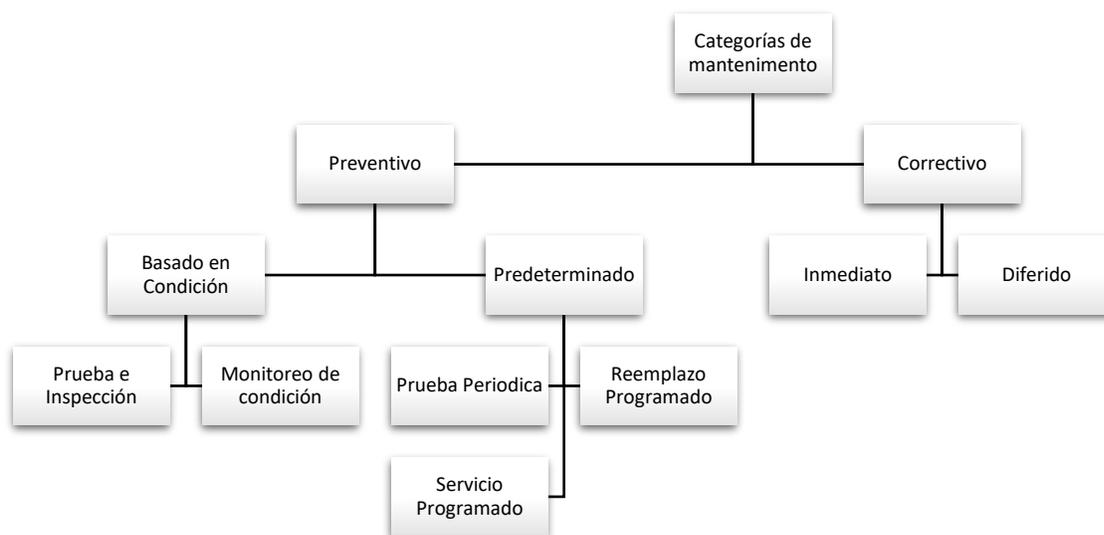
Gestión de mantenimiento

La Norma UNE-EN 13306 (2002) muestra al mantenimiento “como la combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión realizada durante el ciclo de vida de un elemento, destinada a conservarlo o a devolverlo a un estado en el que pueda desempeñar la función requerida” (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2002)

Según ISO 14224 (2016), menciona que la metodología del mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM por sus siglas en inglés), la misma que es reconocida a nivel mundial en el desarrollo de planes de mantenimiento que incluyan estrategias para mantenimiento preventivo, predictivo y búsqueda de fallas, así: “Esta metodología fue desarrollada inicialmente por la industria comercial de aviación de Estados Unidos para mejorar la seguridad y confiabilidad de sus equipos, por los empleados de la United Airlines Stanley Nowlan y Howard Heap en 1978 y, ha sido utilizada para determinar estrategias de mantenimiento de activos físicos en casi todas las áreas de trabajo en los países industrializados del mundo”. (Tolentino, Toledo, Tolentino, & Campos, 2019)

Figura 2

Categorización de actividades de mantenimiento



Fuente: Norma ISO 14224:2016, página 42

Las actividades de mantenimiento preventivo se dividen en:

- **Basado en condición:** existen actividades de mantenimiento que se realizan dependiendo del intervalo de tiempo programado o estado de la maquinaria.
- **Predeterminado:** Son los mantenimientos programados para realizar pruebas de funcionamiento, cambios de piezas o servicios externos que puedan ayudar a la maquinaria a evitar tener un percance en el proceso de producción.

Como mantenimiento correctivo se tienen dos tipos de actividades:

- **Inmediato:** Cuando ocurre una para de mantenimiento en la cual se necesita atender el equipo de emergencia ocasionando se detengan las líneas de producción.

- **Diferido:** mantenimiento correctivo programado que fue aplazado y se necesita atender cuando se realicen cambios de producto o calibración de las máquinas.

Sistemas de Mantenimiento

Existen variados sistemas que se utilizan para cumplir con los servicios de mantenimiento en las empresas, algunos de estos no solamente centran su atención en la tarea de cumplir con las actividades para corregir las fallas, sino que también buscan actuar antes de la aparición de las mismas, haciéndolo tanto sobre los bienes inmuebles de la institución, como en los equipos que se utilizan en los sistemas de producción.

A continuación, se detalla el tipo de actividades de acuerdo a lo siguiente:

- Mantenimiento Correctivo.
- Mantenimiento Preventivo.
- Mantenimiento Predictivo.

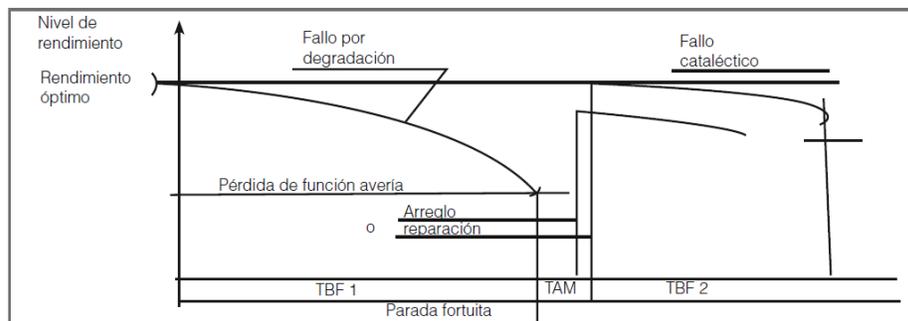
Mantenimiento Correctivo

Es un tipo de mantenimiento conocido como básico, su auge comprende desde el inicio de la revolución industrial hasta la primera guerra mundial, época en que la industria estaba muy poco mecanizada (Medrano Márquez, González Ajuech, & Díaz de León Santiago, 2017)

Son actividades que se realizan a los equipos, máquinas e infraestructura de una empresa, cuando presentan fallencias que impidan realizar con normalidad las operaciones para las que fueron diseñadas, en estas actividades se interactúa en el área directa donde se presenta la falla, con la finalidad de intercambiar repuestos de la máquina.

Figura 3

Curvas de posibles fallas en el mantenimiento correctivo

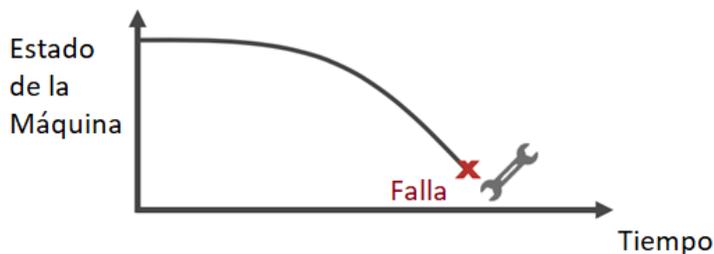


Nota: Extraído de: (Medrano, González, & Díaz de León, 2017)

En la Figura 3 se muestra las curvas de posibles fallas de funcionamiento de un equipo o sistema antes de llegar a detectar la falla, para empezar se puede ver al equipo en su rendimiento óptimo el equipo o sistema presenta una leve disminución en la capacidad de cumplir sus funciones como efecto de la degradación natural gradual hasta originar una parada fortuita, después realizando el mantenimiento adecuado el equipo vuelve a su capacidad inicial de funcionamiento de manera gradual y en un tiempo menor al primero el equipo vuelve a fallar esto produce un ciclo continuo de fallas, caso contrario se puede intervenir de manera preventiva alargando el TBF-tiempo entre fallas. (Medrano, González, & Díaz de León, 2017)

Figura 4

Diagrama representativo de mantenimiento correctivo



Nota: Extraído de: (The MathWorks Inc., 2019)

Intervenir en el equipo con actividades de mantenimiento correctivo una vez que ocurra un fallo inesperado de acuerdo a la criticidad del equipo se puede considerar como un tipo de mantenimiento de emergencia debido a la importancia que tiene en el proceso productivo, por ejemplo, no se puede decir que: una bombilla dañada represente el mismo nivel de criticidad que un rodamiento del motor de un avión.

Mantenimiento Preventivo

Se puede considerar un conjunto de actividades de mantenimiento preventivo siempre y cuando inicien mediante una inspección a los equipos o partes funcionales de estos con la finalidad de encontrar irregularidades en el funcionamiento o estado del mismo; este tipo de actividades deben realizarse de manera periódica dependiendo la frecuencia que se puede integrar en el plan de mantenimiento.

“Es la supervisión planificada, constante, regular y proyectada, así como la distribución de labores previstas como ineludibles, que se realizan en todas las instalaciones, máquinas o equipos, con la finalidad de reducir los casos de emergencias y permitir un mayor tiempo de operación en forma continua.” (Medrano Márquez, González Ajuech, & Diaz de León Santiago, 2017)

El mantenimiento preventivo busca reducir al máximo las interrupciones al flujo de los procesos productivos, conservando a los equipos, maquinas e instalaciones en condiciones óptimas de operación, de una manera eficiente y segura; la intervención por este tipo de mantenimiento se realiza de una manera programada, prevista y anticipada a la fecha posible con la que ocurra una falla y puede ser realizado por el operador de la máquina y/o el personal de mantenimiento asignado.

Una programación de mantenimiento preventivo incluye actividades como:

con un periodo de tiempo adecuado permite mantener a la máquina en funcionamiento evitando fallas que involucren el proceso productivo.

Existe una serie de ventajas al elaborar un plan de mantenimiento preventivo como son:

- Las propiedades físicas de la infraestructura de una empresa que cumplen con un plan de mantenimiento preventivo operan en condiciones óptimas, existe un mayor conocimiento del estado físico y condiciones de operación de las máquinas, con esto previene accidentes laborales y paras en las máquinas.
- Reduce e incluso suprime el tiempo muerto, es decir, tiempo que un equipo queda fuera de servicio debido a alguna falla, realizando los mantenimientos cuando la producción no se vea afectada.
- Extiende la vida útil de la maquinaria de la empresa, e incluso se conoce mejor los componentes internos y repuestos.
- Reducen los costos por reparación debido a que se reducen las fallas, por el control progresivo en las máquinas.
- Reduce el costo de los inventarios, debido a que mantiene un control anticipado en la cantidad, costo y descripción del repuesto a cambiar.
- Equilibra la carga de trabajo del personal evitando realizar tiempos extras innecesarios y tiempos sin justificar en las labores del personal.
- Incrementa la calidad de la producción debido a que se tiene un control optimizado en la transformación de los productos.

Mantenimiento Predictivo

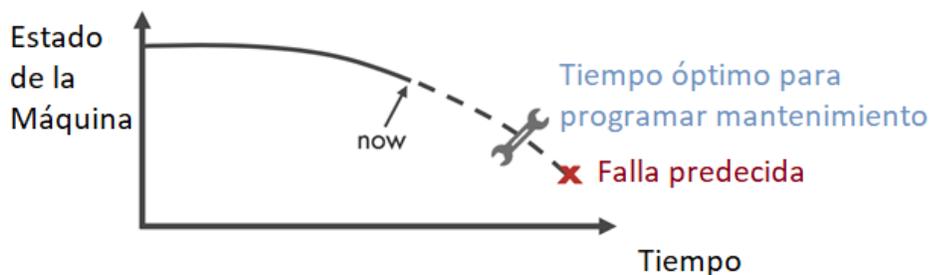
Muchas organizaciones buscan impedir que se produzca un fallo por mantenimiento. Un gran desafío con el mantenimiento preventivo es determinar el tiempo óptimo para evitar ocurra el fallo; a este tipo de mantenimiento se lo conoce como mantenimiento predictivo.

El mantenimiento predictivo examina mediante técnicas de análisis el estado de los elementos y equipos, estableciendo recomendaciones para intervenir de manera oportuna con labores de mantenimiento, en un periodo de tiempo anticipado evitando así ocurra un fallo.

Se puede entender como mantenimiento predictivo actividades que ayuden a predecir cuándo ocurrirá la falla en el equipo y así tomar acciones antes que esta ocurra, entre otras se puede mencionar actividades como: análisis termográfico, análisis de vibraciones y lubricación controlada de elementos móviles (rodamientos, chumaceras, cajas reductoras, etc.).

Figura 6

Diagrama representativo de mantenimiento predictivo



Nota: Extraído de: (The MathWorks Inc., 2019)

El mantenimiento predictivo permite conocer con anterioridad el momento en cual ocurrirá un fallo, así se puede predecir el tiempo óptimo para programar el mantenimiento del equipo, evitando fallas en el proceso operativo.

Sistemas ERP

ERP También conocido en español como Sistema de Planificación de Recursos Empresariales, es un conjunto de herramientas informáticas integrales conformada por unidades interdependientes denominadas “Módulos”, los mismos que sirven para controlar actividades organizacionales cotidianas, tales como contabilidad, gestión de proyecto, producción, mantenimiento etc.

Figura 7

Representación de la integración de un sistema ERP



Nota: Extraído de: (CEUPE MAGAZINE, 2021)

Entre los sistemas ERP más utilizados podemos mencionar a los siguientes:

- **SAP:** es uno de los sistemas más conocido a nivel mundial puesto que presenta una gran variedad en sus funciones ya que tiene aplicaciones compatibles con su software.

- **Oracle:** en sus inicios funcionaba como una empresa de software, de su experiencia con el uso de base de datos y el pasar de los años fue evolucionando a un ERP, principal competencia de SAP.
- **NetSuite:** sistema ERP dirigido a pequeñas y medianas empresas, puesto que presenta gran capacidad de adaptarse a las necesidades de negocios en crecimiento.

Sistemas ERP y su utilización

Cada módulo o producto del sistema ERP suele enfocarse en un área de negocios y al estar interrelacionados estos pueden combinarse entre diferentes módulos para tomar decisiones en conjunto; por ejemplo, los módulos de: Finanzas, recursos humanos, ventas y logística son módulos que trabajan en conjunto para la comercialización de producto terminado.

Así pues, cada área de negocios presenta una aplicación diferente en el sistema ERP, como por ejemplo los que se muestran a continuación.

- **Gestión de inventario:** controla el stock y el almacenaje de materiales que se utilizan en el proceso de producción y producto terminado.
- **Compras:** encargada de los procesos de aprovisionamiento de materiales necesarios en la planta.
- **Ventas y marketing:** procesa los pedidos de ventas desde consultas de productos hasta facturación.
- **Fabricación o Producción:** solventa los pedidos de venta mediante ordenes de producción, esto puede realizarse mediante una planificación previa o producción inmediata.

- **Mantenimiento:** encargado de registrar las actividades de mantenimiento realizadas a los equipos y repuestos utilizados en las mismas.

Descripción de SAP ERP

A inicios de los 60's se produce el primer logro de un sistema ERP a través de un software, con el trabajo conjunto de un fabricante de tractores y colaboradores de IBM, se obtuvo el cálculo del MRP a través de un medio informático, esto sirvió de método para planificar y programar materiales usados en la manufactura de productos complejos.

Años más tarde, SAP fue fundada en junio de 1969 por cinco exingenieros de IBM y su nombre proviene del alemán Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung (Sistemas, Aplicaciones y Productos en Procesamientos de datos). (Ferrer, 2020)

El ERP de SAP fue lanzado por primera vez en 1973, bajo el nombre SAP R/1, y ofrecía un sistema único para distintas tareas propias de un negocio, además se planteaba una visión estándar para el procesamiento de datos en tiempo real, uno de los logros más relevantes de R/1 es completar el módulo de contabilidad de activos.

Seis años más tarde SAP rediseño su prototipo inicial lanzando al mercado su versión mejorada de SAP R/2 el mismo que operaba en su propio servidor; por primera vez se decide ampliar la cartera de productos implementando más módulos en su base de datos.

Después de una etapa en el cual el software, no mejoró notablemente, hasta que en el periodo de 1985 a 1992 se desarrolló y lanzó la versión más conocida a nivel mundial de SAP, su versión R/3, con esta se pudo establecer el estándar de los

softwares de planificación de recursos empresariales (ERP). Esta versión tenía la particularidad de relacionar directamente al cliente con el servidor haciendo que las empresas funcionen de manera más eficiente.

A comienzos de 2004, SAP comienza a trabajar con Microsoft, el mayor fabricante de software del mundo, para trasladar SAP R/3 al sistema operativo Windows y un mes después se lanza su versión para Windows.

Una de las principales características del éxito de SAP en esta versión es que presenta una estrategia conjunta de internet con Microsoft a través de interfaces abiertas, los clientes podían conectar aplicaciones en línea a sus sistemas SAP R/3, convirtiéndose así en equivalente de software empresarial de alta calidad.

Con su visión de mejorar su producto SAP, lanza al mercado la primera versión de SAP NetWeaver una plataforma de tecnología integrada para todas las aplicaciones SAP.

