PROPUESTA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA FUTECH GROUP S.A.

PABLO VÁSQUEZ VÉLEZ

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
MEDELLÍN
2011

PROPUESTA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA FUTECH GROUP S.A.

PABLO VÁSQUEZ VÉLEZ

Trabajo de grado presentado para optar al título de Ingeniero Mecánico

Asesor: Juan Santiago Villegas

Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD EAFIT

ESCUELA DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

MEDELLÍN

2011

Nota de aceptación:

_____

_____

_____

_____

Presidente del Jurado

_____

Jurado

_____

Jurado

Medellín, octubre de 2011

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN 10
1. OBJETIVOS 12
1.1 GENERAL 12
1.2 ESPECÍFICOS 12
2. UTILIZAR LOS PRINCIPIOS BÁSICOS DE MANTENIMIENTO PARA DIAGNOSTICAR EL ESTADO DE LA MAQUINARIA DE LA EMPRESA FUTECH GROUP S.A. 13
2.1 PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DEL MANTENIMIENTO 13
2.2 PRONÓSTICO DE LA CARGA DE MANTENIMIENTO 14
2.2.1 Planeación de la capacidad de mantenimiento 15
2.2.2 Organización del mantenimiento 15
2.2.3 Programación del mantenimiento 16
2.3 EDAD DE LOS EQUIPOS 17
2.4 NIVEL DE USO 17
2.5 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS Y/O EXTERNAS 18
3. DIAGNÓSTICO DE MAQUINARIA. 19
4. REVISAR EL ESTADO ACTUAL DEL MANTENIMIENTO: INSTRUMENTAL, OPERACIONAL, TÁCTICO Y ESTRATÉGICO, CON EL FIN DE EVALUAR EL ESTADO ORGANIZACIONAL DE MANTENIMIENTO EN FUTECH GROUP S.A. 20
4.1 SISTEMA KANTIANO DE MANTENIMIENTO 20
4.2 NIVEL INSTRUMENTAL 22
4.3 NIVEL OPERACIONAL 23
4.3.1 Mantenimiento correctivo 23
4.3.2 Mantenimiento preventivo 26
4.3.3 Mantenimiento predictivo 32
4.3.4 Mantenimiento modificativo 33
4.4 NIVEL TÁCTICO 33
4.4.1 TPM 33

4.4.2 RCM 38
4.4.3 TPM Y RCM combinado 39
4.5 NIVEL ESTRATEGICO 41
4.5.1 Índices internacionales 41
5. REALIZAR UNA EVALUACIÓN DE CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS DE PLANTA PLANTEANDO UNA METODOLOGÍA DE TRABAJO A IMPLEMENTAR EN FUTECH GROUP S.A. 46
5.1 ANALISIS DE CRITICIDAD 46
6. PRESENTAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO CON ESTRATEGIAS, ACCIONES, METAS, PROCEDIMIENTOS, CON EL FIN DE LOGRAR MEJORAS 52
6.1 PLAN DE MANTENIMIENTO 52
6.2 CREACION Y GESTION DE OBJETOS TECNICOS PARA LA ESTRUCTURA DE MANTENIMIENTO 54
6.2.1 Definiciones 54
6.3 PROCEDIMIENTO DE CREACION DE AVISOS Y ORDENES DE MANTENIMIENTO Y METROLOGIA 60
6.3.1 Diseño de la orden de trabajo 61
6.4 PROCEDIMIENTO DE PLANEACION Y EJECUCION DE MANTENIMIENTO PLANEADO 70
6.5 PLANIFICACION DE NECESIDADES DE REPUESTOS PARA MANTENIMIENTO 76
6.5.1 Componentes del almacén de mantenimiento 76
6.6 PROVEEDORES DE MANTENIMIENTO 78
6.7 PROCEDIMIENTO DE VALIDACION DE EQUIPOS DE INSPECCION MEDICION Y ENSAYO 82
6.7.1 Métodos de Medición en Futech S.A. 82
6.7.2 Características de la medición 83
6.7.3 Identificación de equipos de medición 83
6.7.4 Selección de los elementos de medida 84
6.8 PROCEDIMIENTO PARA LA CODIFICACION DE OBJETOS TECNICOS 85
7. ENMARCAR TODAS LAS RECOMENDACIONES E IMPLEMENTACIONES DENTRO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD. 86
7.1 SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD PARA MANTENIMIENTO Y METROLOGIA 86

7.2 REQUISITOS DE LA DOCUMENTACIÓN 87
7.3 GENERALIDADES 87
7.3.1 Manual de la calidad.....87
7.3.2 Control de los documentos.....88
7.3.3 Control de los registros.....88
7.4 RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD 89
7.5 INFRAESTRUCTURA 89
7.6 CONTROL DE LA PRODUCCION Y DE LA PRESTACION DE SERVICIO ...89
7.7 CONTROL DE LOS EQUIPOS DE SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN 90
7.8 SEGUIMIENTO Y MEDICION DE LOS PROCESOS.....91
8. REALIZAR ENTRENAMIENTOS EN LOS PUNTOS CLAVES PARA EL MANTENIMIENTO DE FUTECH GROUP S.A. 96
8.1 METODOLOGIA DE ENTRENAMIENTOS.....96
9. CONCLUSIONES 98
BIBLIOGRAFIA 102

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Función del pronóstico de la carga de mantenimiento en un sistema de mantenimiento 14

Figura 2. Unidad elemental del mantenimiento....21

Figura 3. Niveles y categorías del mantenimiento bajo enfoque sistémico....21

Figura 4. Planificación del mantenimiento correctivo por averías 25

Figura 5. Pilares TPM según el JIPM....34

Figura 6. Conceptos básicos para calificar el mantenimiento 41

Figura 7. Tabla de criterios de evaluación para metodología de criticidad 48

Figura 8. Flujograma de la evaluación de criticidad....49

Figura 9. Criterio de clasificación de la criticidad 50

Figura 10. Tabla de evaluación de criticidad de equipos 51

Figura 11. Principales políticas de mantenimiento....53

Figura 12. Lista de centros de planificación del mantenimiento....55

Figura 13. Centros de emplazamiento 55

Figura 14. Grupos de planificación de mantenimiento 56

Figura 15. Objetos técnicos para la estructura de mantenimiento y metrología 56

Figura 16. Lista de características 57

Figura 17. Ciclo de la gestión de mantenimiento 66

Figura 18. Mantenimiento planeado para semana del 12 de septiembre 2011 75

Figura 19. Mantenimiento planeado....75

Figura 20. Mapa de procesos 92

LISTA DE FLUJOGRAMAS

Pág.

Flujograma 1. Creación y gestión de objetos técnicos para la estructura de mantenimiento y metrología.....58

Flujograma 2. Gestión de avisos y órdenes de mantenimiento 67

Flujograma 3. Planeación y ejecución de mantenimiento planeado 73

Flujograma 4. Planificación de necesidades de repuestos para mantenimiento....78

LISTA DE FORMATOS

Pág.

Formato 1. Formato de solicitud de avisos y órdenes de mantenimiento y metrología 64

Formato 2. Formato de mantenimiento planeado 72

Formato 3. Formato de seguimiento de proveedores 80

Formato 4. Formato de evaluación de proveedores 81

Formato 5. Caracterización proceso de mantenimiento y control de infraestructura y equipos de producción y medición 92

INTRODUCCIÓN

La empresa Futech Group S.A., con sede en Sabaneta Antioquia, nace con el objetivo de desarrollar nuevas tecnologías en el área de elaboración de productos en material compuesto, con el fin de participar en la ejecución de diversos proyectos no sólo a nivel regional, sino nacional, destacándose por su calidad y cumplimiento.