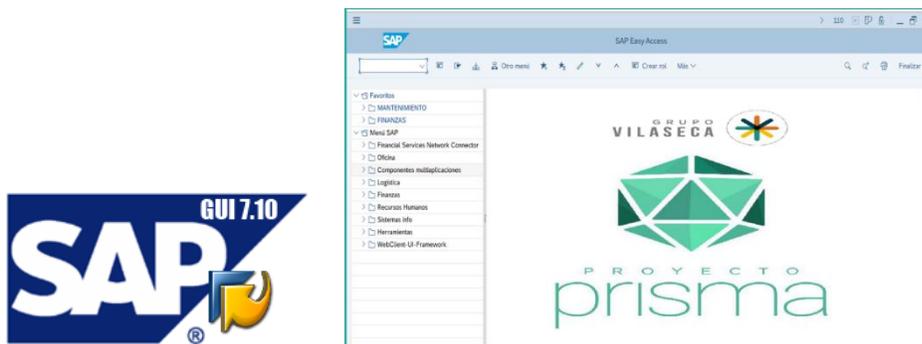
Para el año 2011 SAP presenta HANA una base de datos in-memory que permite analizar datos en segundos, lo cual agiliza enormemente los procesos, esta versión es ideal para trabajar en un entorno de Internet de las cosas (IoT), por la rapidez en obtener la información.

En el año de 2015 se presenta SAP S/4 HANA, un sistema de planificación de recursos empresariales (ERP) preparado para el futuro con tecnologías inteligentes incorporadas. (SAP, 2021)

Este software es diseñado con la meta de superar las limitaciones de sus antecesores, con nuevas aplicaciones como SAP Fiori, para dispositivos móviles, y a este lanzamiento le sigue el de SAP S/4 HANA, edición en la nube, brindando a sus clientes las herramientas necesarias para implementar la innovación empresarial.

Figura 9

Logotipo y ventana interfaz de SAP GUI



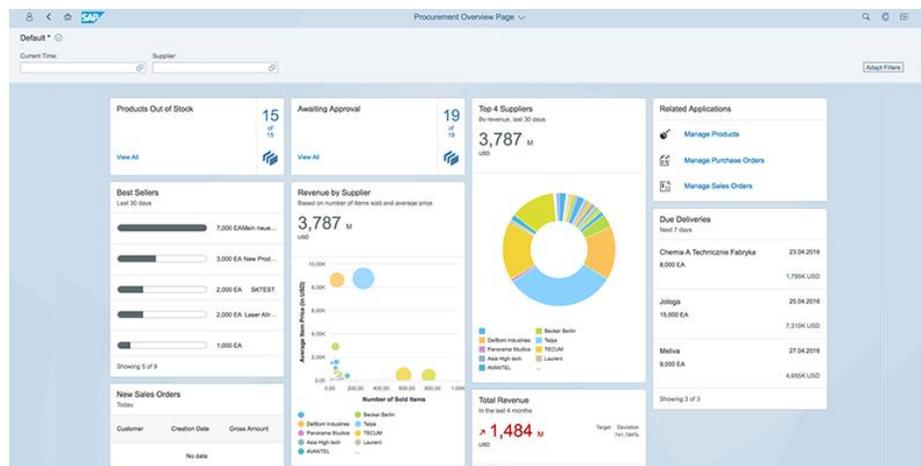
Nota: Extraído de: (Grupo Prisma, 2020)

Una de las aplicaciones más atractivas que presenta SAP a sus clientes es la alternativa de SAP Fiori puesto que esta permite interactuar directamente con el sistema desde un navegador, desde un teléfono móvil, lo que hace que su acceso sea fácil y rápido, evitando las limitaciones que trae consigo una instalación en un equipo de escritorio.

Figura 10

Logotipo y ventana interfaz de SAP Fiori





Nota: Extraído de: (Grupo Prisma, 2020)

Según lo anteriormente mencionado es necesario resaltar las características principales que han hecho de SAP, el software ERP, más utilizado en el mundo.

- **Información “On Line”:**

La información se encuentra disponible en la nube y en tiempo real.

- **Jerarquía de la información:**

La información se encuentra estructurada de manera que sea amigable y fácil de usar para el cliente.

- **Integración:**

La información se difunde entre todos los módulos y pueden tener acceso a ella en cualquier momento.

- **Mayor productividad:**

Optimiza y sistematiza los procesos de gestión centrales de la empresa, con la finalidad de obtener una mayor cantidad de datos, que permitan una toma de decisiones, con la cual se pueda mejorar la productividad y eficiencia.

- **Transparencia y control:**

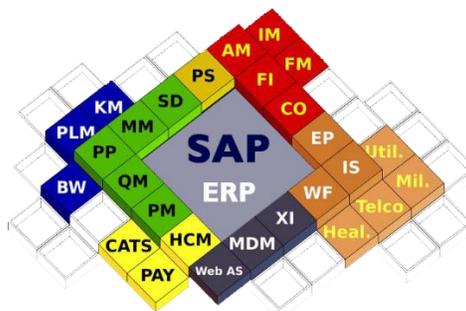
Amplía la transparencia y el control de la gestión del negocio, garantizando el cumplimiento de los estándares regulatorios de calidad.

- **Agilidad mejorada:**

Al obtener datos en tiempo real, se puede identificar rápidamente nuevas oportunidades y reaccionar a ellas.

Figura 11

Representación de los módulos de SAP

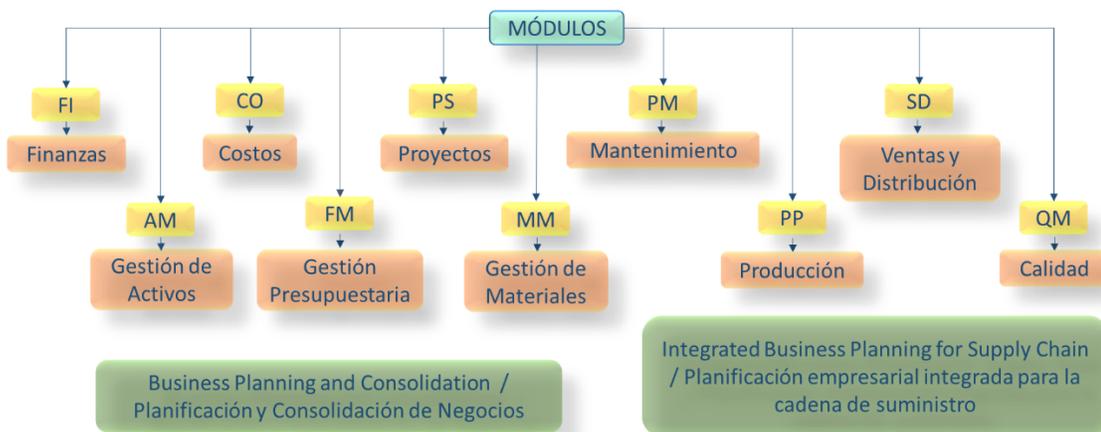


Nota: Extraído de: (Grupo Prisma, 2020)

Los módulos son las áreas funcionales del software que mediante configuración interna están interrelacionadas debido a que en sus transacciones de gestión una depende de otra, como por ejemplo el módulo de mantenimiento con el módulo de calidad; cuando se ha terminado de realizar una actividad de mantenimiento se necesita al personal de calidad que autorice la liberación del equipo, para que su funcionamiento en el proceso productivo cumpla con las características de calidad del producto terminado.

Figura 12

Organigrama de los módulos de SAP



Existen dos pilares importantes principales de asociación de los módulos de SAP, como podemos visualizar en la Figura 12 se tiene los módulos de planificación y consolidación de negocios, estos tienen como finalidad realizar las negociaciones para el corporativo y manejar el control de gastos de operación, entre otras y los módulos de planificación empresarial integrada para la cadena de suministro, se refieren a la gestión en los procesos de transformación de materia prima a producto terminado.

Tabla 1

Descripción de los módulos de SAP ERP

| MODULO | SIGLAS | DEFINICION |
|-------------------------------|--------|--|
| FINANZAS | FI | La tarea fundamental de la contabilidad principal consiste |
| CONTABILIDAD PRINCIPAL | GL | en proporcionar un balance general de la contabilidad y las cuentas externas además de la introducción al libro mayor, es decir, del registro completo de todas las operaciones contables. |
| FINANZAS | FI | Controla y enumera el inventario de activos fijos, los |
| ACTIVOS FIJOS | AM | categoriza según la naturaleza y centro de costo, lugar físico y categoría del bien. |

| MODULO | SIGLAS | DEFINICION |
|------------------------------------|---------------|---|
| FINANZAS | FI | Proporciona información para la administración del proceso |
| CONTABILIDAD | CO | de decisión y evaluación del plan de Ventas-Ingresos y Compras-Gastos. |
| FINANZAS | FI | La Gestión presupuestaria se encarga de presupuestar todos |
| GESTIÓN | FM | los ingresos y gastos para áreas de responsabilidad |
| PRESUPUESTARIA | | individuales, controlar los futuros movimientos de recursos de acuerdo con el presupuesto disponible y prevenir excesos en el presupuesto. |
| PROYECTOS | PS | Es la herramienta en SAP que nos permite controlar las diferentes actividades de un PROYECTO y su ejecución tanto operativa como financiera. |
| GESTIÓN DE MATERIALES | MM | Brinda soporte a todas las fases de gestión de materiales: planificación de necesidades y control, compras, entrada de mercancías, gestión de stock y verificación de facturas. |
| MANTENIMIENTO DE PLANTA | PM | El objetivo primordial es la corrección y prevención de daños en las máquinas y en la infraestructura física, crea información estructurada para un control de los recursos, mano de obra y costos de mantenimiento. |
| PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN | PP | las tareas propias de producir con base en los requerimientos, los diferentes materiales en proceso y producto terminado requeridos para cumplir el programa establecido y termina con la entrega del producto final. |
| CALIDAD | QM | Está diseñado para que el trabajo que se realice dentro de la compañía cumpla con los estándares más adecuados. Para ello toma en cuenta diversos aspectos: la calidad de los |

| MODULO | SIGLAS | DEFINICION |
|------------------------------|--------|--|
| | | proveedores, sus mercancías, inspecciones el stock de la compañía, el proceso de fabricación de productos y las ventas hacia los clientes. |
| VENTAS Y DISTRIBUCIÓN | SD | Maneja todos los procesos asociados a las ventas y distribuciones de bienes y servicios que se realizan con clientes. Es muy útil para trabajar en tareas del día a día, como la entrega de un producto o el procesamiento de un pedido. |

Módulo Mantenimiento de Planta “PM”

El módulo de SAP, PM Mantenimiento de planta, proporciona a una organización una herramienta para gestionar todas las actividades de mantenimiento, consta con actividades clave que incluyen inspección, notificaciones, mantenimiento correctivo y preventivo, reparaciones y otras medidas para mantener un sistema técnico eficaz.

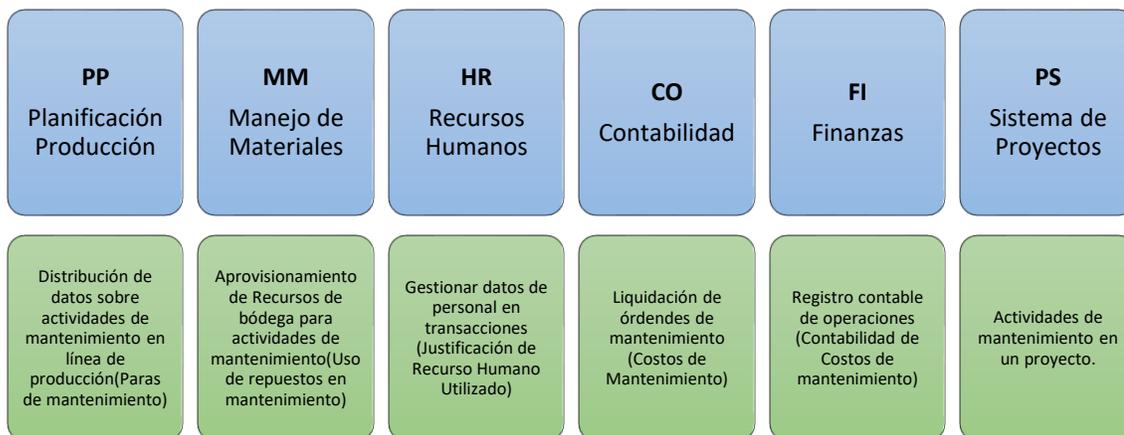
Todas las actividades de mantenimiento que se realizan están interconectadas y, por lo tanto, este módulo está estrechamente integrado con otros módulos como: planificación de producción, gestión de materiales, ventas y distribución, y proyectos.

(Arias, sf)

Figura 13

Representación de la integración de SAP PM con otros módulos.

PM - Mantenimiento de Planta



SAP PM, permite gestionar ordenes de mantenimiento según las necesidades en planta del personal de producción, además puede llevar conectados planes de mantenimiento preventivo que crean ordenes de mantenimiento automáticamente según se lo tenga programado, esto proporciona un manejo óptimo a las solicitudes de mantenimiento en una organización.

Gracias a esto se puede llegar a encontrar los motivos por los que existen paras de mantenimiento, identificar las causas por las que se ocasionaron, documentar, administrar y realizar la gestión adecuada para brindar un análisis adecuado a cada una de estas; además se puede planificar actividades del personal de mantenimiento (carga laboral diaria), controlar el uso de materiales (repuestos), registrar y liquidar costos de mantenimiento.

Para realizar estas actividades, el módulo de mantenimiento de la planta integra los siguientes submódulos:

- Gestión de objetos técnicos y registro datos maestros de equipos.

- Levantamiento de información de máquinas al módulo SAP, información técnica de los equipos, ubicaciones técnicas, puestos de trabajo de mantenimiento, etc.
- Planificación de actividades de mantenimiento.
 - Elaboración de planes de mantenimiento preventivo
- Administración de notificaciones de flujo de trabajo y de órdenes de mantenimiento.
 - Seguimiento de planes de mantenimiento y registro de tiempos por actividades realizadas.

Capítulo III

Caracterización de la empresa y sus líneas de producción.

Reseña histórica de Fábrica de Envases S.A. FADESA

En el año de 1956 la empresa inicia con sus operaciones en el Ecuador con la razón social de IMSA S.A. (Industrias mercantiles S.A.).

Años más tarde en 1964, la empresa pasa a ser parte del corporativo del Grupo Villaseca y cambia de nombre a Fábrica de Envases S.A. FADESA, empresa que radica sus operaciones en la fabricación de envases metálicos para alimentos enlatados como: atún, sardina, conversas, etc., y envases de uso general como: lubricantes, químicos, fertilizantes y pinturas, además de producir envases de tubos colapsibles para la industria farmacéutica.

En la actualidad FADESA, consta con tres sucursales a nivel nacional, dos encargadas de la producción de envases metálicos, estas son: la sede matriz ubicada

en Guayaquil, entre la avenida Domingo Comín y Calle Novena y su sede ubicada en Quito, específicamente en la calle Quimiag Oe2-255 Y Av. teniente Hugo Ortiz. Además, tiene una sucursal de producción de envases plásticos ubicada en la Ciudad de Guayaquil, en la Avenida Hugo Cortez Cadena y Calle 49.

Fábrica de Envases S.A. FADESA, pionera y líder en la producción y comercialización de soluciones de empaques, es orgullosamente una de las empresas perteneciente a la unidad de empaques del Grupo VILASECA y una de las empresas más prestigiosas de América Latina.

Figura 14

Ubicación de las sucursales de FADESA en la ciudad de Guayaquil.



Nota: Fuente: Google Maps.

Figura 15

Ubicación de la sucursal de FADESA en la ciudad de Quito



Nota: Fuente: Google Maps.

Políticas y estructura organizacional

Misión

“Proveer a los clientes soluciones de empaque metálico, con los más altos índices de calidad, con entrega oportuna y a un nivel de precios que permita su desarrollo y ampliación a nuevos mercados internacionales, brindando a la compañía un margen de rentabilidad que permita mantener el liderazgo tecnológico y una retribución justa a los accionistas, colaboradores y a la sociedad, contando para ello con el compromiso integral del talento humano, logrando así convertirse en una organización de clase mundial.” (FADESA, s.f.)

Visión

“Ser líderes en el mercado andino en la fabricación de tubos colapsibles y envases metálicos convirtiéndonos en un elemento estratégico para el desarrollo de la región mediante el desarrollo de nuevos productos acorde a las necesidades de los clientes, con innovación, calidad, bajos costos, administración eficaz y servicio al cliente.” (FADESA, s.f.)

Principios Filosóficos

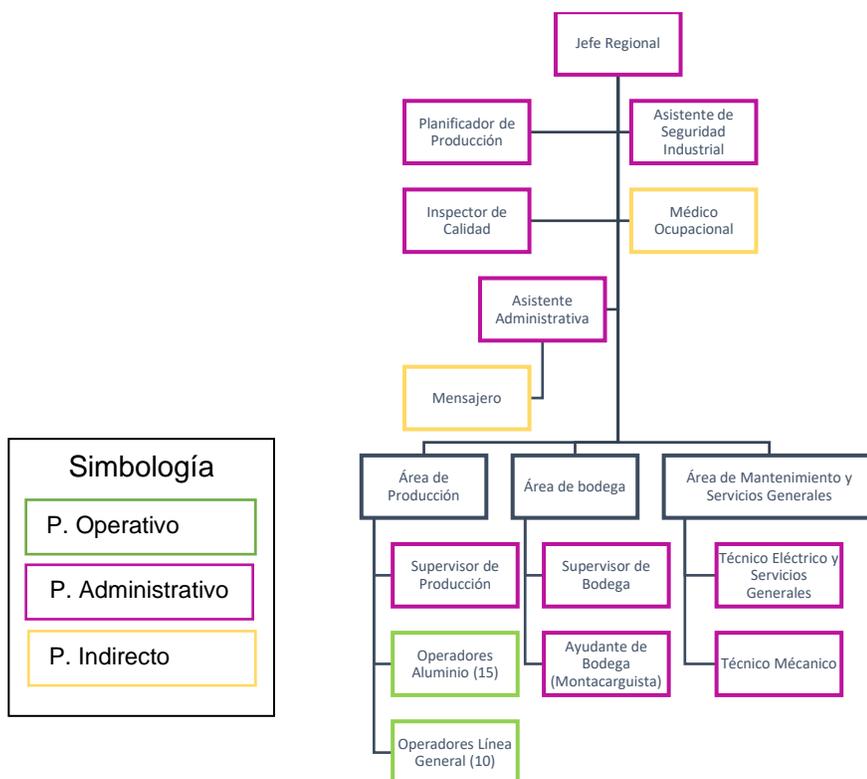
“Nuestro éxito se basa en altos estándares de Ética y las mejores prácticas de Gobierno Corporativo, operaciones con altísima Eficiencia y Competitividad, énfasis en la Innovación, pero, sobre todo, en nuestro compromiso con tener Talento de Clase Mundial. Solamente personas talentosas, dedicadas y preparadas podrán hacer realidad la visión del Grupo.” (Juan Vilaseca, s.f.)

Estructura Organizacional

En la actualidad la empresa consta con un capital humano de 37 personas de las cuales se pueden clasificar en personal administrativo, operativo e indirecto.

Figura 16

Representación organizacional de FADESA QUITO.



Como personal operativo se tiene un total de 25 personas que son operadores de las máquinas en las líneas de producción, un total de 10 personas encargadas del área administrativa, es importante destacar, que hay personal administrativo que también realiza actividades operativas siendo el caso del ayudante de bodega y del personal del área de mantenimiento, además se tiene dos personas parte del personal indirecto que realizan sus funciones como servicios externos a través de proveedores estos son: un mensajero y un médico ocupacional.

Líneas de Producción, procesos y productos.

FADESA Quito, presenta como actividad principal en el Registro único de Contribuyentes: Actividades de forja, prensado, estampado y laminado de metales; pulvimetalurgia, producción de objetos de metal directamente a partir de polvos de metal que se someten a tratamiento calorífico (sinterización) o de compresión.

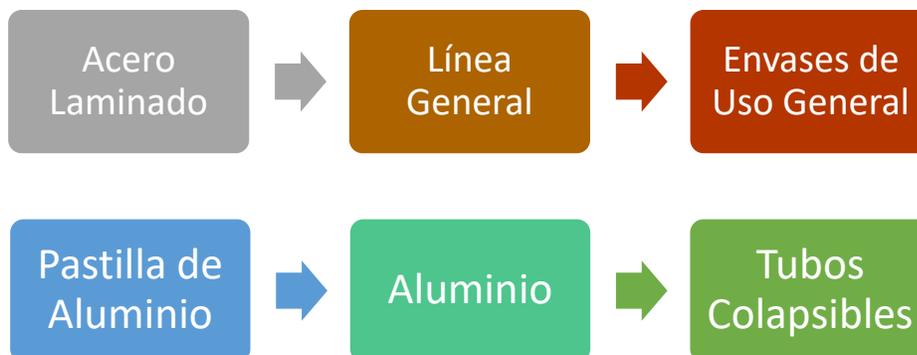
En la planta ubicada al sur de la ciudad capital se tiene cuatro líneas de producción agrupadas en pares: Línea General, en la cual se transforma acero laminado en envases de uso general (Envases de pintura y masillas para la construcción) y Aluminio, en la cual se elabora en envases o tubos colapsibles a partir de pastillas de aluminio.

En Línea General se tiene dos sublíneas de producción para elaborar envases de galón y litro, y en Aluminio se tiene dos sublíneas de producción para elaborar tubos colapsibles 16 a 19 mm y de 19 a 31 mm de Diámetro.

Figura 17

Representación del proceso de las líneas de producción

MATERIA PRIMA → LÍNEA DE PRODUCCIÓN → PRODUCTO TERMINADO



“Línea General”

En la línea de producción de línea general se realizan envases metálicos soldados de galón y litro mediante el proceso detallado a continuación:

1. Se inicia cortando la plancha de acero laminado de acuerdo al tipo de producto que se va a realizar.
2. La lámina pasa por un proceso de rolado haciendo que esta tome una forma cilíndrica.
3. Se realiza la costura lateral del envase mediante un proceso de suelda de punto, en la soldadora.
4. A través de un transportador, el producto ingresa a la pestañadora que deforma la parte superior e inferior de este.
5. Después ingresa a la cerradora de fondos o fondeadora, está coloca el fondo del envase y realiza el cierre del fondo con el cuerpo.

6. Una vez colocado el fondo se realiza una deformación en el cuerpo del envase con la finalidad de aumentar la dureza del mismo mediante un proceso de rodado.
7. En el caso que se tenga envase genérico o sin etiqueta, se procede a colocarla en la etiquetadora automática, caso contrario en el caso de envases litografiados este paso se omite.
8. Se procede a colocar el anillo y las orejas en la parte superior y se realiza el cierre de estas con el cuerpo del envase.
9. Con esto se ha terminado el proceso de fabricación del envase, pero por control de calidad se realiza una prueba neumática en el comprobador de envases, verificando así que el producto terminado cumpla con los parámetros de calidad.
10. Para la producción del envase de litro se realiza el mismo procedimiento a excepción del rodado.

Figura 18

Diagrama de proceso de producción de Línea General.



En la figura 18 se presenta el proceso de fabricación de envases metálicos soldados, desde la lámina de acero hasta el envase como producto terminado cabe recalcar que el proceso representa el proceso de fabricación de envases de galón para el proceso de envases de litro no se realiza el proceso de rodonado.

“Aluminio”

En la línea de producción de aluminio se realiza los envases de tubos colapsibles de 16 hasta 31 mm de diámetro mediante el proceso detallado a continuación:

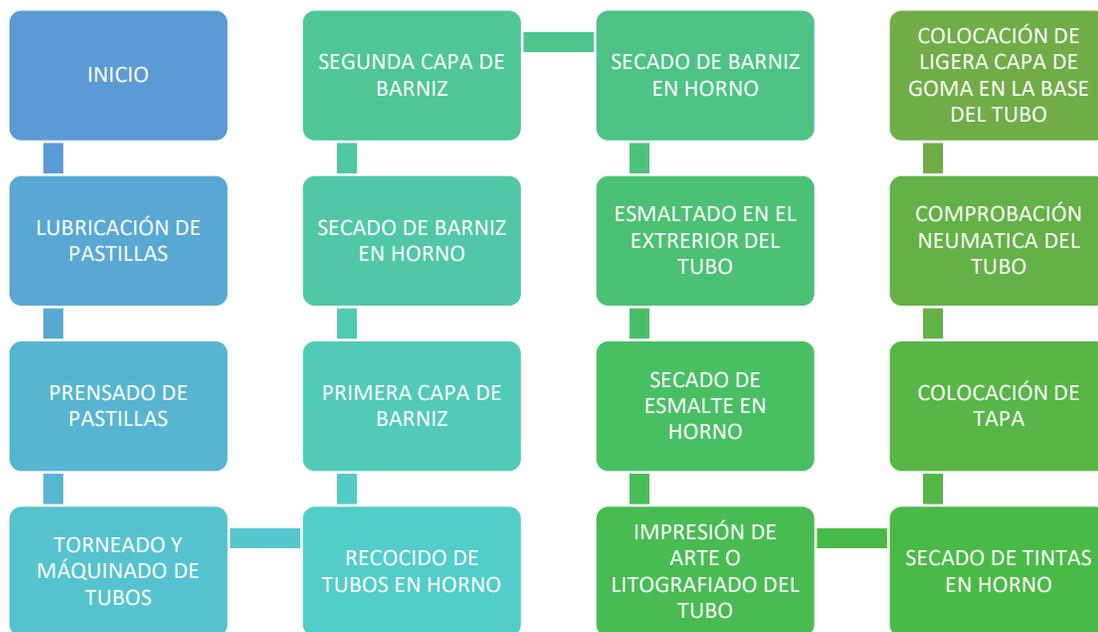
1. Se lubrica las pastillas de aluminio con Niquelato de Zinc.
2. Después se coloca las pastillas en la tolva de la prensa, la misma que mediante un transportador de cadena proceden a ser prensadas, obteniendo la forma preliminar del tubo colapsible.

3. Una vez prensadas pasan por un torno roscador, este elimina los excesos obtenidos del prensado, maquinando el tubo a su longitud final y se realiza la rosca en el lugar donde se coloca la tapa.
4. Mediante un transportador los tubos ingresan a un horno que realiza un proceso de recocido para mejorar las características físicas del tubo.
5. Posterior el tubo pasa por un proceso de barnizado, es decir mediante pistolas neumáticas, se coloca una capa de barniz en el interior del tubo.
6. Los tubos ingresan a otro horno que seca la primera capa de barniz.
7. Se coloca una segunda capa de barniz en el interior del tubo, mediante un segundo proceso de barnizado, esto debido que el cliente en la mayoría de casos coloca productos medicinales dentro del tubo y se requiere que estos mantengas las propiedades sin contaminantes que puedan alterarlo.
8. Los tubos ingresan a otro horno que seca la segunda capa de barniz.
9. Una vez que sale el tubo, pasa por un proceso de esmaltado en el exterior del mismo, es decir, se coloca una capa de esmalte blanco, como base para el proceso de litografiado final.
10. El tubo ingresa a un horno para secar la capa de esmalte.
11. Se coloca el arte o el diseño que se tendrá el tubo mediante una impresora radial.
12. Los tubos ingresan nuevamente a un horno para secar la tinta de la impresión.

13. A través de la tapadora se coloca la tapa según el color que corresponda en el tubo.
14. Finalmente pasa por un proceso de comprobación neumática, con la finalidad de verificar la calidad y resistencia interna del envase terminado.
15. Se coloca una ligera capa de goma en la base del tubo para que el cliente proceda a realizar el sellado final.

Figura 19

Diagrama de proceso de producción de Aluminio.



Mercado y Clientes

Entre los principales clientes de envases metálicos soldados se destaca a Pinturas Condor fabricante de pinturas perteneciente a Sherwin Williams Ecuador. Y como principal cliente de envases o tubos colapsibles se tiene a las empresas de la industria farmacéutica a nivel nacional.

Figura 20

Envases metálicos soldados.



Nota: Fuente: Pinturas Condor S.A.

Figura 21

Tubos colapsibles de aluminio.



Capítulo IV

Levantamiento y procesamiento de datos.

Análisis del sistema de mantenimiento actual

Descripción del sistema

En la actualidad existe un sistema de mantenimiento conformado por dos personas: un técnico eléctrico y de servicios generales y un técnico mecánico, se tiene una computadora de escritorio utilizada para ingresar la información de las actividades de mantenimiento en el software INFOMANTE, de parte de los técnicos se extrae la información de un plan maestro de mantenimiento preventivo y proceden a ingresar la fecha cuando se realizó la actividad, además se lleva un registro de los repuestos en un formato Excel, pues el INFOMANTE, no presenta esta aplicación.

Dentro del Software se ingresan solo actividades internas realizadas por el personal técnico, no presenta una funcionalidad para llevar un control de los servicios externos realizados por proveedores.

Diagnóstico del sistema

El plan de mantenimiento preventivo y los equipos que se encuentran en el sistema están desactualizados, no se tiene un reporte de los repuestos utilizados en las actividades de mantenimiento, ni un control en el stock de estos en el almacén, además carece de una configuración en la programación interna del software, con el área de producción, es decir, no se reportan las paras en tiempo real ni se involucra las ordenes de producción con las actividades de mantenimiento, por ultimo este software no ayuda

a tener una trazabilidad en las actividades de mantenimiento realizadas por proveedores.

Debido a estas características necesarias para la gestión del área de mantenimiento se diagnosticó que software se encuentra obsoleto y sin funcionalidad esto ocasiona que no se tenga una confianza en el sistema actual y debido a estas falencias se ha optado por cambiarlo con el ERP de SAP, SAP PM.

Tabla 2

Diagnóstico del sistema actual de mantenimiento.

| CARACTERISTICAS NECESARIAS PARA LA GESTIÓN DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO | INFOMANTE  |
|---|---|
| Monitoreo y Actualización constante de base de datos. | NO |
| Equipos y planes de mantenimiento actualizados | NO |
| Integración con otras áreas funcionales. | NO |
| Soporte del sistema de información en la nube. | NO |
| Interacción sencilla con el usuario. | SI |
| Reporte de indicadores de gestión. | NO |
| Base de datos de repuestos por máquina actualizada. | NO |
| Trazabilidad de actividades internas y externas de mantenimiento | NO |
| Reporte de costos que maneja el área de mantenimiento | NO |

Levantamiento de datos e implementación de “datos maestros”

Anteriormente se mencionó que FADESA, posee un sistema de mantenimiento obsoleto, motivo por el cual se ha optado por la implementación del ERP de SAP, para el área de mantenimiento SAP PM.

Es necesario recalcar que, para la implementación de SAP PM, se debe levantar la información de datos maestros.

Los datos maestros de mantenimiento contienen información que permanece en el sistema durante un largo período de tiempo y que forma la base para ejecutar procesos empresariales individuales definidos para el modelo de gestión empresarial.

Los datos maestros en SAP PM son y se definirán en adelante como:

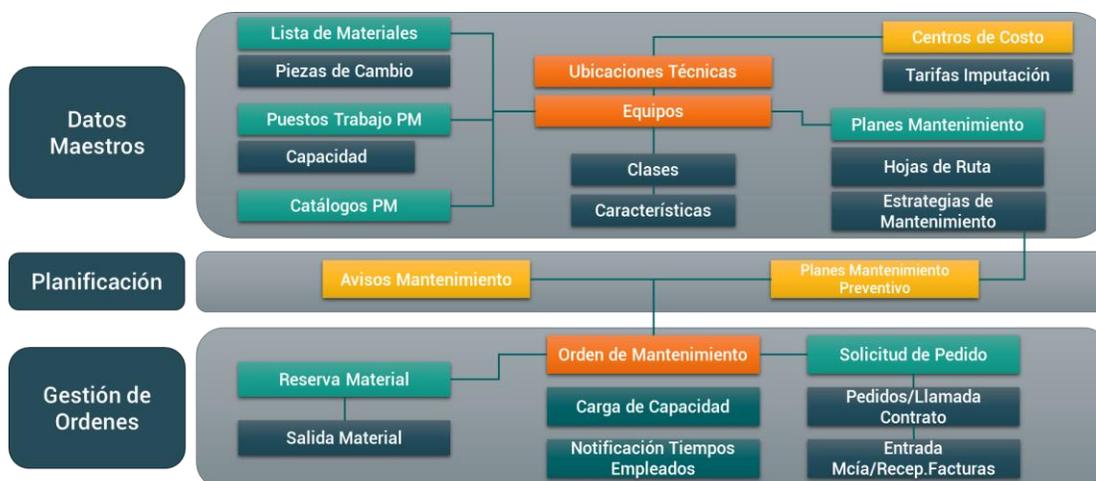
Tabla 3

Datos Maestros.

| | |
|------------------------|----------------------------|
| • Ubicaciones técnicas | • Clases y Características |
| • Equipos o recursos | • Puntos de medida |
| • Puestos de trabajo | • Lista de Materiales |
| • Catálogos | • Hoja de Ruta |

Figura 22

Esquema de la funcionalidad de datos maestros con la gestión del área de mantenimiento.



Nota: Fuente: (Proyecto Prisma, 2018)

Se puede verificar que los datos maestros representan la base de todos los procesos de la gestión del área de mantenimiento que se manejará a futuro como son: avisos de mantenimiento y planes de mantenimiento preventivo.

De aquí la importancia de saber ingresar correctamente la información con los prerequisites solicitados por el sistema para que se acople a su configuración interna para lo cual se ha diseñado a continuación un flujo para el levantamiento de datos y manejo de la información, como se muestra a continuación.

Figura 23

Flujo de levantamiento de datos y manejo de la información.



El levantamiento de la información de datos maestros para el módulo de mantenimiento de planta requiere que estos datos se manejen desde un punto de vista funcional y técnico, como se muestra a continuación.

Figura 24

Representación de la interacción de los datos maestros.



Nota: Fuente: (Proyecto Prisma, 2018)

Es una gran cantidad de información la que se va a levantar por lo cual hay que tener muy en cuenta los parámetros mencionados en la Figura 24, para evitar se produzcan errores al momento de probar el funcionamiento del software SAP PM.

Puestos de trabajo

Grupo de personas con una especialización similar y que van a ser los responsables de la ejecución de las actividades de mantenimiento a un equipo.

Existen tres tipos de puestos de trabajo relacionados con SAP PM:

1. Puesto de Producción
2. Puesto de Mantenimiento
3. Puesto de Control de Calidad

Puesto de Producción: Es el personal encargado de operar las máquinas en los procesos productivos.

Puesto de Mantenimiento: Es el personal técnico especializado encargado de intervenir en las máquinas en el momento de producirse una para por mantenimiento.

Puesto de Control de Calidad: Es el personal especializado encargado de supervisar se cumplan los parámetros de calidad, después de realizar actividades de mantenimiento, con el fin de liberar los equipos y verificar estos se encuentren a punto de elaborar productos que cumplan los parámetros de calidad.