El campo de acción está relacionado con la fabricación de productos de material compuesto, comúnmente llamado fibra de vidrio y/o PRFV (poliéster reforzado con fibra de vidrio). Soportando su producción en cálculos y dimensiones del compuesto PRFV, utilizando formulas y conceptos de la teoría de elasticidad, para así aplicar un alto coeficiente de seguridad para entregar a los clientes un producto de óptima calidad y rendimiento.(Futech, 2010)

El alto costo de la maquinaria, lleva a las empresas a implementar el mantenimiento ya que por medio de este asegura el buen estado de funcionalidad de todos los equipos. En periodos de tiempo de largo y mediano plazo, es necesario mantener precios competitivos para los bienes o servicios, para lograrlo se establece una condición de servicio de largo plazo en el mantenimiento de la maquinaria.(Mora, 2009)

Los objetivos de mantenimiento sirven como fundamento logístico, para que otras áreas empresariales puedan cumplir su función de producción de bienes y servicios.(Bohan, 2003)

El gran desarrollo tecnológico en todo el proceso productivo de una compañía, lleva a considerar el mantenimiento como una estrategia para mejorar y mantener, siendo así su aplicación un objetivo a cumplir con rigurosidad.

El mantenimiento desarrolla un importante papel en la consecución de las metas de una empresa, ya que un buen cumplimiento en las labores y estrategias desarrolladas, conllevan a prolongar la vida útil de sus equipos dando paso a una mayor producción y mejora continúa de la empresa.

1. OBJETIVOS

1.1 GENERAL

Presentar un modelo de la gestión de las acciones de mantenimiento de la empresa Futech Group S.A.

1.2 ESPECÍFICOS

- Utilizar los principios básicos de mantenimiento, para diagnosticar el estado de la maquinaria de la empresa Futech Group S.A. – Nivel 1 – Conocer.
- Revisar el estado actual del mantenimiento: Instrumental, Operacional, Táctico y Estratégico, con el fin de evaluar el estado organizacional de mantenimiento en Futech Group S.A. – Nivel 2 – Comprender.
- Realizar una evaluación de criticidad de los equipos de planta planteando una metodología de trabajo a implementar en Futech Group S.A. – Nivel 3 – Aplicar
- Presentar un plan de mantenimiento con estrategias, acciones, metas, procedimientos, con el fin de lograr mejoras. – Nivel 4 – Analizar.
- Enmarcar todas las recomendaciones e implementaciones dentro de un sistema de gestión de la calidad.
- Realizar entrenamientos en los puntos claves para el mantenimiento de Futech Group S.A.

2. UTILIZAR LOS PRINCIPIOS BÁSICOS DE MANTENIMIENTO PARA DIAGNOSTICAR EL ESTADO DE LA MAQUINARIA DE LA EMPRESA FUTECH GROUP S.A.

2.1 PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DEL MANTENIMIENTO

Hasta finales del siglo XVII, las funciones de preservación y mantenimiento no tuvieron un gran desarrollo, ya que el 90% de los trabajos eran realizados por el hombre y el 10% por la máquina. Debido a esto solo se ejecuta mantenimiento correctivo ya que el fallo de una maquina no afecta de forma considerable la producción.

Con la llegada de la primera guerra mundial las maquinas pasan a tener un papel importante debido a los altos niveles de producción para el sector armamentista. Todo esto lleva a que el trabajo se prolongue por grandes periodos de tiempo.

De la necesidad de producción nace el concepto de mantenimiento preventivo que hace referencia a que el objetivo de mantenimiento no es reparar los equipos si no planificar y mejorar la productividad mediante adecuadas acciones de mejora.

Luego llega una etapa en la cual empieza una creciente automatización de los procesos, lo cual obliga que las demás áreas de la ingeniería tengan una evolución conjunta con la tecnología. Es de esta necesidad de evolucionar que nacen las demás ramas del mantenimiento como son: mantenimiento predictivo, mantenimiento estratégico, mantenimiento proactivo, etc. (Sacristán, 2001).

Todos estos cambios llevan a que el mantenimiento se convierta en una herramienta de planeación basada en la toma de decisiones, buscando mejorar la disponibilidad de las maquinas manteniendo un enfoque en la seguridad del usuario y el medio ambiente.

En los últimos tiempos, el mantenimiento ha cambiado, quizás más que cualquier otra disciplina gerencial. Estos cambios se deben principalmente al enorme

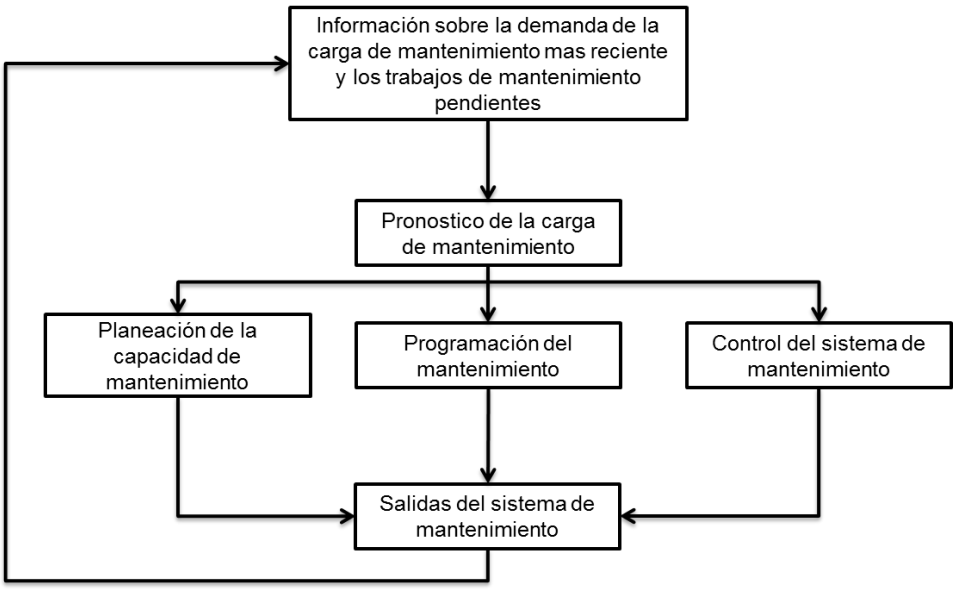
aumento en número y en variedad de activos físicos (plantas, equipos, edificaciones) que deben ser mantenidos en el tiempo. (Moubray, 2004)

2.2 PRONÓSTICO DE LA CARGA DE MANTENIMIENTO

El pronóstico es el proceso mediante el cual se predice la carga de mantenimiento en el tiempo. La carga de mantenimiento se toma como una variable aleatoria frente a ciertos factores que pueden influenciar las condiciones de una máquina en operación, estos pueden ser una función de la edad del equipo, el nivel de uso, la calidad del mantenimiento, factores climáticos y las destrezas de los trabajadores de mantenimiento.

Realizar un pronóstico de la carga de mantenimiento es esencial para alcanzar un nivel deseado de eficiencia y optimización de recursos. El papel que desempeña este tipo de pronóstico en un sistema de mantenimiento se muestra en la *figura 1.* (Duffuaa, y otros, 2000)

Figura 1. Función del pronóstico de la carga de mantenimiento en un sistema de mantenimiento



Fuente: (Duffuaa, y otros, 2000)

2.2.1 Planeación de la capacidad de mantenimiento

La planeación de la capacidad de mantenimiento determina los recursos necesarios para satisfacer las demandas de trabajo. Estos recursos incluyen: mano de obra, materiales, equipos y herramientas. Entre los aspectos fundamentales de la capacidad de mantenimiento se encuentra la cantidad de técnicos y sus habilidades, como las herramientas especiales requeridas para el mantenimiento. Debido a que la carga de mantenimiento es una variable aleatoria, no será posible realizar una planeación exacta de la demanda.

Debido a estas condiciones las empresas manejan la planeación de trabajos buscando que la mayor parte de estos se realicen con técnicos de la empresa, cuando no sea posible cumplir con los trabajos planeados estos se deben realizar en horas extras o por subcontratación con entidades externas. (Duffuaa, y otros, 2000).

Dadas las condiciones de trabajo y operación de la empresa Futech Group S.A. se toma la decisión de realizar los trabajos básicos de mantenimiento con personal de operación, y realizar un plan de mantenimiento general donde las labores que se realicen serán ejecutadas por entidades externas.

Todo esto con el fin de manejar la planeación de mantenimiento bajo un esquema de tercerización de trabajos, ya que no se cuenta con personal fijo para el departamento de mantenimiento.

2.2.2 Organización del mantenimiento

Dependiendo de la carga de mantenimiento, el tamaño de la planta, las destrezas de los técnicos, etc. El mantenimiento se puede organizar por departamentos, por áreas o de forma centralizada.

En las grandes organizaciones el mantenimiento se enfoca por áreas o por departamentos logrando un mayor empoderamiento de los técnicos y así poder

dar una mejor respuesta en el caso que sea necesario, pero en organizaciones de menor tamaño la centralización busca que el sistema de mantenimiento sea compacto donde las aptitudes de los técnicos tendrán que ser integrales para poder satisfacer las demandas de los trabajos de una manera rápida y efectiva. (Duffuaa, y otros, 2000)

Dadas las condiciones de trabajo de una empresa y sus instalaciones se podrá organizar y/o enfocar a los técnicos del departamento de mantenimiento, para que realicen sus labores de una manera adecuada y eficiente.

En Futech Group S.A. se realizan las operaciones de mantenimiento conjunto con las operaciones de producción ya que los operarios están encargados de realizar las labores de mantenimiento básicas para que los equipos funcionen de una manera adecuada, dadas estas condiciones se puede decir que los trabajos de mantenimiento se realizan de una manera centralizada, todo esto por las condiciones de la planta y el número de equipos, que permiten que se pueda realizar de esta manera.

2.2.3 Programación del mantenimiento

La programación de mantenimiento es el proceso de asignación de recursos y personal en los trabajos de planta. Es necesario asegurar que los técnicos y los materiales estén disponibles a la hora de programar las labores de mantenimiento.

Cuando se tienen equipos críticos en el cual una falla para el procesos productivo tiene un alto impacto en la producción, se debe tener un manejos de prioridad, para ser atendidos antes que cualquier otro equipo. (Duffuaa, y otros, 2000)

Ya que el mantenimiento en Futech Group S.A. permite que las labores básicas las realicen los operarios de planta, las cuales están preestablecidas por los fabricantes de la maquinaria con el fin de que puedan operar de manera adecuada. Permite que la asignación de recursos y del personal este definida por áreas de producción.

2.3 EDAD DE LOS EQUIPOS

La posibilidad de adquisición de equipos está ligada al poder adquisitivo de la empresa ya que esta puede adquirir equipos nuevos a alto costo, equipos remanufacturados por costos menores y/o equipos de segunda mano.

Dadas las condiciones financieras de los socios de la empresa Futech Group S.A. se toma la decisión de comprar maquinaria nueva, La adquisición de esta maquinaria se da en un proceso de montaje y puesta a punto de la planta de producción, este montaje se presenta dentro de un tiempo de 8 meses, dando paso a que se encuentren equipos con diferencias de uso dentro de este tiempo. Teniendo en cuenta el tiempo de vida útil de los equipos y su uso, se puede sacar un estimado de las condiciones de edad de las máquinas para generar el plan de mantenimiento, Dado que los rangos de uso en la maquinaria son similares, nos da pie para decir que toda la maquinaria de la empresa Futech Group S.A. se encuentran en condiciones óptimas de trabajo, Es de aquí de donde se parte para decir que el plan de mantenimiento para la maquinaria se desarrolla basándose en que la maquinaria se encuentra en condiciones óptimas de trabajo. (Futech, 2010)

2.4 NIVEL DE USO

El nivel de uso de una máquina de producción está directamente relacionado con la programación de producción ya que esta es la que define las horas de trabajo para entregar una cantidad de material terminado al cliente o destino final. (Duffuaa, y otros, 2000)

Dadas estas condiciones de operación en los equipos de la empresa Futech Group S.A. se tienen unas condiciones de uso bajas. Ya que la empresa se encuentra en una etapa de montaje y puesta en marcha y la capacidad de planta está en un 30%. (Futech, 2010)

2.5 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS Y/O EXTERNAS

Las condiciones de operación de un equipo están ligadas a cómo es operado y bajo qué condiciones climáticas se encuentra el equipo, cuando se realizar un plan de mantenimiento a un equipo es importante tener en cuenta estas variables ya que los planes que recomienda el fabricante para la maquinaria varían según estas condiciones de trabajo.

El proceso de fabricación de productos en PRFV es un proceso donde las condiciones de trabajo debido a los insumos para la producción, hacen de este un medio agresivo para la maquinaria, dando paso a un deterioro prematuro de los equipos. Por lo tanto se debe tener en cuenta este tipo de variables a la hora de seleccionar los insumos para el mantenimiento y la periodicidad del mantenimiento. (Futech, 2010)

El correcto manejo de los equipos, dentro de los parámetros de funcionamiento hace que este no se vea forzado a trabajar en condiciones extremas que aceleran el desgaste de algunos componentes, para minimizar estas condiciones de operación el personal de planta encargado de operar los equipos debe pasar por una capacitación donde sean informados del correcto manejo de los equipos y su capacidad de operación. (Futech, 2010)

3. DIAGNÓSTICO DE MAQUINARIA.

La empresa Futech Group S.A adquiere una serie de maquinaria para el proceso de fabricación de productos en PRFV, las cuales son diseñadas para cumplir con los requerimientos del medio y así poder satisfacer un sector poco competido.

Para realizar un buen diagnóstico de la maquinaria no solo se mira el estado, sino una serie de factores que son inherentes al proceso de producción y que afectan directamente el estado de la maquinaria. Algunos de estos factores son la edad del equipo, el nivel de uso, la cantidad y la calidad de su mantenimiento, la planeación del mantenimiento, organización del mantenimiento, factores climáticos y/o externos y la destreza de los técnicos de mantenimiento como la de los operarios.

Después conocer las condiciones de la maquinaria en la empresa Futech Group S.A., se tiene como condición general que la maquinaria se encuentra en un estado óptimo de funcionamiento, teniendo en cuenta todos los factores antes descritos.

No obstante se debe tener en cuenta que ahí maquinaria que está pasando por un proceso de puesta a punto, lo cual representa tiempo improductivo por paro en la maquinaria, este tiempo no debe afectar los indicadores de mantenimiento hasta que se haga entrega oficial de la maquinaria por parte del proveedor a la empresa.

4. REVISAR EL ESTADO ACTUAL DEL MANTENIMIENTO: INSTRUMENTAL, OPERACIONAL, TÁCTICO Y ESTRATÉGICO, CON EL FIN DE EVALUAR EL ESTADO ORGANIZACIONAL DE MANTENIMIENTO EN FUTECH GROUP S.A.

4.1 SISTEMA KANTIANO DE MANTENIMIENTO

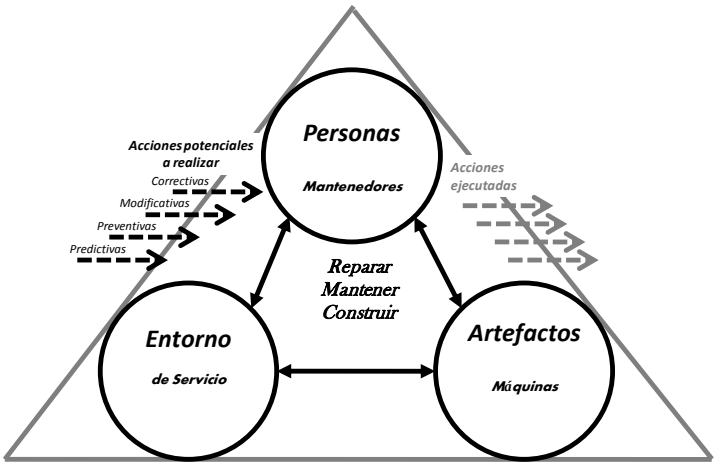
El enfoque sistémico Kantiano plantea la posibilidad de estudiar y entender cualquier fenómeno, ya que este puede definir un sistema el cual está compuesto por tres elementos básicos: personas, artefactos y entorno.