Figura 25

Personal operativo, técnico y de calidad de FADESA.



Nota: Fuente: (Proyecto Prisma, 2018)

Como dato maestro existen una serie de parámetros preliminares que se necesitan para ingresar los puestos de trabajo de mantenimiento estos son:

- **Centros de costo**

Cuentas virtuales donde se llevan el control de los costos correspondientes a las actividades realizadas (mano de obra, servicios y repuestos).

- **Clase de Actividades**

Actividad por realizarse interna o externa de mantenimiento.

- **Calendario fábrica**

De acuerdo con el país se acopla a sus días festivos y carga laboral según exige la legislación local.

- **Planificación de actividades en centros de costo**

Se programa que las actividades que va a cumplir el personal en su jornada laboral van a ser netamente, de mantenimiento.

Para poder crear una nomenclatura estandarizada entre las diversas empresas del Corporativo, se ha planteado la siguiente **variante nemotécnica** definida a continuación:

Esta ficha nemotécnica es particular de la empresa en la que se realizó el presente proyecto y se definió como un código de máximo 8 dígitos se compone de XXX-NXX; las reglas por seguir para la asignación de cada dígito se especifica en los siguientes pasos:

Tabla 4

Descripción de la ficha nemotécnica para "Puestos de Trabajo".

| X | XX | - | N | XXX |
|----------|------------------------|----------|-----------------------|-----------------|
| Área | Función / Especialidad | | Grado de Especialidad | Tipo de Trabajo |

En donde el primer dígito corresponde al Área que pertenece:

- M: Mantenimiento
- T: Talleres
- P: Producción
- Q: Calidad

Los siguientes caracteres se definen dependiendo de la especialidad así:

Tabla 5

Tipo de Función / Especialidad por Puesto de Trabajo.

| Especialidad | Tipo de Actividad | Descripción |
|---------------------|--------------------------|---|
| AL | <i>Interna</i> | <i>AYUDANTE DE LÍNEA</i> |
| OL | <i>Interna</i> | <i>OPERADOR DE LÍNEA</i> |
| TE | <i>Interna</i> | <i>TÉCNICO ELÉCTRICO</i> |
| MC | <i>Interna</i> | <i>TÉCNICO MECÁNICO</i> |
| SI | <i>Externa</i> | <i>SERVICIOS EXTERNOS INFRAESTRUCTURA</i> |
| SM | <i>Externa</i> | <i>SERVICIOS EXTERNOS MANTENIMIENTO</i> |
| SA | <i>Externa</i> | <i>SERVICIOS EXTERNOS ANÁLISIS</i> |
| SE | <i>Externa</i> | <i>SERVICIOS EXTERNOS MANTENIMIENTO ELÉCTRICO</i> |
| SZ | <i>Externa</i> | <i>SERVICIOS EXTERNOS MECANIZACIÓN</i> |
| SR | <i>Externa</i> | <i>SERVICIOS EXTERNOS REFRIGERACIÓN</i> |
| SN | <i>Externa</i> | <i>SERVICIOS TÉCNICO INTERNACIONAL</i> |

Para el grado de especialidad que tiene el personal, dependiendo su puesto de trabajo se definieron los siguientes valores:

Tabla 6

Grado de especialidad por Puesto de Trabajo.

| Grado de Especialidad | Descripción |
|------------------------------|----------------------|
| 0 | NO APLICA |
| E | TÉCNICO ESPECIALISTA |
| A | TÉCNICO GENERAL |
| B | AYUDANTE |

Dependiendo del tipo de trabajo o actividad de mantenimiento a realizarse se tienen los siguientes trabajos:

Tabla 7

Tipo de actividad o tipo de trabajo por Puesto de Trabajo.

| Tipo de Trabajo | Descripción |
|------------------------|--------------------|
| INT | INTERNO |
| EXT | EXTERNO |
| SUB | SUBCONTRATADO |

En conclusión, la información de puestos de trabajo para el personal de FADESA Quito, se presentaría así:

Tabla 8

Puesto de trabajo del personal de FADESA QUITO

| PUESTO DE TRABAJO | DESCRIPCIÓN |
|--------------------------|---------------------------------------|
| MMC - AINT | TÉCNICO MECÁNICO |
| MTE - AINT | TÉCNICO ELÉCTRICO |
| POL - BINT | AYUDANTE DE LÍNEA |
| POL-BINT | OPERADOR DE LINEA |
| MSM-AEXT | SERVICIOS EXTERNOS MANTENIMIENTO |
| MSI-OEXT | SERVICIOS EXTERNOS INFRAESTRUCTURA OP |
| MSI-AEXT | SERVICIOS EXTERNOS INFRAESTRUCTURA AD |
| MSE-AEXT | SERVICIOS EXTERNOS MTTO ELECTRICO |
| MSN-AEXT | SERVICIOS TECNICOS INTERNACIONALES |
| QIN-AEXT | SERVICIOS DE CALIBRACIÓN EXTERNA |
| QIN-AINT | TECNICO INSTRUMENTACION |

Se considera como operador de línea, en el caso que personal de línea realice actividades de mantenimiento en la infraestructura de la planta, es decir, actividades de pintura y limpieza en las instalaciones.

Entre las características principales de puestos de trabajo se tiene la capacidad. Que corresponde al horario laboral y tiempo que ocupa el personal en realizar sus actividades, es decir, por ejemplo, en Ecuador la jornada regular de trabajo es de ocho horas. El personal debe realizar sus actividades diarias y tomando en cuenta el tiempo de almuerzo asignado y la cantidad de horas extras que se tengan programadas.

Figura 26

Interfaz de SAP PM ejemplo de capacidad del puesto de trabajo.

Oferta estándar

Inicio: 07:00:00

Fecha y hora de fin: 19:00:00

Duración de pausas: 00:30:00

Tiempo de empleo: 11.50

*Capacidad utilizada: 100

*Ctd.capacidades ind.: 12

Capacidad: 138.00

de recurso humano

Capacidad humana total

Período de tiempo diario

En Figura 26 se observa que tiempo de empleo se refiere a la cantidad de horas diarias que puede trabajar el personal, es decir, la suma de su jornada laboral incluido horas extras y reducido el tiempo de pausa o almuerzo, la cantidad de capacidades independientes se refiere al número de personas que ocupan este puesto de trabajo, en el ejemplo mostrado trata del puesto de técnico mecánico donde existen doce personas asignadas a realizar actividades de mantenimiento mecánicas.

Para finalizar el valor de capacidad humana total es la multiplicación entre el tiempo de empleo y la cantidad de capacidades independientes, esto se refiere a la

cantidad de tiempo que se tiene asignado al personal a realizar sus actividades en la empresa.

Ubicaciones técnicas

Las ubicaciones técnicas en SAP PM, representan el lugar en el que se intervendrá con tareas de mantenimiento, también representa un área del sistema en la que puede montarse un objeto técnico o equipo.

La ubicación técnica en SAP PM es la estructura jerárquica en varios niveles con la que se organiza la empresa de acuerdo con los siguientes criterios:

- Espaciales.
- Técnicos o de procesos.
- Funcionales.

Para la creación de una Ubicación Técnica es necesario haber construido previamente la siguiente información de datos maestros y parametrizaciones:

- Centros de costo en donde serán cargados los costos de mantenimiento
- Puestos de trabajo de mantenimiento
- Puestos de trabajo de producción asociados (solo aplica para Maquinaria Industrial)
- Indicador de estructura, ficha nemotécnica.

Para la creación de la ficha nemotécnica se maneja un proceso similar al de los puestos de trabajo, pero en este caso se considera el siguiente indicador de estructura.

Indicador de Estructura: Representa la máscara de edición para identificar de manera única el código de ubicación técnica en el módulo PM, de acuerdo al corporativo se ha tomado el siguiente indicador que consta de 6 niveles para identificar las ubicaciones técnicas.

XX - XXX - NNNN - XXXX - XXXX - XXNN
 Nivel 1 Nivel 2 Nivel 3 Nivel 4 Nivel 5 Nivel 6

Nivel 1: Código alfanumérico de 2 dígitos, que hace referencia al Corporativo en este caso: Grupo Vilaseca: (GV)

Nivel 2: Código alfanumérico de 3 dígitos, asignado a las diversas unidades de negocio que conforman el corporativo.

Tabla 9

Unidades de negocio presentes en el Grupo Villaseca.

| Código | Unidad de Negocio del Centro |
|---------------|-------------------------------------|
| UNE | Unidad de Empaques |
| UNA | Unidad de Alimentos |
| UNS | Unidad de Suministros |
| UNI | Unidad Inmobiliaria |
| COR | Corporativo EMPASE |

Nivel 3: Código alfanumérico de 4 dígitos numéricos, asignado al centro logístico según la estructura organizacional, comprende todas las sucursales de las unidades de negocio, en un código.

Nivel 4: Código numérico de 4 dígitos que representa el área funcional de la sucursal, se han creado las siguientes áreas para este campo:

Tabla 10

Áreas funcionales según el centro logístico o sucursales.

| Código | Área del Centro |
|---------------|------------------------|
| ACFS | Activos Fuera de uso |
| LABO | Laboratorio |
| INFR | Infraestructura |
| PROD | Producción |
| SEAX | Servicios Auxiliares |

Nivel 5: Código alfanumérico de 4 dígitos, que designa una sección o etapa productiva dentro de un proceso que contiene un grupo de objetos técnicos o equipos.

Por ejemplo: las ubicaciones que en el nivel 4 pertenecen al área de infraestructura

(XX-XXX-XXXX-INFR-XXXX-XXNN), se tienen definido los siguientes subgrupos, para el nivel 5:

Tabla 11

Secciones de áreas de infraestructura.

| Código | Secciones del Área de Infraestructura |
|---------------|--|
| ADMI | Infraestructura Área Administrativa |
| LABO | Infraestructura Laboratorio |
| LGST | Infraestructura Logística y Almacenamiento |
| MTTO | Infraestructura Mantenimiento |
| PGEN | Infraestructura Planta General |
| PROD | Infraestructura Producción |

| Código | Secciones del Área de Infraestructura |
|---------------|--|
| SEAX | Infraestructura Servicios Auxiliares |

Para el caso específico de las ubicaciones que en el nivel 4 pertenecen al área de producción se ubica las líneas de producción, siendo el caso de FADESA Quito: Línea General – LIGE y Aluminio – ALUM, mencionadas anteriormente.

Nivel 6: Código alfanumérico de 4 dígitos, para describir cada línea o grupo de objetos técnicos (equipos) ubicados dentro de la sección o etapa productiva.

Este código de 4 dígitos se compone de 2 letras y 2 números: XXNN. Las reglas por seguir para la asignación de cada dígito se especifica en los siguientes pasos:

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| X | X | N | N |
| Digito 1 | Digito 2 | Digito 3 | Digito 4 |

En el caso de las líneas de Quito se tiene que:

Tabla 12

Ejemplo de jerarquía de áreas de producción.

| Código | Áreas de producción | Código | Líneas de Producción |
|---------------|----------------------------|---------------|------------------------------|
| LIGE | Línea General | TQ01 | Línea de envases de Galón |
| | | TQ02 | Línea de envases de Litro |
| ALUM | Aluminio | AQ01 | Línea de tubos de 19 a 31 mm |
| | | AQ02 | Línea de tubos de 16 a 19 mm |

Una vez asignado toda la codificación a las áreas de la empresa se procede a colocar el centro de costo según determine el corporativo a cada Ubicación Técnica.

Figura 27

Reporte del levantamiento de información de ubicaciones técnicas

| | |
|--|---|
| FM05-PROD-ÁREA DE PRODUCCIÓN | |
| FM05-PROD-ALUM ALUMINIO QUITO | |
| FM05-PROD-ALUM-AQ01 LINEA ALUMINIO 01 D 19/31 | 2000041048 PRENSA 01 UIO |
| FM05-PROD-ALUM-AQ02 LINEA ALUMINIO 02 D 16/19 | 2000041049 PRENSA 02 UIO |
| FM05-PROD-ALUM-AQ04 LUBRICACIÓN DE PASTILLAS | 2000041050 OTROS ALUMINIO UIO |
| FM05-PROD-ALUM-AQ05 PREPARACIÓN DE BARNICES | 2000041050 OTROS ALUMINIO UIO |
| FM05-PROD-ALUM-AQ91 INSTRUMENTACIÓN PROCESO DE ALUMINIO | 2000041051 ALUMINIO DISTRIB UIO |
| FM05-PROD-ALUM-AQ92 EQUIPAMIENTO DE SOPORTE | 2000041051 ALUMINIO DISTRIB UIO |
| FM05-PROD-ALUM-AQ93 EQUIP. CLIMATIZACION/OZONIFICADORES | 2000041051 ALUMINIO DISTRIB UIO |
| FM05-PROD-ALUM-AQ94 EQUIPAMIENTO ELECTRICO | 2000041051 ALUMINIO DISTRIB UIO |
| FM05-PROD-ALUM-AQ95 PUNTO DE CONTROL CALIDAD - ALUMINIO | 2000041051 ALUMINIO DISTRIB UIO |
| FM05-PROD-LIGE LINEA GENERAL QUITO | |
| FM05-PROD-LIGE-LG91 INSTRUMENTACIÓN PROCESO LINEA GENERAL | 2000041047 LÍNEA GENERAL DISTRIB UIO |
| FM05-PROD-LIGE-LG92 EQUIPAMIENTO DE SOPORTE LINEA GENERAL | 2000041047 LÍNEA GENERAL DISTRIB UIO |
| FM05-PROD-LIGE-LG94 EQUIPAMIENTO ELECTRICO LINEA GENERAL | 2000041047 LÍNEA GENERAL DISTRIB UIO |
| FM05-PROD-LIGE-LG95 PUNTO DE CONTROL CALIDAD LINEA GENERAL | 2000041047 LÍNEA GENERAL DISTRIB UIO |
| FM05-PROD-LIGE-TM13 LINEA DE GANCHO MANUAL | 2000041046 OTROS LÍNEA GENERAL UIO |
| FM05-PROD-LIGE-TP14 LÍNEA GENERAL GANCHOS | 2000041046 OTROS LÍNEA GENERAL UIO |
| FM05-PROD-LIGE-TQ01 LINEA CUERPO ENVASE GALON 610X711/708 | 2000041044 SOLDADO 01 UIO |
| FM05-PROD-LIGE-TQ02 LINEA CUERPO ENVASE LITRO 404X500 | 2000041045 SOLDADO 02 UIO |
| FM05-PROD-LIGE-TQ03 SISTEMA DE ETIQUETADO LINEA GENERAL | 2000041046 OTROS LÍNEA GENERAL UIO |
| FM05-PROD-LIGE-TQ04 LÍNEA GENERAL CIZALLA 04 MANUAL | 2000041053 CIZALLAS LÍNEA GENERAL UIO |
| FM05-PROD-LIGE-TQ05 LÍNEA GENERAL CIZALLA 05 AUTOMATICA | 2000041053 CIZALLAS LÍNEA GENERAL UIO |
| FM05-SEAX SERVICIOS AUXILIARES | |
| FM05-SEAX-ADES EQUIPAMIENTO PLANTA EXTERNA | |
| FM05-SEAX-ADES-AD90 EQUIPOS DE COMPACTADO | 2000042007 SERVICIOS GENERALES |
| FM05-SEAX-ADES-AD92 EQUIPAMIENTO DE JARDINERIA | 2000042007 SERVICIOS GENERALES |
| FM05-SEAX-BAPS SISTEMA DE PESAJE DE ALMACENAMIENTO | |
| FM05-SEAX-BAPS-BA01 BALANZA PESAJE DE BODEGA | 2000044004 LOGISTICA Y ALMACENAMIENTO DE VENTAS |
| FM05-SEAX-CAMS SISTEMA DE CÁMARAS DE SEGURIDAD | |
| FM05-SEAX-CAMS-CA01 CÁMARAS SEGURIDAD FÍSICA | 2000042007 SERVICIOS GENERALES |
| FM05-SEAX-CAMS-CA02 CÁMARAS SUPERVISIÓN EN PLANTA | 2000042007 SERVICIOS GENERALES |
| FM05-SEAX-CAMS-CA93 EQUIP.ELEC DE SISTEMA DE CÁMARAS | 2000042007 SERVICIOS GENERALES |

Equipos de planta

Un equipo u objeto técnico en SAP es la unidad técnica mínima en el módulo PM. Sobre él se realizan operaciones de mantenimiento y reparación. Se refiere a las máquinas y los componentes que pertenecen a una ubicación técnica.

Existen equipos presentes en los procesos productivos y equipos pertenecientes a servicios auxiliares en los cuales se mencionan en el siguiente proceso de implementación.

El proceso de implementación de los equipos consta de dos etapas bien definidas, la primera es reconocer in situ los sistemas internos operativos del equipo, se considera al equipo como un ente principal el mismo que está compuesto por sistemas funcionales a los cuales se les asigna actividades de mantenimiento, y como segunda etapa el levantamiento de la información en los formatos digitales y la validación de estos con el personal técnico.

Existen varios prerrequisitos para levantar un equipo u objeto técnico, para ingresar la información al SAP, es decir información general del dato maestro “Equipo” y teniendo en cuenta que un equipo tiene características técnicas particulares especificadas en su ficha técnica.