El mantenimiento se construye de forma intelectual por el ser humano, el cual se basa en el estudio de los equipos y su comportamiento para encontrar soluciones a problemas que se presenten en el sistema.

Los artefactos en el caso del mantenimiento constituyen el conjunto de máquinas, componentes, sistemas de producción, herramientas, etc. Los cuales son los elementos reales requeridos para realizar mantenimiento.

El entorno es de carácter mental o intelectual y son todos aquellos sitios en que se desenvuelve la naturaleza del sistema, es donde se encuentran las máquinas que hacen posible la producción de bienes y/o servicios. (Mora, 2009)

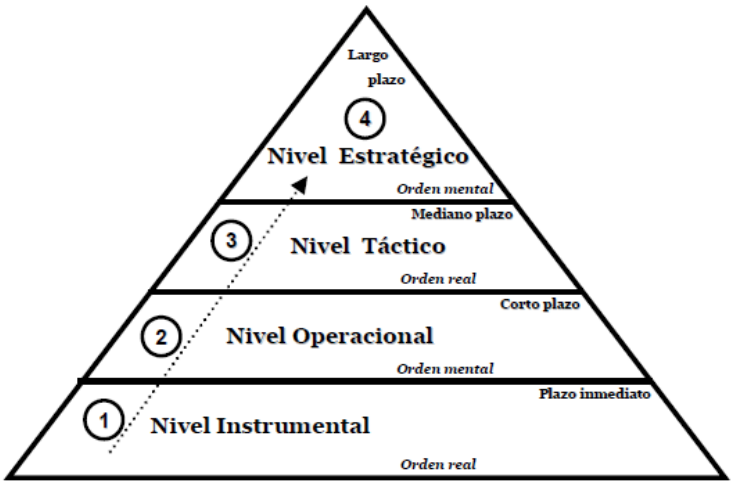
Figura 2. Unidad elemental del mantenimiento



Fuente: (Mora, 2009)

Para comprender en el enfoque sistémico de mantenimiento, éste se plantea en forma piramidal, donde se busca tener en la base los artefactos que hacen posible que se dé el mantenimiento hasta los niveles superiores, que buscan mantener estos artefactos en el tiempo por medio de estrategias, tácticas y operaciones de mantenimiento.

Figura 3. Niveles y categorías del mantenimiento bajo enfoque sistémico



Fuente: (Mora, 2009)

4.2 NIVEL INSTRUMENTAL

El nivel instrumental abarca todos los elementos reales requeridos, para que exista el mantenimiento en las empresas, procura el manejo sistémico de toda la información construida, solicitada en un sistema de mantenimiento en lo referente a las relaciones entre personas, recursos productivos y máquinas. También pertenece al nivel instrumental todos los registros, documentos, historia, información etc. Si se llega a tener un nivel avanzado se tiene el mejoramiento continuo, 5s, análisis de fallas, manejo de inventarios, pronósticos etc.

En mantenimiento se pueden encontrar diferentes etapas dentro de la categoría nivel instrumental como son niveles básicos, avanzados, genéricos y específicos. En general abarca todos los elementos físicos e intangibles que requieren las personas para poder realizar las acciones concretas de mantenimiento sobre los elementos o máquinas. (Mora, 2009)

Desde su concepción la empresa Futech Group S.A pasa de ser una simple idea a conformar una empresa de producción, la cual alberga diferentes máquinas, instalaciones, insumos, repuestos, personal entre otros. Los cuales proporcionan información para que se puedan generar acciones de mantenimiento.

La adopción de un sistema de gestión de la calidad debe ser una decisión estratégica de la organización, ya que este se encarga de brindar la metodología para que la información y los procedimientos de la empresa sean estandarizados, y es de aquí de donde se tienen buenas bases para trabajar en el nivel instrumental.

El diseño y la implementación del sistema de gestión está influenciado por los siguientes ítems.

- El entorno de la organización, los cambios en ese entorno y los riesgos asociados a ese entorno.

- Sus necesidades cambiantes.
- Sus objetivos particulares.
- Los productos que proporciona.
- Los procesos que emplea.
- Su tamaño y la estructura de la organización.

El sistema de gestión de la calidad lleva a la empresa a trabajar bajo ciertos parámetros que certifican que el producto y su producción están dentro de estándares de calidad certificados. Toda esta información que se adquiere buscando tener un sistema de gestión de la calidad, da pie para tener buenas bases, y un nivel instrumental sólido, que permita realizar buenas tareas de gestión de los activos. (ICONTEC, 2008)

4.3 NIVEL OPERACIONAL

El nivel operacional comprende todas las acciones a realizar en el mantenimiento de los equipos, a partir de los deseos de los demandantes, todo esto enmarcado en las diferentes metodologías que existen como son: acciones correctivas, preventivas, predictivas y modificativas. (Mora, 2009)

4.3.1 Mantenimiento correctivo

Este tipo de mantenimiento solo se realiza cuando el equipo no está operando bajo los rangos deseados y/o deja de prestar su función por completo. No se presentan elementos de planeación para este tipo de mantenimiento, ya que esta estrategia es conocida como “hasta que falle” y se presenta en muchas ocasiones cuando otro tipo de mantenimiento no puede justificarse. (Mora, 2009)

Toda máquina en funcionamiento está sometida a un desgaste referente a su ciclo de vida, el cual se incrementa a medida que pasa el tiempo, este factor desgaste hace que los componentes de una maquina fallen, lo cual conlleva a que se realice

un mantenimiento correctivo para devolver la maquina a un estado de operación inicial.

La empresa Futech Group S.A. recurre a este tipo de mantenimiento correctivo ya que la maquinaria se encuentra en un proceso de adaptación y mejora, este tipo de situación lleva a que se den fallas tempranas en los equipos, lo cual genera mantenimiento correctivo para devolver la función principal a la maquinaria. (Futech, 2010)

4.3.1.1 Mantenimiento correctivo por sustitución de elementos. Este método de mantenimiento correctivo es aplicado a una máquina, cuando las actividades se basan en cambios de piezas, y su sustitución, se puede preparar con algo de antelación.

El montaje y puesta a punto de una planta de producción requiere de cambios específicos en la máquinas para lograr un funcionamiento óptimo de estas, todo esto está ligado a cambio de componentes o ajustes necesarios para su correcto funcionamiento, debido a las condiciones de trabajo y los factores externos en el lugar, estos trabajos de mantenimiento se realizan como correctivo.

Este mantenimiento se caracteriza por su gran simplicidad y rapidez en la intervención por lo que sus características son:

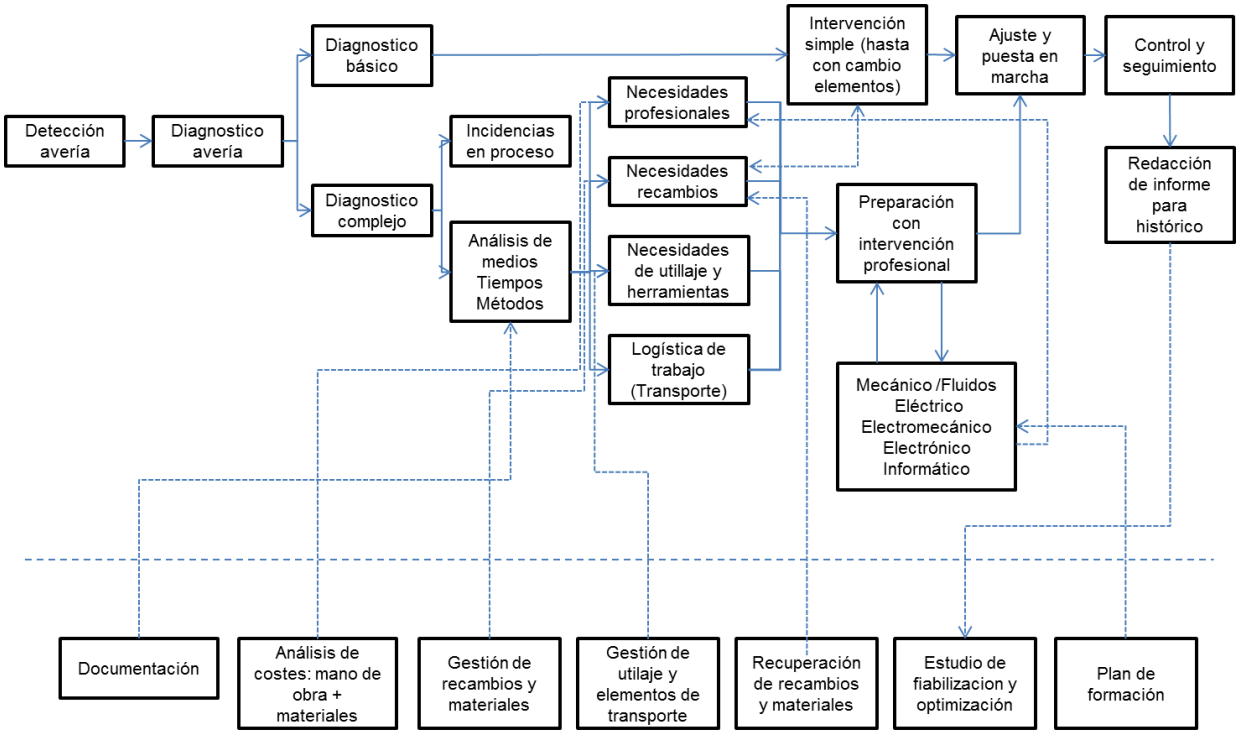
- Rapidez en la respuesta del fallo
- Bajo costo en la mano de obra aplicada a la reparación
- Costos elevados en materiales de recambio

La detección de este tipo de fallas es realizada por los operarios de las máquinas, ya que ellos son los que se encuentran en constante contacto con la maquinaria, y saben cuándo ésta presenta alguna anomalía como: ruidos, calentamiento, disminución de la productividad, etc. Este tipo de diagnóstico también se puede

realizar con tecnología, la cual verifica el funcionamiento de piezas y/o conjuntos en la maquinaria.

Este tipo de reparación debe ser rápida y sencilla ya que consta con un conjunto de componentes preparados con antelación para reparar la falla. (Sacristán, 2001)

Figura 4. Planificación del mantenimiento correctivo por averías



Fuente: (Sacristán, 2001)

Ya que la empresa Futech Group S.A. se encuentra en una etapa de montaje y arranque de producción, la maquinaria pasa por un proceso de acople y estabilización. La adaptación de la maquinaria al requerimiento de producción conlleva a que se realicen mejoras buscando optimizar la maquinaria, las cuales se realizan bajo el modelo de mantenimiento correctivo. (Futech, 2010)

4.3.2 Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es cualquier mantenimiento planeado que se lleva a cabo para hacer frente a fallas potenciales. Este tipo de mantenimiento se puede realizar con base en el uso o las condiciones de trabajo de un equipo.

Este se realiza teniendo en cuenta las horas de funcionamiento de un equipo y/o con un calendario establecido. Este tipo de mantenimiento requiere un alto nivel de planeación donde todas las rutinas son conocidas así como sus frecuencias. En la determinación de la frecuencia generalmente se necesita conocimiento sobre las fallas y la confiabilidad del equipo. (Duffuaa, y otros, 2000)

El mantenimiento preventivo se hace más frecuente en el medio industrial ya que mejora la disponibilidad de las máquinas, lo cual está basado en las siguientes premisas.

- La frecuencia en las fallas prematuras puede ser menor mediante una buena lubricación, ajuste, limpieza e inspecciones promovidas por el desempeño de la máquina.
- Si las fallas no se pueden prevenir, la inspección y las mediciones periódicas pueden ayudar a reducir el impacto de la falla logrando prevenir el efecto domino en los componentes periféricos a la pieza en malas condiciones.
- En el lugar donde se pueda realizar un vigilancia de los componentes de la maquina se podrá observar la degradación de una función o un parámetro, lo cual conlleva a que se dé un aviso antes de una falla inminente.
- Respecto a los costos directos e indirectos se tiene una ganancia ya que una interrupción no planeada provoca daños en el programa de producción y este provoca un costo por mantenimiento correctivo que puede ser más elevado que el costo de un mantenimiento planeado.

Si se desea realizar mantenimiento preventivo la pregunta más critica que se debe hacer el grupo de mantenimiento es ¿Que tareas o serie de tareas deben realizarse para impedir una falla? Si se entiende el modo de la falla real del equipo, podemos decidir que tareas se realizan para impedir la falla y cuáles no son necesarias para no incurrir en excesos.

En el mantenimiento planeado se deben tener encueta dos grandes aspectos en las fallas, si el modo de falla se basa en el tiempo y/o se debe al desgaste, es decir, si la probabilidad de la falla aumenta con el tiempo, la edad o el uso, entonces las tareas de mantenimiento preventivo se deben basarse en el tiempo, si por otra parte, la probabilidad de una falla es una constante independiente del tiempo y existe un desgaste desde que se corrige la falla, entonces las tareas de mantenimiento se deben basar por las condiciones de trabajo. (Duffuaa, y otros, 2000)

4.3.2.1 Tecnologías de diagnóstico. Antes de que se crearan equipos de medición para la evaluación de parámetros en las máquinas, los operarios y el personal de mantenimiento deberían confiar en sus sentidos: tacto (temperatura, vibración, desgaste), olfato (temperatura, contaminación), vista (vibración, temperatura, alineación), oído (ruido, vibraciones, cavitación, desgaste), gusto (contaminación), El objetivo de la inspección era buscar una señal de falla inminente, de manera que la reparación se pueda planear con antelación. (Duffuaa, y otros, 2000)

La tecnología de diagnóstico se ha extendido en todos los sectores industriales en los últimos tiempos, algunas de las técnicas de mantenimiento preventivo más comunes son: análisis de vibraciones, análisis de aceites lubricantes, termografía, ultrasonido etc.

- Análisis de vibraciones

Una vibración se puede considerar como la oscilación o el movimiento repetitivo de un objeto alrededor de su posición de equilibrio, el tiempo que requiere para volver al punto de equilibrio es el periodo, y el número de repeticiones de este ciclo es su frecuencia.(Duffuaa, y otros, 2000)

Las maquinas vibran a lo largo de una amplio espectro de frecuencias, lo cual hace que el monitoreo de condiciones, se deba realizar comparando las características de las vibraciones de la operación actual, respecto a una línea de referencia, la cual se mide cuando la maquina se encuentra en condiciones normales.(Duffuaa, y otros, 2000)

- Análisis de lubricantes

Cuando se realiza el análisis de un aceite de una máquina, existen diferentes técnicas para determinar la composición química del aceite y buscar materiales extraños en él.(Duffuaa, y otros, 2000)

La ferrografia y la detección de virutas magnéticas examinan el desgaste de componentes en base de hierro, para determinar el tipo y grado de desgaste y estos pueden ayudar a señalar el componente que presenta el fallo.

El análisis espectrometrico del aceite mide la presencia y cantidad de contaminantes en el aceite mediante el espectrómetro de medición atómica u absorción. Este es útil para determinar cualquier presencia de componentes extraños en el aceite ya sean metálicos o no metálicos. Es útil cuando las partículas que se están midiendo en el análisis se están generando en etapas tempranas de desgaste ya que estas son finas.