INFORMACIÓN GENERAL DE DATO MAESTRO “EQUIPO”.

- **Emplazamiento:** Codificación asignada a la ubicación virtual del equipo dependiendo de su funcionalidad.
- **Organización:** Define la imputación y las responsabilidades sobre las actividades que va a realizar el equipo, sea estas productivas, auxiliares o de servicios generales (compresores, generadores, transformadores, etc.).
- **Estructura:** Datos de la ubicación técnica donde estará asignado al equipo.
- **Clase:** Es una clasificación general de objetos técnicos dependiendo de su funcionalidad.
- **Clase de objeto:** Representa una agrupación general de los equipos por su especificación técnica, permite agrupar equipos de similares características, por ejemplo: motores, bombas, motorreductores, etc.
- **Grupo de autorización:** Es el grupo empresarial autorizado para manejar el objeto técnico, es decir, si es un equipo de producción o un servicio general, el responsable va a ser el área productiva y el área de servicios generales o utilidades, respectivamente.

INFORMACIÓN ESPECIFICA DE FICHA TÉCNICA

Como información en particular de los equipos, el SAP permite ingresar los datos de la ficha técnica y almacenarlos en su base de datos estos pueden ser:

- **Peso:** Corresponde al peso total del equipo.
- **Tamaño/Dimensión:** Tamaño y dimensiones del objeto técnico.
- **N° Inventario:** Numero de inventario que consta en el equipo.
- **Puesta en Servicio Desde:** Fecha en la que inicio el funcionamiento del objeto técnico.
- **Valor adquisición:** Valor monetario en el cual fue adquirido el objeto técnico
- **Fecha adquisición:** Fecha en la que se celebró la adquisición del objeto técnico
- **Fabricante:** Nombre del fabricante del objeto técnico
- **País productor:** País donde fue ensamblado el objeto técnico.
- **Año/Mes construcción:** Año y mes en el cual fue construido el objeto técnico
- **Fabricante N°- serie:** Número de serie que le asigno el fabricante al objeto técnico.

Debido a que los equipos con el pasar de los años han ido perdiendo información específica de su ficha técnica es de mucha importancia levantar la información que presente el equipo en su placa o manuales de usuario, esto con la finalidad de mantener una trazabilidad o un seguimiento de la misma.

Al ser una gran cantidad de información de equipos u objetos técnicos a continuación se tiene una representación del levantamiento de equipo en SAP, a través

de un formato Excel donde se ingresa toda la información que solicita el software para configurar el equipo en su base de datos.

- 1) Primero se realiza la identificación del equipo principal ubicando el código con el que se mantiene registrado el equipo en la actualidad, esto con la finalidad de no perder la trazabilidad en su información que ha tenido a través del tiempo o en caso de no tener un código se inserta cualquiera que tenga referencia la descripción.
- 2) Se coloca el estado de equipo: Activo e Inactivo, identificando si el equipo está en uso o deshabilitado.
- 3) Se coloca un nombre al Equipo principal, a sus sistemas funcionales y componentes identificados, se le asigna un nombre direccionado al equipo principal y que no supere los 40 caracteres. Según el ejemplo mostrado en la tabla 13, el equipo principal se muestra letras con un color amarillo de relleno, los sistemas funcionales con un color verde y sus componentes con un color azul y en caso se tenga identificados elementos de los componentes se los tendrá de un color negro.
- 4) Se asigna un tipo de equipo según corresponda a la siguiente nomenclatura:

D: Moldes

M: Máquinas

O: Montacargas

P: Medios auxiliares

S: Equipo de cliente

V: Vehículos

Tabla 13

Representación de levantamiento de información de un equipo u objeto técnico.

| Equipo | Est. | Descripción Equipos | Long | Código | Tipo Equipo |
|----------|------|--|------|--------|--------------------|
| PRE0079 | A | PRENSA DE TUBOS AQ01 | 20 | M | Máquinas y Equipos |
| SIH0001 | A | SIST. LUBRICACION PRENSA AQ01 | 29 | M | Máquinas y Equipos |
| BDP0001 | A | BLOQUE DISTRIB. SIST. LUB. PRENSA AQ01 | 38 | M | Máquinas y Equipos |
| MTB0001 | A | MOTOBOMBA SIST.LUB PRENSA AQ01 | 30 | M | Máquinas y Equipos |
| MBP0001 | A | MOTOR SISTEMA LUBRICACIÓN PRENSA AQ01 | 37 | M | Máquinas y Equipos |
| BOM0003 | A | BOMBA NEUMATICA SIST. LUB. PRENSA AQ01 | 38 | M | Máquinas y Equipos |
| BOM0001 | A | BOMBA MANUAL GRASA PRENSA AQ01 | 30 | M | Máquinas y Equipos |
| SIEX0001 | A | SIST. DE EXTRUSION PRENSA AQ01 | 30 | M | Máquinas y Equipos |
| MAC0166 | A | MOTOR PRINCIPAL SIST. EXT. PRENSA AQ01 | 38 | M | Máquinas y Equipos |
| TRA0129 | A | TRANSPORTADOR DE TUBOS PRENSA AQ01 | 34 | M | Máquinas y Equipos |
| UDE0001 | A | UNIDAD DE PUNZON DE PRENSA AQ01 | 31 | M | Máquinas y Equipos |
| UDM0001 | A | UNIDAD DE AMORTIGUAMIENTO PRENSA AQ01 | 37 | M | Máquinas y Equipos |
| SIE0001 | A | SISTEMA ELECTRICO PRENSA AQ01 | 29 | M | Máquinas y Equipos |
| PNL0001 | A | BOTONERA TABLERO CONTROL PRENSA AQ01 | 36 | M | Máquinas y Equipos |
| SIN0001 | A | SISTEMA NEUMATICO PRENSA AQ01 | 29 | M | Máquinas y Equipos |
| BLQ0002 | A | BLOQUE DISTRIBUCION NEUMA. PRENSA AQ01 | 38 | M | Máquinas y Equipos |
| SAP0001 | A | SIST. ALIM. PASTILLAS PRENSA AQ01 | 34 | M | Máquinas y Equipos |
| MAC0500 | A | MOTOR PRINC SIST.ALIM. PAST PRENSA AQ01 | 38 | M | Máquinas y Equipos |
| ALI0034 | A | TRANSP. ALIMENTADOR PASTILLA PRENSA AQ01 | 40 | M | Máquinas y Equipos |
| TOL0003 | A | TOLVA ALIMENTACION PASTILLAS PRENSA AQ01 | 40 | M | Máquinas y Equipos |
| RED0463 | A | REDUCTOR MEC. TOLVA PRENSA AQ01 | 31 | M | Máquinas y Equipos |

- 5) Se identifica la clase del objeto de acuerdo al código establecido y que corresponde al objeto técnico en cuestión, para la clase lo que se busca es agrupar los tipos de máquinas según su funcionalidad principal, es decir, agrupar toda la maquinaria de producción de similares características, los motores, bombas, transportadores de la planta, etc.
- 6) Como grupo de autorización se selecciona que los equipos van a realizar su actividad principal en el área de producción y dependiendo de la información de la ficha técnica que se haya obtenido, manuales y del levantamiento in situ se ingresa los datos encontrados.
- 7) Una vez que toda la información obligatoria necesaria para configurar el equipo en SAP se necesita ingresar al equipo en su ubicación técnica correspondiente, anteriormente definida.
- 8) Debe existir una correcta jerarquización del equipo con sus sistemas funcionales, componentes y elementos, para lo cual es necesario manejar un reporte como se muestra a continuación:

Tabla 14

Continuación del ejemplo de levantamiento de información de un equipo u objeto técnico.

| Clase de objeto | Desc. Clase de objeto | Clase | Grupo de autorización |
|------------------------|------------------------------|--------------------|------------------------------|
| PRENSA | PRENSA | PM_MAQUINARIA_PROD | PRODUCCIÓN |
| SIST_LUBRI | SIST. LUBRICACION | PM_MAQUINARIA_PROD | PRODUCCIÓN |
| BLOQUE_LUB | BLOQUE DE LUBRICACIÓ | PM_MAQUINARIA_PROD | PRODUCCIÓN |
| MOTOBOMBA | MOTOBOMBA | PM_MOTOR | PRODUCCIÓN |
| BOMB_NEUMA | BOMBA NEUMATICA | PM_BOMBA | PRODUCCIÓN |
| BOMB_MANUA | BOMBA MANUAL | PM_BOMBA | PRODUCCIÓN |
| SIST_EXTRU | SIST. EXTRUSIÓN | PM_MAQUINARIA_PROD | PRODUCCIÓN |
| MOTOR | MOTOR | PM_MOTOR | PRODUCCIÓN |
| UNID_PUNZO | UNIDAD PUNZON | PM_MAQUINARIA_PROD | PRODUCCIÓN |
| UNID_AMORT | UNIDAD AMORTIGUAMIEN | PM_MAQUINARIA_PROD | PRODUCCIÓN |
| SIST_ELECT | SIST. ELECTRICO | PM_EQUIPO_ELECTRIC | PRODUCCIÓN |
| BOTONERA | BOTONERA | PM_EQUIPO_ELECTRIC | PRODUCCIÓN |
| SIST_NEUMA | SIST. NEUMATICO | PM_MAQUINARIA_PROD | PRODUCCIÓN |
| BLOQUE_NEU | BLOQUE DE DISTRIBUCI | PM_MAQUINARIA_PROD | PRODUCCIÓN |
| SIST_ALIME | SIST. ALIMENTACIÓN | PM_MAQUINARIA_PROD | PRODUCCIÓN |
| TRANSPORTA | TRANSPORTADOR | PM_TRANSPORTADORA | PRODUCCIÓN |
| TOLVA | TOLVA | PM_MAQUINARIA_PROD | PRODUCCIÓN |
| CAJA_REDUC | CAJA REDUCTORA | PM_REDUCTOR | PRODUCCIÓN |

Tabla 15

Reporte del levantamiento de un equipo u objeto técnico.

| | | |
|------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| PRENSA DE TUBOS AQ01 | SISTEMA DE ALIMENTACIÓN | MOTOR PRINCIPAL DEL SISTEMA DE |
| | PASTILLAS PRENSA AQ01 | ALIMENTACIÓN DE PASTILLAS |
| | | TRANSPORTADOR DE PASTILLAS |
| | SISTEMA ELECTRICO | TABLERO DE CONTROL PRENSA AQ01 |
| | PRENSA AQ01 | |
| | | MOTOR PRINCIPAL DE LA PRENSA |
| | SISTEMA DE EXTRUSION | TRANSPORTADOR DE TUBO |
| | PRENSA AQ01 | UNIDAD DE PUNZON |
| | | UNIDAD DE AMORTIGUAMIENTO DEL |
| | | PUNZON |
| | BLOQUE DE DISTRIBUCION DE ACEITE | |
| SISTEMA DE LUBRICACION | MOTOBOMBA DEL SISTEMA DE | |
| PRENSA AQ01 | LUBRICACIÓN | |
| | BLOQUE DE DISTRIBUCION DE AIRE | |
| SISTEMA NEUMATICO | COMPRESOR | |
| PRENSA AQ01 | | |

Como se mencionó anteriormente, en la Tabla 15 se puede observar el resultado de la jerarquización de un equipo, sus sistemas y componentes.

Planes de Mantenimiento.

La principal funcionalidad del módulo SAP PM, es dirigir las actividades de mantenimiento y programar las actividades que pertenecen a los planes de mantenimiento preventivo, con la finalidad de reducir el número de fallas emergentes e incrementar la confiabilidad de los equipos obteniendo mayor tiempo de funcionamiento de estos en actividades productivas.

El proceso de implementación de los planes de mantenimiento está compuesto por tres etapas:

- Elaboración la estrategia de mantenimiento.
- Desarrollo de la Hoja de Ruta.
- Parametrización del plan de mantenimiento.

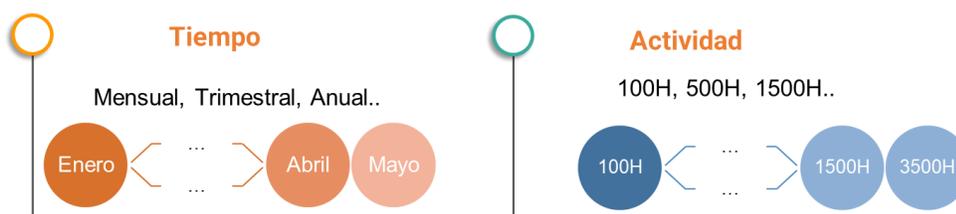
Estas etapas deben irse desarrollando de manera conjunta según se vaya realizando el análisis de las actividades de mantenimiento a cada equipo, a continuación, se muestra el desarrollo de la implementación en cada etapa:

Elaboración de estrategia de mantenimiento

Una estrategia de mantenimiento define la frecuencia predeterminada en la secuencia de las actividades a realizarse por mantenimiento planificado y puede definirse como la agrupación de frecuencias en una unidad de tiempo (horas, meses o años).

Figura 28

Funcionalidad de estrategia de mantenimiento.



Nota: Una estrategia permite desarrollar actividades asignadas al plan de mantenimiento del equipo: por tiempo, tomando en cuenta el calendario local o por actividad, es decir, a las horas de funcionamiento del equipo que se mantuvo en actividad productiva (horas de producción).

Una estrategia de mantenimiento contiene información de programación general (paquetes de mantenimiento o frecuencia de actividad), estos pueden ser asignados a planes de mantenimiento y hojas de ruta como sea necesario.

Tabla 16

Ejemplo de elaboración de paquetes de mantenimiento por estrategia.

| Nombre de la estrategia | Unidad de tiempo | Frecuencia de actividad | Descripción de la Frecuencia |
|--|-------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| <i>HHHH: Estrategia de mantenimiento por horas</i> | Horas | 24 | Diario |
| | | 48 | Rutinario |
| | | 150 | Semanal |
| | | 360 | Quincenal |
| <i>MMMM: Estrategia de mantenimiento por meses</i> | Mes | 1 | Mensual |
| | | 2 | Bimensual |
| | | 6 | Semestral |
| | | 12 | Anual |
| <i>AAAA: Estrategia de mantenimiento por años</i> | Año | 1 | Anual |
| | | 2 | Bianual |
| | | 5 | Overhaul |

Figura 29

Selección de paquetes de mantenimiento según la estrategia.

| Estrategia: HORAS | | HORAS DE TRABAJO | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Paquete | Texto ciclo | 500 H | 1000 H | 1500 H | 2000 H | 2500 H | 3000 H | 3500 H | 4000 H | 4500 H | 5000 H | 5500 H | 6000 H | 6500 H | 7000 H | 7500 H |
| 1 | RUTINARIO | RT | RT | | RT | RT | | RT | RT | | RT | RT | | RT | RT | |
| 2 | MENOR | | | ME | | | | | | ME | | | | | | ME |
| 3 | INTERMEDIO | | | | | | IN | | | | | | | | | |
| 4 | MAYOR | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | OVERHAUL | | | | | | | | | | | | MA | | | |

Nota: De acuerdo al paquete de mantenimiento seleccionado se programarán las actividades de mantenimiento preventivo. Fuente: (Proyecto Prisma, 2018)

Desarrollo de la Hoja de Ruta

Una hoja de ruta es un formato compuesto por instrucciones que detallan las actividades de mantenimiento planificadas a realizarse según se tenga establecido incluyendo los repuestos que se utilizarán para el desarrollo de las mismas.

Para el levantamiento de una Hoja de Ruta es necesario completar la información que requiere SAP para su configuración, puesto que una hoja de ruta viene a ser parte de datos maestros requiere ciertos prerrequisitos, estos son:

- Centros de costo
- Puestos de trabajo de mantenimiento
- Estrategias de Mantenimiento
- Maestro de actividades de mantenimiento mayores externos
- Equipos
- Ubicaciones técnicas

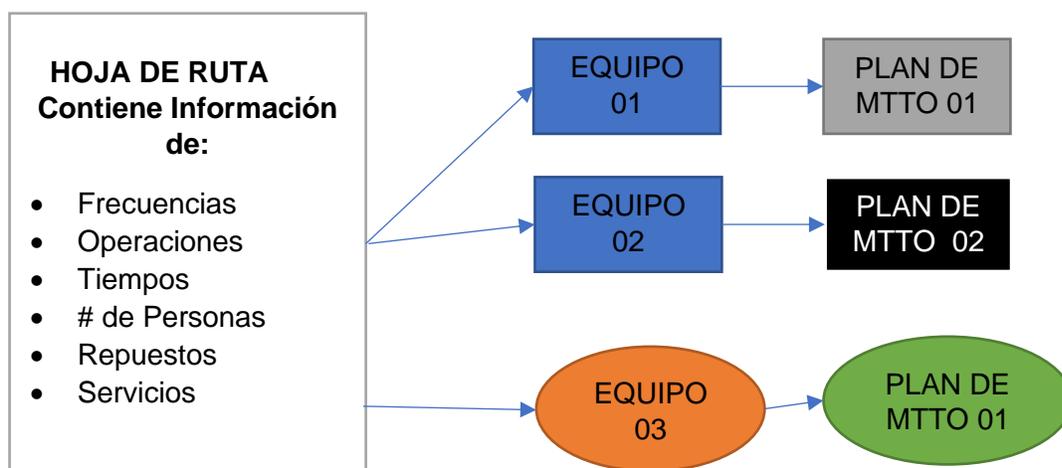
- Repuestos

En SAP se crean hojas de instrucción o de ruta, para que puedan ser utilizadas tanto por equipos como ubicaciones técnicas.