La cromatografía mide los cambios en las propiedades del aceite, incluyendo la viscosidad, punto de inflamación, PH, contenido de agua y fracción insoluble. (Duffuaa, y otros, 2000)

- Termografía

Los usos más comunes de la termografía es medir la temperatura superficial de las piezas por medio de radiación infrarroja, esta es útil para diagnosticar conexiones eléctricas deficientes y puntos peligrosos, desgaste de refractarios y sobrecalentamientos críticos en calderas. Una cámara de rayos infrarrojos muestra las cambios en la temperatura superficial, la cual esta calibrada para proporcionar la temperatura absoluta.(Duffuaa, y otros, 2000)

- Ultrasonido

Esta técnica se emplea para determinar fallas o anomalías en soldaduras, recubrimientos, tuberías, estructuras, etc. Las fallas se descubren cuando se mandan pulsos de ultrasonido por el material y se evalúa la marca resultante para determina la ubicación exacta de la falla, esta técnica también es utilizada para medir caudal en fugas de aire o gases.(Duffuaa, y otros, 2000)

4.3.2.2 Elementos del mantenimiento preventivo. El mantenimiento planeado es el que se realiza con una previsión, control y registros por adelantado. (Duffuaa, y otros, 2000)

Para realizar un plan de mantenimiento este debe tener los siguientes pasos:

- Administración del plan

El primer paso del desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo se debe reunir un grupo de trabajo que dé inicio y ejecute el plan. Se designa una sola persona como jefe del trabajo, además que es esencial el compromiso de esta persona para el cumplimiento exitoso del plan. (Duffuaa, y otros, 2000)

- Inventario de las instalaciones

El inventario de las instalaciones consiste en una lista de todas las instalaciones, incluyendo todas las piezas. Esta lista se elabora con el fin de identificar todos los activos de la empresa. Para luego elaborar una hoja de inventario de todo equipo, que muestre la identificación de este, la descripción de la instalación, su ubicación, tipo y prioridad. (Duffuaa, y otros, 2000)

- Identificación del equipo

Es esencial desarrollar un sistema mediante el cual se identifique de manera única cada pieza del equipo, se debe establecer un sistema de códigos que ayude a indicar la ubicación de este, que contenga el tipo y numero de máquina. (Duffuaa, y otros, 2000)

- Registro de las instalaciones

El registro de las instalaciones es un archivo electrónico o en papel que contiene los detalles técnicos acerca de los equipos incluidos en el plan de mantenimiento. Estos datos son los primeros que se ingresan al sistema de mantenimiento. El registro del equipo (partida) debe incluir el número de identificación, ubicación, tipo de equipo, fabricante, fecha de fabricación, número de serie, especificaciones, tamaño, capacidad, velocidad, peso, energía de servicio, detalles de conexión, detalles de cimentación, dimensiones generales, tolerancias, numero de plano de referencia, numero de referencia para los manuales de servicio, etc. (Duffuaa, y otros, 2000)

- Programa específico de mantenimiento

Debe elaborarse un programa específico de mantenimiento para cada equipo dentro del programa general. El programa es una lista completa de tareas de mantenimiento que se realizan en el equipo. El programa incluye el nombre y la identificación del equipo, su ubicación, numero de referencia del programa, una

lista detallada de las tareas que se realizan, frecuencia de cada tarea, tipo de técnico requerido, tiempo para cada tarea, herramientas especiales, materiales necesarios para el trabajo y detalles de cualquier mantenimiento que se realizara por contrato externo. (Duffuaa, y otros, 2000)

- Especificación del trabajo

La especificación del trabajo es un documento que describe el procedimiento para cada tarea. Su intención es proporcionar la mayor cantidad de información para que el técnico de mantenimiento pueda realizar dicha tarea. Esta debe indicar el número de identificación de la pieza o equipo, ubicación de la misma, referencia del programa de mantenimiento, numero de referencia del trabajo, frecuencia del trabajo, tipo de técnicos requeridos para el trabajo, componentes que se van a reemplazar, herramientas y equipos especiales necesarios, planos de referencia y procedimientos de seguridad. (Duffuaa, y otros, 2000)

- Programa de mantenimiento

El programa de mantenimiento es una lista donde se asignan las tareas de mantenimiento en periodos de tiempo específicos. Cuando se ejecuta el programa de mantenimiento, es de suma importancia tener cuidado con el balance de las cargas de mantenimiento para poder cumplir con los requerimiento de producción. (Duffuaa, y otros, 2000)

- Control del programa

El programa de mantenimiento debe ejecutarse según se ha planeado. Es esencial una vigilancia para observar cualquier desviación respecto al programa, ya que si esto pasa se debe tomar una acción para realizar el control.

Dadas las condiciones de los equipos de la empresa Futech Group S.A. se parte de la experiencia de los integrantes de la empresa como también de los proveedores de la maquinaria para establecer un plan de mantenimiento

preventivo que se acomode a las condiciones de operación de las máquinas, ya que no se cuenta con suficiente información de las maquina debido a las condiciones de uso de las máquinas. (Duffuaa, y otros, 2000)

4.3.3 Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo es una metodología que tiene como objetivo asegurar el funcionamiento de las maquinas críticas a través de la inspección del estado, esto se da llevando un control de los niveles o umbrales que corresponden a los parámetros de su condición. Con esta metodología se asegura el seguimiento del estado de la maquinaria así como la evolución de las fallas. (Sacristán, 2001)

Cuando las empresas tienen en su proceso productivo equipos críticos de alto impacto sobre la producción es necesario que estos equipos no presenten paros inesperados por fallas en sus componentes, dados estos requerimientos se plantea la forma de controlar el desgaste de las piezas criticas de cada equipo. Dando paso a que se genere el mantenimiento predictivo el cual se encarga de que se pueda planear un paro de la maquina con antelación y con consentimiento de producción para no generar tiempo improductivo en la planta.

Este tipo de mantenimiento es importante ya que se puede llevar una trazabilidad de los componentes de la maquina brindando una buena información para generar un buen plan de mantenimiento y así mejorar la confiabilidad de la máquina.

En la empresa Futech Group S.A. se realiza mantenimiento predictivo a los equipos de medición de parámetros en el proceso productivo, ya que se busca garantizar las mediciones, para poder certificar que los productos que salgan están bajo los parámetros que especifica el cliente. (Futech, 2010)

4.3.4 Mantenimiento modificativo

El mantenimiento modificativo intenta eliminar la causa de un fallo repetitivo o de un daño mayor en una máquina, la modificación implica más una acción de ingeniería que de mantenimiento, pero habitualmente es una acción realizada por el departamento de mantenimiento. (Harris, y otros, 1998)

Las condiciones de operación de las máquinas y el medio en el que se encuentran hacen que estas presenten fallos característicos los cuales pueden ser controlados por modificaciones en los equipos, para garantizar que estos no vuelvan a ocurrir.

Dado que cierta maquinaria de la empresa Futech Group S.A. se diseñó para la fabricación de postes en PRFV, la puesta en marcha y optimización del proceso conlleva a que se corrijan nuevas variables y/o falencias que presente la maquinaria en el proceso de producción de los postes, como también se presentan fallos tempranos los cuales obligan a buscar alternativas de solución dando paso a que se generen modificaciones en la máquina. (Futech, 2010)

4.4 NIVEL TÁCTICO

El nivel táctico contempla el conjunto de acciones de mantenimiento que se aplican a un caso específico (equipo o conjunto de equipos). Es el grupo de tareas de mantenimiento que se realizan para alcanzar un fin; al seguir las normas o reglas para ello establecido. Aparecen en este nivel el TPM, RCM, TPM & RCM combinadas entre otros.

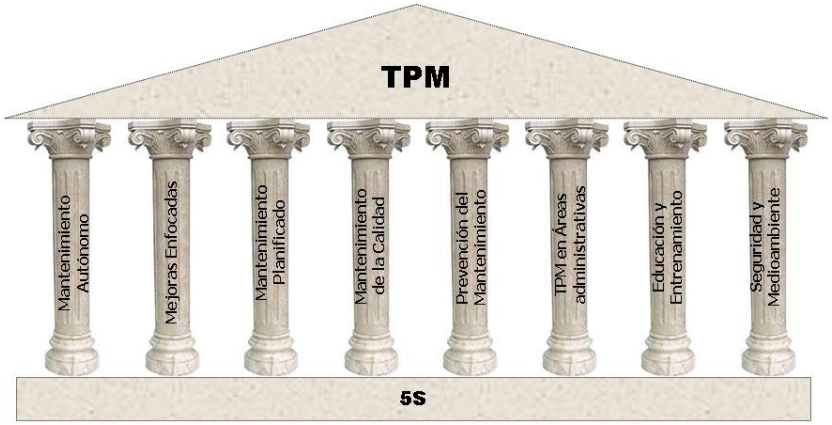
4.4.1 TPM

Las empresas japonesas, después de la segunda guerra mundial, determinan que para competir eficazmente en el mercado internacional deben mejorar la calidad de sus productos; para lograr esta meta toman del continente americano técnicas de manufactura y de administración. Las cuales adaptan de una forma rápida a sus sistemas industriales, entre los conceptos que adoptaron se encuentra el

mantenimiento preventivo, posteriormente le incorporan a este otros conceptos como mantenimiento autónomo, ingeniería de confiabilidad etc. Logrando modificar en forma radical el ambiente industrial japonés para conformar lo que se conoce como TPM (mantenimiento productivo total). Basándose en que la mejora de la organización se da cuando se involucra a todos los funcionarios de la organización, desde los operarios hasta la alta dirección. (Mora, 2009)

Toda esta filosofía del TPM está sustentada en el trabajo conjunto de la gente y los pilares básicos de TPM.

Figura 5. Pilares TPM según el JIPM



Fuente: (Curso Mantenimiento Productivo Total, 2009)

4.4.1.1 Mantenimiento Autónomo. En mantenimiento autónomo (MA), busca que los operarios sean el foco central, estos están empoderados de sus equipos con sus propias responsabilidades. Se les enseña con la dirección del personal de mantenimiento a mantener sus equipos. Esto comienza con una limpieza e inspección del equipo para solucionar defectos ocultos. (Curso Mantenimiento Productivo Total, 2009)

Respecto a la implementación del MA se desarrolla un estándar de mantenimiento para la maquina seleccionada, al cual se le realiza un seguimiento para poder garantizar su correcto funcionamiento.

4.4.1.2 Mantenimiento Planificado. El mantenimiento planeado (MP), se desarrolla después que los operarios estén realizando el mantenimiento autónomo en sus equipos, dando paso a que el personal de mantenimiento adquiera un poco más de tiempo para atacar problemas más complejos, mediante la planeación de mantenimiento preventivo, análisis de fallas así como estableciendo actividades planeadas. (Curso Mantenimiento Productivo Total, 2009)

4.4.1.3 Mejoras enfocadas. La mejora enfocada (ME), busca eliminar las pérdidas ocasionadas con el proceso productivo. (Curso Mantenimiento Productivo Total, 2009)

Estas pueden ser:

- Fallas en los equipos principales.
- Cambios y ajustes no programados.
- Fallas de equipos auxiliares.
- Ocio y paradas menores.
- Reducción de velocidad.
- Defectos en el proceso.
- Arranque.

4.4.1.4 Mantenimiento de la calidad. Este pilar busca la calidad del producto, buscando las causas de los defectos para luego analizar y eliminar la fuente del defecto. La meta de este pilar es ofrecer un producto con cero defectos lo cual solo se logra con la búsqueda de la mejora continua. (Curso Mantenimiento Productivo Total, 2009)

4.4.1.5 Prevención del mantenimiento. Este pilar busca reducir el deterioro de los equipos actuales y mejorar los costos de su mantenimiento. Como también se refiere al periodo de diseño inicial, desarrollo y producción de nuevos productos

hasta que se alcanza una producción estable. (Curso Mantenimiento Productivo Total, 2009)

4.4.1.6 TPM en áreas administrativas. La introducción del TPM en áreas administrativas puede entregar grandes beneficios. Este se encarga de ayudar a reducir perdidas administrativas a través de la implementación de ciertas partes de MA como son 5´s y la estandarización de procesos. (Curso Mantenimiento Productivo Total, 2009)

4.4.1.7 Educación y entrenamiento. Este pilar es necesario para el éxito de TPM, ya que refuerza la necesidad de educar a los operarios y al personal de mantenimiento en temas varios tales como: electricidad, hidráulica, neumática etc. Todo con el fin de prevenir las pérdidas por falta de capacitación de los técnicos y/o operarios. (Curso Mantenimiento Productivo Total, 2009)

4.4.1.8 Seguridad y medio ambiente. Este pilar se encarga de enseñar la importancia de proteger al personal y a la comunidad del entorno. El objetivo es asegurar que el personal está equipado con el equipo adecuado para realizar sus labores. Este también busca reducir los impactos ambientales tales como ruido, olores y polución. (Curso Mantenimiento Productivo Total, 2009)

La metodología TPM cuenta con bases para poder lograr la implementación de técnicas avanzadas de mejoramiento continuo. Una de las metodologías más fuertes que se debe implementar antes de comenzar con TPM es 5´s ya que es una herramienta para el incremento de la productividad laboral.

La herramienta 5´s se basa en la Filosofía Japonesa que por sus 5 cinco palabras promulga la creación de un lugar digno, productivo y seguro donde trabajar.(Wikipedia)

Las cinco palabras claves para la implementación de 5´s son:

- Clasificar (Seiri)

Es la primera de las cinco fases. Consiste en identificar los elementos que son necesarios en el área de trabajo, separarlos de los innecesarios y desprenderse de estos últimos, evitando que vuelvan a aparecer. Asimismo, se comprueba que se dispone de todo lo necesario.(Wikipedia)

- Ordenar (Seiton)

Se debe organizar los elementos necesarios para el trabajo en un lugar de fácil acceso “Un lugar para cada cosa, cada cosa en su lugar”. (Wikipedia)

- Limpiar (Seiso)

Una vez despejado y ordenado el espacio de trabajo, es fácil limpiarlo. Este paso consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, como también tomar acciones necesarias para que no vuelvan a aparecer, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado operativo. El incumplimiento de la limpieza puede tener consecuencias, provocando incluso anomalías o mal funcionamiento de la maquinaria.(Wikipedia)

- Estandarizar (Seiketsu)

Consiste en detectar situaciones irregulares o anomalías, mediante normas sencillas y visibles para todos, aunque las etapas previas de 5´s pueden aplicarse únicamente de manera puntual, en esta etapa se crean estándares que recuerdan que el orden y la limpieza deben mantenerse cada día. (Wikipedia)

Para conseguir esto, las normas siguientes son de ayuda:

- Hacer evidentes las consignas las cantidades mínimas e identificación de zonas.

- Favorecer una gestión visual.
- Estandarizar los métodos operatorios.
- Formar al personal en los estándares.

- Sostener (Shitsuke)

Con esta etapa se pretende trabajar de acuerdo con las normas establecidas, comprobando el seguimiento del sistema 5´s y elaborando acciones de mejora continua, cerrando el ciclo PHVA (Planificar, hacer, verificar y actuar). Si esta etapa se aplica sin el rigor necesario, el sistema 5´s pierde su eficacia.(Wikipedia)

En la empresa Futech Group S.A. se toman ideas innovadoras, que sin implementar toda una metodología como lo es TPM, pueden ayudar de una manera positiva a la orientación en el mejoramiento continuo.