La hoja de ruta asemeja una planeación que es compartida por varios objetos técnicos en cuanto a frecuencia y tipología de la operación.

Figura 30

Representación de planeación compartida de hojas de ruta.



Nota: La figura representa la asignación de la misma hoja de ruta a dos equipos diferentes, pero con similares características a los cuales se intervendrá a través de las mismas actividades de mantenimiento y utilizando repuestos iguales, del mismo modo, se puede asignar una hoja de ruta a un solo equipo en particular y finalmente asignando un plan de mantenimiento en particular por equipo.

Las hojas de ruta presentan tres componentes en su proceso de implementación:

1. La elaboración de la cabecera de Hoja de Ruta, aquí se ubica información en particular de la hoja de ruta, se le asigna un código de

identificación y un nombre en el cual se especifique que tipo de actividad se va a realizar siendo está eléctrica, mecánica, lubricación, externa, etc. Se asigna el puesto de trabajo responsable que va a realizar estas actividades y para finalizar se coloca la estrategia que se va a utilizar en la ejecución de las actividades.

2. Se establece los datos de las operaciones o actividades a realizarse, aquí colocamos las operaciones y sub operaciones que se van a ejecutar, en efecto en caso que el trabajo necesite detalles en particular se desglosa la operación principal en sub operaciones que expliquen al técnico el procedimiento que debe seguir, además colocamos el tipo de actividad siendo esta interna, externa o sub operación a través de un código establecido, por último a las operaciones principales se establece un tiempo de trabajo predeterminado.
3. Asignamos componentes a las operaciones de mantenimiento que lo requieran, en efecto a través de un análisis histórico se verifica los repuestos que necesitan ser cambiados en un periodo de tiempo y para facilitar la disponibilidad de estos en almacén, se utiliza el plan de mantenimiento para que se notifique y efectúe la adquisición de estos en un periodo de tiempo previo a realizar las actividades planificadas.

Parametrización del plan de mantenimiento.

Anteriormente se pudo observar que una vez establecida la hoja de ruta debe anclarse a un plan de mantenimiento⁴, en SAP los planes de mantenimiento necesitan una parametrización en la cual se solicita lo siguiente:

⁴ Véase en: Figura 28: Representación de planeación compartida de hojas de ruta

- Asigna un código para identificar al plan de mantenimiento.
- Asignar una descripción o título del plan que concuerde con las actividades ingresadas en la hoja de ruta
- El tipo de plan que se requiere programar dependiendo de las actividades estos pueden ser: Preventivos y Predictivos, cabe recalcar que, dependiendo del tipo de plan se programaran las ordenes de trabajo, es decir si el plan es preventivo se configura una orden preventiva, asimismo con el tipo predictivo.
- Tener identificado el equipo o ubicación técnica en el cual se van a realizar las actividades programadas.
- Establecer la prioridad del plan de mantenimiento: Alta, media y baja, esto con la finalidad de crear un rango de tiempo en el cual se deben realizar las actividades, por ejemplo, un plan cuenta con una prioridad alta, el sistema programa automáticamente que su rango de tiempo en culminar las actividades es de 24 horas, asimismo cuando se establece prioridad media y baja se extiende este rango a 72 y 120 horas, respectivamente.
- Colocar la hoja de ruta que contiene las actividades y repuestos a ser programadas a través del plan
- Ingresar los parámetros de programación de mantenimiento, se deben ingresar datos que configuran la programación interna del plan con la finalidad que las ordenes de trabajo se expongan automáticamente.

Tabla 17

Parámetros de programación de planes de mantenimiento.

| Parámetro | Función | Descripción |
|---|--|--|
| Factor de decalaje de Conclusión retrasada. | Ofrece la posibilidad de movilizar el plan ante una notificación de trabajo retrasada. | En caso que se realice la actividad fuera del rango establecido en la prioridad del plan, este se reprograma de acuerdo a la fecha notificación de trabajo retrasada. |
| Tolerancia (+) | Permite realizar la actividad programada en un porcentaje de tiempo atrasado. | Porcentaje de tiempo desde la fecha planificada para cerrar la orden de trabajo, sin que se mueva el plan para el próximo lanzamiento estipulado |
| Factor de decalaje de Conclusión anticipada. | Ofrece la posibilidad de mover el plan ante una notificación de trabajo anticipada. | En caso que se realice la actividad antes del rango establecido en la prioridad del plan, este se reprograma de acuerdo a la fecha de la notificación de trabajo anticipada. |

| Parámetro | Función | Descripción |
|------------------------------|---|---|
| Tolerancia (-) | Permite un porcentaje de tiempo anticipado, para realizar la actividad programada. | Porcentaje de tiempo anticipado a la fecha planificada para cerrar la orden de trabajo, sin que se mueva el plan para el próximo lanzamiento estipulado |
| Factor de dilatación | Con ayuda del factor de dilatación se puede adaptar las estrategias de mantenimiento a las necesidades particulares de programación | Ejemplo: en caso de tener un plan de mantenimiento mensual y necesito que una actividad se realice a los 45 días colocamos un factor de dilatación de 1,5 esto hace que los 30 días*1,5 se ajusten a los 45 días o al contrario quiero que se lance cada 15 días coloco el factor de dilatación en 0,5. |
| Horizonte de apertura | Obtener un periodo de tiempo anticipado, para preparar los requisitos de las actividades a realizarse | Porcentaje del ciclo de programación al que se desea que el plan se empiece a gestionar |

| Parámetro | Función | Descripción |
|----------------------------------|---|--|
| Sujeto a conclusión | Indica que hasta que no se cierre la orden de mantenimiento anterior, no se genere la próxima orden | Mantiene como requisito obligatorio seguir la secuencia de actividades planificadas |
| Indicador de programación | Ajusta el tiempo de ciclo de programación a las necesidades de la empresa. | Ajuste de ciclo de acuerdo a: Tiempo: basado en el tiempo real cronometrado. Tiempo según día fijado: Se lanzará la orden de mantenimiento en un día específico de la semana Tiempo calendario de fábrica: con base a la configuración del calendario de la compañía (horarios administrativos y operacionales) |
| Intervalo de Toma | Obtener una fecha estimada en la cual se realizarán las ordenes de trabajo programadas en el plan. | Intervalo de tiempo a futuro en se realizará la proyección de la programación del plan de mantenimiento. |

En la tabla 17 encontramos los parámetros de programación, que siempre y cuando exista incumplimiento de las actividades hacen que el plan de mantenimiento

programado se mueva o desplace en el tiempo, para ajustarse al cumplimiento, lo cual no es recomendable puesto requiere de un tiempo adicional en la actividad productiva del equipo, incrementando la probabilidad de que exista una falla o un paro por mantenimiento.

Figura 31

Selección de parámetros de programación de un plan de mantenimiento preventivo.

The screenshot shows the SAP interface for configuring a preventive maintenance plan. The title bar indicates 'Modif.plan de mantenimiento preventivo: Plan ciclo ind. 00000006571'. The main content area is divided into three tabs: 'Ciclos plan de mantenimiento', 'Parám.programación plan mantenimiento', and 'Datos adicionales plan mantenimiento'. The 'Parám.programación plan mantenimiento' tab is active, showing the following parameters:

| Determinación fecha | | Control de orden de entrega | | Indicador de programación | |
|---------------------------|-------|---|---------|---|--|
| Fact.dec.conclusión retr. | 100 % | Horizonte apertura | 80 % | <input checked="" type="radio"/> Tiempo | |
| Tolerancia (+) | 10 % | Intervalo de toma | 730 DÍA | <input type="radio"/> Tmpo.según día fijado | |
| Fact.dec.concl.anticipada | 100 % | <input checked="" type="checkbox"/> Sujeto a conclusión | | <input type="radio"/> Tmpo., calend.fábrica | |
| Tolerancia (-) | 10 % | Inicio programación | | | |
| Factor de dilatación | 1,00 | Inicio de ciclo | | | |
| Calendario de fábrica | | | | | |

Nota: Interfaz de SAP para la programación de plan de mantenimiento.

También cabe recalcar existen equipos que dependen del tiempo de actividad para realizar un mantenimiento preventivo, y esta actividad no necesariamente esta contemplada en actividad productiva, por ejemplo: un generador, solo se lo utiliza en ocasiones que existen apagones; un montacarga, se solamente se utiliza en el momento del despacho de producto terminado (dependiendo del volumen de producción) o un cortador de césped, solo se utiliza en la temporada que el césped ha crecido, esto implica que debe realizarse un seguimiento a la actividad que está realizando el equipo a través del tiempo.

SAP, cuenta con un dato maestro que permite para la programación de los planes de mantenimiento en este tipo de equipos, se lo conoce como **Punto de Medida o Contador**.

Los puntos de medida o contadores son un dato maestro que permiten llevar un control en la actividad del equipo, dependiendo de la utilización que este tenga, estos deben pueden alimentados manual o automáticamente, para que el plan pueda ejecutarse, en el caso del control manual el equipo debe tener un instrumento de medida a la vista, por ejemplo, puede ser un horómetro en el cual se tenga el valor de actividad de las horas de uso actualizado, para posterior ingresarlo en la base de datos de SAP; por otro lado el control automático debe estar conectado con una característica de los procesos productivos, por ejemplo las horas de producción es un valor que SAP lo calcula automáticamente desde el módulo de Planificación de Producción, ya que calcula implícitamente el tiempo desde la creación hasta el cierre de las ordenes de producción, este tiempo alimenta al contador de manera automática a través de la configuración interna de SAP, siempre y cuando se lo requiera.

Para levantar la información necesaria para la configuración de puntos de medida son necesarios los siguientes prerequisites:

- Equipo
- Ubicación técnica
- Características a ser medida.

Un plan de mantenimiento también puede ser dependiente de un punto de medida sea este manual o automático, esto implica que debe estar claramente definida la característica que va a ser medida, esta puede ser: tiempo de actividad, temperatura superficial, amperaje de trabajo, piezas fabricadas, entre otras.

Para la configuración del punto de medida manual se toma como valor inicial, el valor actual o el valor que tuvo el instrumento al momento de realizar el último mantenimiento, según se requiera, a medida que se vaya alimentando el punto de medida este incrementará su valor hasta que cumpla con la estrategia predefinida en el plan.

Un punto de medida automático solo requiere se identifique la característica del proceso productivo que va a ser medida, y configurar en los parámetros de programación del plan al contador el mismo que se alimentará directamente de la base de datos del módulo de Producción.

Lista de materiales.

El dato maestro de lista de materiales, no es otra cosa que el listado o histórico de repuestos, que han sido utilizados o adquiridos a través del tiempo.

Para levantar esta información es necesario que los repuestos consten con un código que los identifiquen en la base de datos del módulo de Manejo de Materiales, de lo contrario se deberá gestionar la creación del código con el encargado/a del módulo. Se utilizará a la lista de materiales como un complemento en el levantamiento de la información de equipos.

Tabla 18*Ejemplo de lista de materiales de un equipo.*

| Equipo | Código | Desc. | Código | Desc. Repuesto | Cantidad | Unidad |
|---------|---------|---------------------------------------|----------|---|----------|--------|
| | SAP | Equipo | SAP | | | |
| | Equipo | | Repuesto | | | |
| MON0031 | 1100041 | MONTACARGAS BODEGA PRODUCTO TERMINADO | 12055200 | ABRAZADERA GALVANIZADA DE 1/2" | 5 | UN |
| | | | 12056248 | ANILLO PLANO DE 1/4" | 8 | UN |
| | | | 12055962 | ANILLO DE PRESION 3/8" | 10 | UN |
| | | | 12022478 | FILTRO DE ACEITE #PH 2825 | 1 | UN |
| | | | 12018301 | RODAMIENTO #32210-U1 CONICO | 2 | UN |
| | | | 12018634 | RODAMIENTO DEL FRONTAL #80511K/K2-G00 | 4 | UN |
| | | | 12018635 | RODAMIENTO LATERAL #3M3- 10-50-06 | 4 | UN |
| | | | 12018780 | ROTOR DISTRIBUIDOR #22157- 55K15 | 1 | UN |
| | | | 12018982 | SEGURO #N163-110011-000, COD.70021920 | 2 | UN |
| | | | 12019659 | TAMBOR DE FRENO HANGCHA #XF300-110002-00 | 2 | UN |

Catálogos.

El dato maestro catálogos de mantenimiento representan un listado de códigos de diferente naturaleza que están relacionados por un análisis de causa – efecto del histórico de averías que han ocurrido en el equipo a través del tiempo, es una base de datos que sirve de soporte al momento de reportar el motivo por el que ocurrió el imperfecto en el equipo.

Existen tres tipos de catálogos de mantenimiento para levantar la base de datos en SAP PM:

- **Parte objeto:** agrupa a los equipos y partes que lo componen donde existe una gran probabilidad que ocurra un falló.
- **Síntoma de Avería:** enumera la forma como se detectó la falla en la parte objeto del equipo.
- **Causa de Avería:** encontrada la causa por la cual ocurre la avería se levanta un listado de posibles causas por las que pueda ocurrir una falla a futuro.

Figura 32

Representación de funcionalidad de catálogo de mantenimiento.

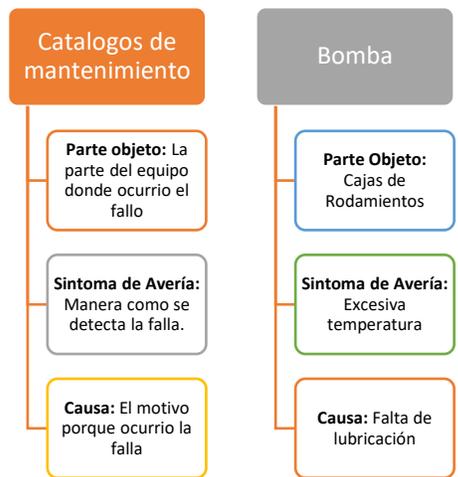


Figura 33

Diagrama ejemplo implementación de un catálogo de mantenimiento.



Para la implementación de los catálogos solamente es necesario, anclar el perfil catalogo al equipo descrito en la parte objeto. En la figura 32, podemos visualizar al perfil catalogo en la parte superior el mismo que se designa a un código de identificación en este caso PM-TORN R que corresponde al Torno Roscador, posterior

se levanta los listados de Parte Objeto correspondiente al catálogo tipo B, Síntoma de Avería Tipo C y Causa de Avería tipo 5.

Capacitación al personal de mantenimiento

Como se puede observar el proceso de implementación es muy complejo y solo comprende los cimientos para utilizar el módulo SAP PM, por este motivo el corporativo realizó un programa de capacitación dirigido por Diego Morán el autor del presente proyecto, con la finalidad de difundir los conocimientos adquiridos en la etapa de implementación y las diferentes transacciones que manejará el personal en el sistema para gestionar las actividades diarias realizadas en su horario laboral.

Las capacitaciones se realizaron desde el 22 hasta el 26 de marzo del 2021⁵, en un periodo de dos horas diarias donde se presentaron temas como:

- Navegación SAP, Datos Maestros.
- Gestión con Bodega, creación y gestión de solicitudes de pedido
- Avisos y Ordenes de Mantenimiento
- Ejercicios de Repaso

Las funciones diarias del personal del área de mantenimiento comprenden actividades coordinadas con el personal de diferentes áreas como bodega con: el ingreso y egreso de repuestos de la bodega. Con el área de compras correspondiente a la gestión de solicitudes de pedido, o en otras palabras las requisiciones de servicios o repuestos adquiridos.

Como función de gestión propia del departamento es la atención de avisos creados desde el área productiva, es decir, atención, soporte o intervención en las

⁵ Véase en: Anexo A: Registro de Capacitaciones.

maquinas por el personal de mantenimiento, siempre y cuando no sean actividades de mantenimiento menor y ordenes de trabajo realizar actividades de intervención más severa donde se utilice un tiempo representativo de la carga laboral diaria del técnico o en su caso cuando se requiera intervenir en cambio de repuestos.

Capítulo V

Resultados

Resultados Obtenidos.

El 08 de abril de 2021, posterior a un blackout realizado en los sistemas informáticos de gestión de FADESA METALES, Quito y Guayaquil, en el cual se ingresó los datos maestros en la base de datos de SAP, desde las plantillas de Excel que sirvieron de soporte para el levantamiento de información, se realizaron pruebas de funcionamiento y pruebas en la trazabilidad de los procedimientos exitosas, posterior se celebró el lanzamiento operativo del software, en un evento en conjunto entre las dos sucursales.

Figura 34

Evento de lanzamiento operativo de SAP, en FADESA QUITO.



Nota: Del evento participaron el personal administrativo que asistió a las capacitaciones y se certificaron como “Super User” en SAP, en los módulos correspondientes y el personal que sirvió de soporte para el lanzamiento.

El evento de lanzamiento cumplió con las expectativas que se tenían del software, el mismo que empezó su funcionamiento sin novedad, la implementación de datos maestros fue exitosa, se ingresó la información en la base de datos del módulo de mantenimiento de planta y no se presentaron errores en su configuración. A continuación, se muestran los resultados obtenidos del proceso de implementación.

Figura 35

Interfaz de SAP con las ubicaciones técnicas establecidas.

| Ubicación técnica: GV-UNE-FM05 | | Válido de: 13.08.2021 |
|--|-----------------------|--|
| Denominación: FADESA ECUADOR UIO METAL | | |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05 | FADESA ECUADOR UIO METAL |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-ACFS | ACTIVOS FUERA DE USO |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-ACFS-LABO | ACTIVOS FUERA USO LABORATORIO CC |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-ACFS-LIGE | ACTIVOS FUERA DE USO LINEA GENERAL |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-ACFS-MTTO | ACTIVOS FUERA DE USO MANTENIMIENTO |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-ACFS-SEAX | ACTIVOS FUERA USO SERVICIOS AUXILIARES |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-INFR | INFRAESTRUCTURA |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-INFR-ADMI | INFRAESTRUCTURA AREA ADMINISTRATIVA |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-INFR-LABO | INFR. DE CONTROL DE CALIDAD |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-INFR-LOGT | INFRAESTRUCTURA AREA LOGISTICA Y BODEGAS |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-INFR-MTTO | INFRAESTRUCTURA MANTENIMIENTO |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-INFR-PGEN | INFRAESTRUCTURA PLANTA GENERAL |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-INFR-PROD | INFRAESTRUCTURA DE PRODUCCIÓN |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-INFR-SEAX | INFRAESTRUCTURA SERVICIOS AUXILIARES |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-LABO | LABORATORIO |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-LABO-ECLD | ESTACIONES DE CONTROL DE CALIDAD |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-LABO-LACC | OFICINA DE CALIDAD |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-PROD | ÁREA DE PRODUCCIÓN |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-PROD-ALUM | ALUMINIO QUITO |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-PROD-LIGE | LINEA GENERAL QUITO |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-SEAX | SERVICIOS AUXILIARES |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-SEAX-ADES | EQUIPAMIENTO PLANTA EXTERNA |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-SEAX-BAPS | SISTEMA DE PESAJE DE ALMACENAMIENTO |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-SEAX-CAMS | SISTEMA DE CÁMARAS DE SEGURIDAD |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-SEAX-CGEN | EQUIPO RESPALDO ENERGÍA ELECTRICA |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-SEAX-CSCI | SISTEMA CONTRA INCENDIOS |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-SEAX-MLIM | MAQUINARÍA DE LIMPIEZA |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-SEAX-MQPS | MAQUINARÍA PESADA DE PLANTA |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-SEAX-MTTE | TALLER DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-SEAX-MTTO | TALLER DE MANTENIMIENTO MECÁNICO |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-SEAX-SACB | SUMINISTRO DE AIRE COMPRIMIDO |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-SEAX-SDAX | SISTEMA DE DETECCIÓN DE HUMO |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-SEAX-SELE | SISTEMA ELÉCTRICO PLANTA |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-SEAX-SGLP | SUMINISTRO DE GLP |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-SEAX-SIEV | SISTEMA DE EVACUACIÓN |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-SEAX-SPAX | SISTEMA DE PARARRAYOS |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-SEAX-STEF | SISTEMA DE ENFRIAMIENTO LG |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-SEAX-SUAP | SISTEMA DE AGUA POTABLE |
| <input type="checkbox"/> | GV-UNE-FM05-SEAX-SVEN | SISTEMA DE VENTILACIÓN DE LA PLANTA |

| | | | |
|--------------------------|---|----------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | ▼ | GV-UNE-FM05-PROD-ALUM | ALUMINIO QUITO |
| <input type="checkbox"/> | > | GV-UNE-FM05-PROD-ALUM-AQ01 | LINEA ALUMINIO 01 D 19/31 |
| <input type="checkbox"/> | > | GV-UNE-FM05-PROD-ALUM-AQ02 | LINEA ALUMINIO 02 D 16/19 |
| <input type="checkbox"/> | > | GV-UNE-FM05-PROD-ALUM-AQ04 | LUBRICACIÓN DE PASTILLAS |
| <input type="checkbox"/> | > | GV-UNE-FM05-PROD-ALUM-AQ05 | PREPARACIÓN DE BARNICES |
| <input type="checkbox"/> | > | GV-UNE-FM05-PROD-ALUM-AQ91 | INSTRUMENTACIÓN PROCESO DE ALUMINIO |
| <input type="checkbox"/> | > | GV-UNE-FM05-PROD-ALUM-AQ92 | EQUIPAMIENTO DE SOPORTE |
| <input type="checkbox"/> | > | GV-UNE-FM05-PROD-ALUM-AQ93 | EQUIP. CLIMATIZACION/OZONIFICADORES |
| <input type="checkbox"/> | > | GV-UNE-FM05-PROD-ALUM-AQ94 | EQUIPAMIENTO ELECTRICO |
| <input type="checkbox"/> | > | GV-UNE-FM05-PROD-ALUM-AQ95 | PUNTO DE CONTROL CALIDAD - ALUMINIO |
| <input type="checkbox"/> | ▼ | GV-UNE-FM05-PROD-LIGE | LINEA GENERAL QUITO |
| <input type="checkbox"/> | > | GV-UNE-FM05-PROD-LIGE-ET01 | SISTEMA DE ETIQUETADO LINEA GENERAL |
| <input type="checkbox"/> | > | GV-UNE-FM05-PROD-LIGE-LG91 | INSTRUMENTACIÓN PROCESO LINEA GENERAL |
| <input type="checkbox"/> | > | GV-UNE-FM05-PROD-LIGE-LG92 | EQUIPAMIENTO DE SOPORTE LINEA GENERAL |
| <input type="checkbox"/> | > | GV-UNE-FM05-PROD-LIGE-LG94 | EQUIPAMIENTO ELECTRICO LINEA GENERAL |
| <input type="checkbox"/> | > | GV-UNE-FM05-PROD-LIGE-LG95 | PUNTO DE CONTROL CALIDAD LINEA GENERAL |
| <input type="checkbox"/> | > | GV-UNE-FM05-PROD-LIGE-TM13 | LINEA DE GANCHO MANUAL |
| <input type="checkbox"/> | > | GV-UNE-FM05-PROD-LIGE-TP14 | LÍNEA GENERAL GANCHOS |
| <input type="checkbox"/> | > | GV-UNE-FM05-PROD-LIGE-TQ01 | LINEA CUERPO ENVASE GALON TQ01 |
| <input type="checkbox"/> | > | GV-UNE-FM05-PROD-LIGE-TQ02 | LINEA CUERPO ENVASE LITRO 404X500 |
| <input type="checkbox"/> | > | GV-UNE-FM05-PROD-LIGE-TQ04 | LÍNEA GENERAL CIZALLA 04 MANUAL |
| <input type="checkbox"/> | > | GV-UNE-FM05-PROD-LIGE-TQ05 | LÍNEA GENERAL CIZALLA 05 AUTOMATICA |

Las ubicaciones técnicas permiten establecer una estructuración jerárquica de sus diversas áreas funcionales, como se muestra en la figura 34.

Figura 36

Ejemplo de la estructuración de los equipos en la ubicación técnica de la línea de producción.

| | | | |
|--------------------------|---|----------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | ▼ | GV-UNE-FM05-PROD | ÁREA DE PRODUCCIÓN |
| <input type="checkbox"/> | ▼ | GV-UNE-FM05-PROD-ALUM | ALUMINIO QUITO |
| <input type="checkbox"/> | ▼ | GV-UNE-FM05-PROD-ALUM-AQ01 | LINEA ALUMINIO 01 D 19/31 |
| <input type="checkbox"/> | > | 9017547 | BARNIZADORA 1 AQ01 |
| <input type="checkbox"/> | > | 9017548 | BARNIZADORA 2 AQ01 |
| <input type="checkbox"/> | > | 9017549 | COMPROBADOR DE TUBOS AQ01 |
| <input type="checkbox"/> | > | 9017550 | ENGOMADORA AQ01 |
| <input type="checkbox"/> | > | 9017551 | ESMALTADORA AQ01 |
| <input type="checkbox"/> | > | 9017552 | HORNO DE PRESECADO BARNIZ AQ01 |
| <input type="checkbox"/> | > | 9017553 | HORNO DE RECOCIDO AQ01 |
| <input type="checkbox"/> | > | 9017554 | HORNO DE SECADO BARNIZ AQ01 |
| <input type="checkbox"/> | > | 9017555 | HORNO SECADO DE TINTAS IMPRESORA AQ01 |
| <input type="checkbox"/> | > | 9017556 | HORNO SECADO ESMALTE AQ01 |
| <input type="checkbox"/> | > | 9017557 | IMPRESORA DE TUBOS AQ01 |
| <input type="checkbox"/> | > | 9017558 | PRENSA DE TUBOS AQ01 |
| <input type="checkbox"/> | > | 9017559 | TORNO ROSCADOR AQ01 |
| <input type="checkbox"/> | > | 9017560 | TAPADORA AQ01 |
| <input type="checkbox"/> | > | 9017561 | TRANSPORTADOR DE EMBALAJE AQ01 |

Nota: Una ubicación técnica de sexto nivel en el área productiva representa las líneas de producción en particular en el ejemplo mostrado se puede verificar que los equipos se encuentran dentro de la línea de producción.

Figura 37

Ejemplo de equipo con sus sistemas funcionales y componentes en SAP.

| | | |
|---|---------|--|
| ∨ | 9017560 | TAPADORA AQ01 |
| ∨ | 9017781 | SISTEMA DE ALIMENTACIÓN TAPADORA AQ01 |
| > | 9018091 | ALIMENTADOR DE TAPAS TAPADORA AQ01 |
| > | 9018198 | TOLVA ALMACENAMIENTO TAPADORA AQ01 |
| > | 9018222 | VIBRADOR TAPADORA AQ01 |
| ∨ | 9017799 | SISTEMA ELECTRICO TAPADORA AQ01 |
| > | 9018127 | BOTONERA TABL. CONTROL TAPADORA AQ01 |
| ∨ | 9017812 | SISTEMA DE LUBRICACION TAPADORA AQ01 |
| > | 9018100 | BLOQ. DISTRIB. SIST. LUB. TAPADORA AQ01 |
| > | 9018116 | BOMBA MANUAL SIST. LUB. TAPADORA AQ01 |
| ∨ | 9017822 | SISTEMA DE NEUMATICO TAPADORA AQ01 |
| > | 9018111 | BLOQUE DISTRIBUCION NEUMA. TAPADORA AQ01 |
| ∨ | 9017826 | SIST. TRANSP. SALIDA TAPADORA AQ01 |
| > | 9018174 | MOTOR TRANSPORTADOR TAPADORA AQ01 |
| ∨ | 9017841 | SISTEMA TRANSMISIÓN TAPADORA AQ01 |
| > | 9018094 | BANCO DE CREMALLERA TAPADORA AQ01 |
| > | 9018158 | MOTOR HUSILLO TAPADORA AQ01 |
| > | 9018163 | MOTOR PRINC SIST. TRANS TAPADORA AQ01 |
| > | 9018207 | TRANSPORTADOR ENTRADA TAPADORA AQ01 |
| > | 9018210 | TRANSPORTADOR SALIDA TAPADORA AQ01 |
| > | 9017846 | SISTEMA DE VACIO TAPADORA AQ01 |

Figura 38

Ejemplo de lista de materiales asociado a un equipo cargado en SAP.

| | |
|----------------------------|--|
| GV-UNE-FM05-PROD-ALUM-AQ01 | LINEA ALUMINIO 01 D 19/31 |
| 9017547 | BARNIZADORA 1 AQ01 |
| 12072095 | BANDA #XL-11A1205 7475 GATES |
| 12072263 | ELECTROVALVULA 3/2 #VP342-5DZ1-02A |
| 12010965 | FILTRO DE AIRE DE 1/2" |
| 12014200 | ORING D INT. 6.3mmx2.4mm ESP.#26 SPRIMAG |
| 12014201 | ORING D INT. 9.3mmx2.4mm ESP.#28 SPRIMAG |
| 12014202 | ORING D INT. 25.3mmx2.4mm ESP.#29 SPRIMA |
| 12059271 | ORING INT. 7.3mmx2.4mm ESP.#30 SPRIMAG |
| 12056090 | RACOR 1/4"-8 CODO FESTO |
| 12055634 | RACOR 1/4"-8 RECTO FESTO |
| 12072454 | REGULADOR DE PRESION #LRP-1/4 FESTO |
| 12055720 | RODAMIENTO #6004-2RS (20X42X12MM.) |
| 12055734 | RODAMIENTO #6203-2RS 17x40x12MM |
| 12055764 | RODAMIENTO 6205-2RS 25X52X15MM |
| 12018465 | RODAMIENTO #MRS 4FK |
| 12002356 | SENSOR #SMED1 230VAC |
| 12019159 | SENSOR INDUCTIVO ATI18AR-M18 20-250VAC |
| 12019244 | SENSOR KAS80A14 #44010014 M30 35V.DC |
| 12024534 | UNIDAD DE MANTENIMIENTO DE 1/2" #FRC-1/2 |

Planes y cronogramas de mantenimiento.

Anteriormente, verificamos que la elaboración de planes de mantenimiento en SAP, es un proceso complejo, una vez terminado el proceso de implementación de los planes de mantenimiento se obtuvo alrededor de 500 planes cargados en la base de datos del módulo PM.

Figura 39

Listado de planes de mantenimiento en la interfaz de SAP.

| □ Sel. | Plan mant. prev. | DescrPlanMantenim | Estrategia | Cpo clas plan mant. prev. | Tp pl. man. | Stat. sist. | Inicio de ciclo | ConclRetr | Tol. (+) | ConclAntic | Tol. (-) | FcD | Cal Hor | ITm | Un. |
|--------|------------------|---|------------|---------------------------|-------------|-------------|-----------------|-----------|----------|------------|----------|-----|---------|-----|-----|
| □ | PMPFM0500000 | MITO GRL. CLIMATIZADORES/OZONIFICAD. AL | MVGYE | INFR-CLIMATIZACION | PM | ABIE | 01.06.2020 | 100 | 5 | 5 | 1.00 | 90 | 5 | JHR | |
| □ | PMPFM0500001 | MITO CAMARAS DE SEGURIDAD PLANTA | MVGYE | MITO_SERV_INDUSTRI | PM | ABIE | 21.07.2020 | 100 | 5 | 5 | 1.00 | 80 | 5 | JHR | |
| □ | PMPFM0500002 | MITO ELE. CAMARAS DE SEGURIDAD | MVGYE | MITO_SERV_INDUSTRI | PM | ABIE | 03.02.2020 | 100 | 5 | 5 | 1.00 | 90 | 5 | JHR | |
| □ | PMPFM0500003 | MANTENIMIENTO SISTEMA CONTRA INCENDIOS | MVGYE | SEGUR_INDUSTRIAL | PM | ABIE | 08.11.2020 | 100 | 5 | 5 | 1.00 | 90 | 5 | JHR | |
| □ | PMPFM0500004 | MITO EQUIPOS DE LIMPIEZA | MVGYE | MITO_SERV_INDUSTRI | PM | ABIE | 22.11.2020 | 100 | 5 | 5 | 1.00 | 80 | 5 | JHR | |
| □ | PMPFM0500005 | MITO RED DETECCIÓN DE HUMO | MVGYE | SEGUR_INDUSTRIAL | PM | ABIE | 20.07.2020 | 100 | 5 | 5 | 1.00 | 80 | 5 | JHR | |
| □ | PMPFM0500006 | MANTENIMIENTO RED GLP | MVGYE | MITO_SERV_INDUSTRI | PM | ABIE | 31.12.2020 | 100 | 5 | 5 | 1.00 | 90 | 5 | JHR | |
| □ | PMPFM0500007 | MITO ANUAL DUCTOS EXTRACTORES PLANTA | MVGYE | INFR-FIS-PLANTA | PM | ABIE | 31.03.2020 | 100 | 5 | 5 | 1.00 | 90 | 5 | JHR | |
| □ | PMPFM0500008 | MITO ELE. PRENSA DE TUBOS AQ01 | MVGYE | MITO_ELECTRICO | PM | ABIE | 14.09.2020 | 100 | 5 | 5 | 1.00 | 90 | 5 | JHR | |
| □ | PMPFM0500009 | MITO MEC. PRENSA DE TUBOS AQ01 | MVGYE | MITO_MECANICO | PM | ABIE | 14.09.2020 | 100 | 5 | 5 | 1.00 | 90 | 5 | JHR | |
| □ | PMPFM0500010 | MITO MEC. TORNO ROSCADOR AQ01 | MVGYE | MITO_MECANICO | PM | ABIE | 15.03.2020 | 100 | 5 | 5 | 1.00 | 90 | 5 | JHR | |
| □ | PMPFM0500011 | MITO ELE. TORNO ROSCADOR AQ01 | MVGYE | MITO_ELECTRICO | PM | ABIE | 15.03.2020 | 100 | 5 | 5 | 1.00 | 90 | 5 | JHR | |
| □ | PMPFM0500012 | MITO ELE. BARNIZADORA 1 AQ01 | MVGYE | MITO_ELECTRICO | PM | ABIE | 14.05.2020 | 100 | 5 | 5 | 1.00 | 90 | 5 | JHR | |
| □ | PMPFM0500013 | MITO ELE. BARNIZADORA 2 AQ01 | MVGYE | MITO_ELECTRICO | PM | ABIE | 11.05.2020 | 100 | 5 | 5 | 1.00 | 90 | 5 | JHR | |
| □ | PMPFM0500014 | MITO MEC. BARNIZADORA 1 AQ01 | MVGYE | MITO_MECANICO | PM | ABIE | 14.05.2020 | 100 | 5 | 5 | 1.00 | 90 | 5 | JHR | |
| □ | PMPFM0500015 | MITO MEC. BARNIZADORA 2 AQ01 | MVGYE | MITO_MECANICO | PM | ABIE | 11.05.2020 | 100 | 5 | 5 | 1.00 | 90 | 5 | JHR | |
| □ | PMPFM0500016 | MITO MEC. IMPRESORA AQ01 | MVGYE | MITO_MECANICO | PM | ABIE | 14.06.2020 | 100 | 5 | 5 | 1.00 | 90 | 5 | JHR | |
| □ | PMPFM0500017 | MITO ELE. IMPRESORA AQ01 | MVGYE | MITO_ELECTRICO | PM | ABIE | 14.06.2020 | 100 | 5 | 5 | 1.00 | 90 | 5 | JHR | |
| □ | PMPFM0500018 | MITO MEC. HORNO DE PRESECADO AQ01 | MVGYE | MITO_MECANICO | PM | ABIE | 11.10.2020 | 100 | 5 | 5 | 1.00 | 90 | 5 | JHR | |
| □ | PMPFM0500019 | MITO MEC. HORNO DE RECOCIDO AQ01 | MVGYE | MITO_MECANICO | PM | ABIE | 22.08.2020 | 100 | 5 | 5 | 1.00 | 90 | 5 | JHR | |

Nota: Se tomaron en cuenta tanto mantenimientos a equipos principales y componentes como bombas, motores y tableros eléctricos que fueron considerados como críticos y necesitan que se realicen actividades preventivas.

La planificación de mantenimiento, indirectamente administra la capacidad de utilización del personal del área, esta debe ser equilibrada, entre el personal técnico debido que cuando los planes de mantenimiento han sido programados, automáticamente se crean ordenes de trabajo y se cargan a su puesto de trabajo, como se puede verificar a continuación.

Figura 40

Disponibilidad laboral del técnico mecánico y eléctrico.

Psto trabajo MMC-AINT TÉCNICO MECÁNICO Ce. FM05
 Cls capacidad 002 TÉCNICO MECÁNICO

| Semana | Necesidad | Oferta | Carga | Capac. libre | Unid. |
|----------------------------------|---------------|---------------|-------------|---------------|----------|
| <input type="checkbox"/> 32.2021 | 56.43 | 24.15 | 234 % | 32.28 | H |
| <input type="checkbox"/> 33.2021 | 24.57 | 56.35 | 44 % | 31.78 | H |
| <input type="checkbox"/> 34.2021 | 27.00 | 56.35 | 48 % | 29.35 | H |
| <input type="checkbox"/> 35.2021 | 68.00 | 56.35 | 121 % | 11.65 | H |
| <input type="checkbox"/> 36.2021 | 57.00 | 56.35 | 101 % | 0.65 | H |
| <input type="checkbox"/> 37.2021 | 10.00 | 56.35 | 18 % | 46.35 | H |
| <input type="checkbox"/> 38.2021 | 24.50 | 56.35 | 44 % | 31.85 | H |
| <input type="checkbox"/> 39.2021 | 27.05 | 56.35 | 48 % | 29.30 | H |
| <input type="checkbox"/> 40.2021 | 10.45 | 56.35 | 19 % | 45.90 | H |
| <input type="checkbox"/> 41.2021 | 2.50 | 56.35 | 4 % | 53.85 | H |
| Total >>> | 307.50 | 531.30 | 58 % | 223.80 | H |

Psto trabajo MTE-AINT TÉCNICO ELÉCTRICO Ce. FM05
 Cls capacidad 002 TÉCNICO ELÉCTRICO

| Semana | Necesidad | Oferta | Carga | Capac. libre | Unid. |
|----------------------------------|---------------|---------------|-------------|---------------|----------|
| <input type="checkbox"/> 32.2021 | 6.00 | 24.15 | 25 % | 18.15 | H |
| <input type="checkbox"/> 33.2021 | 0.00 | 56.35 | 0 % | 56.35 | H |
| <input type="checkbox"/> 34.2021 | 27.50 | 56.35 | 49 % | 28.85 | H |
| <input type="checkbox"/> 35.2021 | 44.00 | 56.35 | 78 % | 12.35 | H |
| <input type="checkbox"/> 36.2021 | 34.00 | 56.35 | 60 % | 22.35 | H |
| <input type="checkbox"/> 37.2021 | 37.50 | 56.35 | 67 % | 18.85 | H |
| <input type="checkbox"/> 38.2021 | 28.00 | 56.35 | 50 % | 28.35 | H |
| <input type="checkbox"/> 39.2021 | 16.50 | 56.35 | 29 % | 39.85 | H |
| <input type="checkbox"/> 40.2021 | 6.50 | 56.35 | 12 % | 49.85 | H |
| <input type="checkbox"/> 41.2021 | 3.00 | 56.35 | 5 % | 53.35 | H |
| Total >>> | 203.00 | 531.30 | 38 % | 328.30 | H |

Nota: De acuerdo a la figura 39 podemos observar que la programación automática de los planes de mantenimiento preventivo hizo que el técnico mecánico tenga una sobrecarga laboral en las semanas 32, 35 y 36, es decir, necesitan ser distribuidas sus actividades a semanas futuras y en el caso del técnico eléctrico se tiene un déficit en la carga laboral que el debe cumplir por ejemplo se debe asignar actividades a la semana 33 puesto que ningún plan se ha programado para esa semana.

Figura 41

Cronograma de actividades de mantenimiento en interfaz de SAP.

| | | | | | SC 32 | | | SC 33 | | | SC 34 | | | |
|-----------|--------|------------------|--------|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Puesto de | Cl.cap | Denom. hoja ruta | Denom. | | 08.08.2021 | 12.08.2021 | 14.08.2021 | 16.08.2021 | 18.08.2021 | 22.08.2021 | 24.08.2021 | 26.08.2021 | 28.08.2021 | 30.08.2021 |
| MTE-AINT | 002 | TÉCNICO ELÉCTRIC | TÉCNIC | | | | | | | | | | | |

| | | | | | SC 32 | | | SC 33 | | | SC 34 | | | |
|----------|------|-----------|-----|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Orden | Op. | Puesto de | C | Cantidad | 08.08.2021 | 12.08.2021 | 14.08.2021 | 16.08.2021 | 18.08.2021 | 22.08.2021 | 24.08.2021 | 26.08.2021 | 28.08.2021 | 30.08.2021 |
| 12011531 | 0010 | MTE-AINT | 002 | 0.00 | | | | | | | | | | |
| 12011538 | 0010 | MTE-AINT | 002 | 0.00 | | | | | | | | | | |
| 12011576 | 0030 | MTE-AINT | 002 | 0.00 | | | | | | | | | | |
| 12011583 | 0010 | MTE-AINT | 002 | 0.00 | | | | | | | | | | |

| | | | | | SC 32 | | | SC 33 | | | SC 34 | | | |
|----------|------|-----------|-----|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Orden | Op. | Puesto de | C | Cantidad | 08.08.2021 | 12.08.2021 | 14.08.2021 | 16.08.2021 | 18.08.2021 | 22.08.2021 | 24.08.2021 | 26.08.2021 | 28.08.2021 | 30.08.2021 |
| 12011607 | 0010 | MTE-AINT | 002 | 0.000 | | | | | | | | | | |
| 12013155 | 0010 | MTE-AINT | 002 | 0.000 | | | | | | | | | | |
| 12013156 | 0010 | MTE-AINT | 002 | 0.000 | | | | | | | | | | |
| 12013157 | 0010 | MTE-AINT | 002 | 0.000 | | | | | | | | | | |
| 12013158 | 0010 | MTE-AINT | 002 | 0.000 | | | | | | | | | | |
| 12013159 | 0010 | MTE-AINT | 002 | 0.000 | | | | | | | | | | |
| 12013157 | 0020 | MTE-AINT | 002 | 0.000 | | | | | | | | | | |
| 12011493 | 0010 | MTE-AINT | 002 | 0.000 | | | | | | | | | | |
| 12011424 | 0010 | MTE-AINT | 002 | 0.000 | | | | | | | | | | |

Nota: La interfaz de SAP, presenta la funcionalidad de poder programar actividades de manera conjunta, como podemos observar en la parte baja se tiene las ordenes de trabajo creadas automáticamente por los planes de mantenimiento esperando la aprobación para la programación, una vez aprobados se asigna un día y hora para ser desarrolladas y pasan la parte superior, como orden de trabajo planificada.

Beneficios de la implementación.

- Manejar un plan maestro de mantenimiento preventivo, para los equipos de planta y los servicios externos, a través de actividades programadas.
- Con la lista de materiales se mantiene un registro actualizado de los repuestos utilizados en las actividades de reparación.
- Dirigir con un tiempo anticipado la adquisición de repuestos que se utilizaran en las actividades de mantenimiento preventivo.
- Mejora la trazabilidad de las actividades de mantenimiento y mejorar la disponibilidad técnica de los equipos.

Capítulo VI

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones.

- El proceso de implementación de datos maestros e ingreso a la base de datos del módulo de mantenimiento de SAP, se realizó de manera exitosa y se puede verificar en la funcionalidad de sus transacciones como en la programación de planes de mantenimiento preventivo.
- De acuerdo al diagnóstico realizado del sistema de mantenimiento actual, se evidencia un gran cambio entre el INFOMANTE, y el SAP, sustituyendo un sistema obsoleto por un sistema operativo y funcional que se adapta a las exigencias de la empresa.
- El correcto levantamiento de información de datos maestros, permitió que se elabore una estructura jerarquizada en la organización, desde las ubicaciones técnicas hasta los equipos, sus sistemas funcionales y componentes identificados.
- Mediante la lista de materiales se asoció los repuestos que han intervenido en las actividades de mantenimiento mecánico y eléctrico hasta la actualidad.
- Se obtuvo un total de 500 planes de mantenimiento preventivo de las máquinas utilizadas en los procesos productivos, sus sistemas y componentes donde se evidenció mayor número de intervenciones por fallas o averías, incluyendo los mantenimientos por servicios externos que deben ser asignado un cierto valor del presupuesto anual del área de mantenimiento.

- Según la parametrización de los planes de mantenimiento se obtuvo el cronograma de actividades preventivas a realizarse, mediante un reporte obtenido de SAP, como se muestra en la Figura 39.

Recomendaciones.

- Verificar que los operadores asignados reporten correctamente las intervenciones de mantenimiento solicitadas.
- Alimentar el valor de los puntos de medida de las máquinas que requieren un mantenimiento por horas.
- Comprobar que los repuestos nuevos que van ingresando al sistema como parte de las actividades de mantenimiento se actualicen en la base de datos de lista de materiales
- Retroalimentar mensualmente al personal que requiera capacitación de las transacciones u operaciones que maneja el SAP, en su gestión diaria.
- Difundir o capacitar acerca de las transacciones que manejará por el personal técnico y operativo en cuanto a fallas de mantenimiento.
- Planificar el presupuesto adecuado, para que las actividades de mantenimiento exterior puedan cumplirse sin retrasos en su planificación.
- Cumplir la planificación de mantenimiento preventivo que se ha ingresado en la base de datos evitando que el plan se movilice en el cronograma en función a sus valores de decalaje asignados.

Capítulo VI

Análisis económico

A continuación, se detalla la inversión monetaria que se realizó en implementación Estudio y análisis del sistema de mantenimiento de la empresa FADESA – Fabrica de Envases S.A. – Quito para la implementación del módulo SAP PM

Costos directos

Tabla 19

Costos de Elaboración

| Nombre | Cargo | Tiempo Meses | Valor mensual (USD) | Costo (USD) | total |
|-------------------|--------------|-------------------------|--------------------------------|------------------------|--------------|
| FADESA | Pasante | 10 | 394 | 3940 | |
| Subtotal 1 | | | | 3940 | |

En esta sección se detallan los costos que se relacionan directamente con los honorarios personal contratado para el levantamiento de la información y las pruebas de funcionamiento del software el proyecto demoró 10 meses desde el inicio del contrato hasta el evento de lanzamiento de SAP, en FADESA Quito.

Costos indirectos

En esta sección se detallan los costos correspondientes a la guía y asistencia académica por parte del director del proyecto.

Tabla 20*Honorarios docente*

| Nombre | Cargo | Tiempos Horas | Valor (USD) | hora | Costo (USD) | total |
|-------------------------|----------------------|--------------------------|------------------------|-------------|------------------------|--------------|
| Ing. Cabrera | Absalón Tutor | 70 | 20 | | 1400 | |
| Subtotal 1 | | | | | 1400 | |

Gasto total

Se estima un gasto total de 5340 dólares americanos para la elaboración del presente proyecto, reconociendo la inversión hecha por FADESA Quito y del soporte académico de parte del tutor en la elaboración del proyecto.

Bibliografía

Arias, A. (sf). Manual de Usuario SAP PM. *Perú, Global Talent*. Recuperado el 10 de Agosto de 2021

Asociación Española de Normalización y Certificación. (2002). *Terminología de mantenimiento*. Madrid, España: AENOR. Recuperado el 27 de Julio de 2021

Castro, J. (4 de Julio de 2019). *Blog Corponet*. Recuperado el 9 de Agosto de 2021, de <https://blog.corponet.com.mx/un-software-erp-es-la-piedra-angular-de-la-industria-4.0-en-m%C3%A9xico>

CEUPE MAGAZINE. (24 de Abril de 2021). *¿Qué son los Sistemas ERP?* Recuperado el 27 de Julio de 2021, de <https://www.ceupe.com/blog/que-son-los-sistemas-erp.html>

CLUSTER PUEBLA TIC. (21 de Julio de 2015). *SAP HANA la plataforma más adecuada para la construcción y el despliegue de la próxima generación, aplicaciones en tiempo real*. Recuperado el 27 de Julio de 2021, de <http://www.clusterpueblatic.mx/wordpress/blog/2015/07/21/sap-hana-la-plataforma-mas-adecuada-para-la-construccion-y-el-despliegue-de-la-proxima-generacion-aplicaciones-en-tiempo-real/>

FADESA. (s.f.). *FADESA NOSOTROS*. Recuperado el 7 de 10 de 2020, de <https://fadesa.com/metales/es/nosotros>

Ferrer, B. (2020). *Breve historia de SAP*.

Grupo Prisma. (2020). *Curso SAP Cero*. Quito.

Juan Vilaseca. (s.f.). *GRUPO VILASECA PAGINA OFICIAL*. Recuperado el 7 de 10 de 2020, de <https://www.grupovilaseca.com/es/nuestro-grupo.html>

López Flores, J. (2011). *IMPLANTACION DEL MÓDULO DE PM (MANTENIMIENTO DE PLANTA) DE SAP R/3, EN UN LABORATORIO FARMACÉUTICO*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, México, D.F. Recuperado el 25 de Julio de 2021

Matas Aguilar, A. J. (2018). *Desarrollo y puesta en marcha del mantenimiento preventivo, mediante SAP PM, en una empresa de distribución de productos farmacéuticos*. Universidad de Sevilla, Departamento de organización industrial y gestión de empresas, Sevilla. Recuperado el 25 de Julio de 2021

Medrano, J., González, V., & Díaz de León, V. (2017). *Mantenimiento Técnicas y aplicaciones industriales* (Primera ed.). México: Grupo Editorial Patria. Recuperado el 27 de Julio de 2021

Proyecto Prisma. (2018). *Generalidades de la Implementación SAP S/4 HANA. Maintenance to Support & Quality*. Quito.

Samaniego, J. (s.f.). *LOS RETOS QUE ENFRENTA LA INDUSTRIA MANUFACTURERA HOY*. Recuperado el 7 de Agosto de 2021, de <https://www.grupo-novatech.com/retos-que-enfrenta-la-industria-manufacturera-hoy-en-dia/>

Sanmartin Quishpi, J. J., & Quezada Tocto, M. P. (2015). *Propuesta de un sistema de gestión para el mantenimiento de la empresa CERÁMICA ANDINA C.A.* Cuenca, Azuay, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado el 17 de Julio de 2021

SAP. (2021). *Historia de SAP*. Recuperado el 2 de Mayo de 2021, de <https://www.sap.com/latinamerica/about/company/history/2011-present.html>

The MathWorks Inc. (2019). Introduction to Predictive Maintenance with MATLAB. 3. Recuperado el 27 de Julio de 2021

Tolentino, R., Toledo, M., Tolentino, G., & Campos, O. (2019). Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos. *Científica*, XXIII, 51-59. Recuperado el 25 de Julio de 2021

ANEXOS

ANEXO A: REGISTRO DE CAPACITACIONES AL PERSONAL TÉCNICO

ANEXO B: ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERADO DESDE SAP, ATENDIDA POR PERSONAL INTERNO

ANEXO C: ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERADO DESDE SAP, DE UN SERVICIO EXTERNO

ANEXO D: SOLICITUD DE PERMISO DE TRABAJO EN ALTURAS ANCLADA A UNA ORDEN DE TRABAJO, GENERADA AUTOMÁTICAMENTE.