Los directivos de la empresa Futech Group S.A. tienen como objetivo a corto plazo implementar la metodología de 5´s, ya que con esta metodología se buscan fomentar una cultura del buen orden y la creación de un lugar digno, productivo y seguro donde trabajar.(Futech, 2010)

4.4.2 RCM

El mantenimiento centrado en la confiabilidad es una filosofía de gestión de mantenimiento, que sirve de guía para identificar las actividades de mantenimiento con sus respectivas frecuencias y aplicarlas en los activos más críticos.

El RCM es una técnica de organización de las actividades y la gestión de mantenimiento para desarrollar programas organizados que se basan en la confiabilidad de los equipos en función del diseño y de la construcción de los mismos. El RCM asegura un programa efectivo de mantenimiento que se centra en que la confiabilidad inherente al equipo se mantenga. (Mora, 2009)

Los Objetivos del RCM son los siguientes:

- Eliminar las averías de las máquinas.
- Suministrar fuentes de información de la capacidad de producción de la planta a través del estado de sus equipos y máquinas.
- Minimizar los costos de mano de obra de reparaciones, en base a un compromiso por parte de los responsables de mantenimiento en la eliminación de las fallas de máquinas.
- Anticipar y planificar con precisión las necesidades de mantenimiento.
- Establecer horarios de trabajo más razonables para el personal de mantenimiento.
- Permitir a los departamentos de producción y de mantenimiento una acción conjunta y sincronizada a la hora de programar y mantener la capacidad de producción de la planta.
- Incrementar los beneficios de explotación directamente mediante la reducción de los presupuestos del departamento de mantenimiento.

4.4.3 TPM Y RCM combinado

La combinación RCM y TPM tiene la ventaja de tomar las cosas buenas de RCM como las de TPM logrando facilitar el trabajo en equipo entre mantenimiento y producción, tiene como objetivo mejorar la fiabilidad de las máquinas y bajar los costos de operación. Ambas tácticas son excluyentes y complementarias, mientras el TPM mejora la productividad, el RCM aumenta la confiabilidad y competitividad.

El TPM trata de llevar el equipo a condiciones semejantes a las de un equipo nuevo. Las buenas prácticas de TPM ayudan a reducir al mínimo las fallas que ocurren en la etapa de mortalidad infantil, durante la instalación y puesta en marcha. Con la restauración del equipo y el cuidado básico por parte del

operador; mientras el RCM se enfoca en erradicar la causa raíz de la fallas y manejar un control exhaustivo sobre ellas.(Mora, 2007a)

El TPM involucra el personal de producción en el mantenimiento básico de la maquinaria. Sin embargo si el problema es mayor es necesario que el personal de mantenimiento ataque la falla, estos especialistas usan los principios RCM para analizar los modos de fallas y sus efectos, además. Usan herramientas de monitoreo de condición como el análisis de vibraciones y otros instrumentos avanzados de mantenimiento que faciliten la identificación de la causa raíz del problema.

El TPM procura mejorar la eficacia y la eficiencia del mantenimiento, al igual que el RCM, además el TPM usa el control y la prevención del mantenimiento, esto es inherente en RCM que se encarga de identificar y evitar los modos de falla.

El TPM enfatiza el mantenimiento preventivo dando paso a altos costos en mano de obra y repuestos pero a su vez el RCM lo complementa al utilizar el predictivo. El RCM ayuda a identificar como y cuando usar el mantenimiento preventivo o predictivo a través del análisis de los modos de falla.

La combinación de ambas modalidades de mantenimiento es una costumbre que se incrementa día a día en las empresas modernas, para mejorar y conservar los equipos y sus funciones. Con la combinación de ambas tácticas complementarias se logra evitar crisis en el proceso productivo, se minimiza los costos y se mejoran constantemente los procesos de planta. La relación clave entre TPM y RCM está que los principios de la organización y confiabilidad se combinan para garantizar una excelente operación y gestión de mantenimiento. (Mora, 2009)

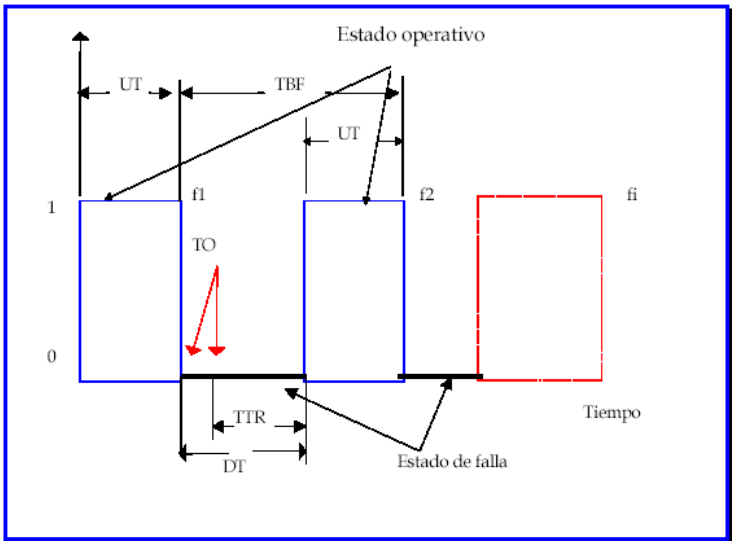
4.5 NIVEL ESTRATEGICO

El campo estratégico está compuesto por las metodologías que se desarrollan con el fin de evaluar el grado de éxito alcanzado con las tácticas desarrolladas; esto implica el establecimiento de índices, rendimiento e indicadores que permitan medir el caso particular con otros diferentes. Es la guía que permite alcanzar el estado de éxito propuesto y deseado. Este se alcanza mediante el LCC, el CMD, los costos, la terotecnologia, etc.

4.5.1 Índices internacionales

La mayoría de las entidades que tratan el mantenimiento aceptan tres indicadores básicos: confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad que permiten evaluar el grado de gestión y operación por parte de los elementos estructurales de mantenimiento.

Figura 6. Conceptos básicos para calificar el mantenimiento



Fuente: (Mora, 2007a)

A continuación se explica los conceptos necesarios para entender la figura anterior:

- 1: condición de operación del equipo.
- 0: condición de no operación del equipo.
- Fi: falla i ésima.
- UT: up time o tiempo operativo.
- TBF: time between failures o tiempo entre fallas.
- DT: Down time o tiempo no operativo
- TTR: time to repair o tiempo necesario para reparar.
- TO: time out o tiempo fuera de control (tiempos logísticos).

4.5.1.1 Confiabilidad. Valora las acciones que ejecuta producción sobre el manejo y operación de los equipos, desde la óptica de fabricación y explotación de los mismos, las medidas fundamentales en que se apoya son las cantidades y los tiempo de falla inherentes a los equipos. (Mora, 2007a)

La confiabilidad en los equipos de una planta se puede medir mediante los siguientes indicadores.

- MTBF tiempo medio entre fallas (Mean time between failures)

Para un número de fallas = n

$$MTBF = \frac{\sum TBF}{n} \quad (1)$$

- MUT tiempo medio superior o de trabajo (Mean up time)

Para un número de fallas = n

$$MUT = \frac{\sum UT}{n} \quad (2)$$

4.5.1.2 Mantenibilidad. La mantenibilidad se asocia a la facilidad con que un elemento o dispositivo puede ser restaurado a sus condiciones de funcionalidad establecidas, lo cual implica tener en cuenta todas las características y hechos previos que ocurren antes de haber alcanzado ese estado de normalidad, tales como: el diseño, el montaje, la operación, las habilidades de los operarios, las modificaciones realizadas, las reparaciones anteriores, la capacidad de operación, la confiabilidad, los mantenimientos realizados a lo largo de la vida útil del equipo, el entorno, la legislación pertinente, la calidad de los repuestos, la limpieza, el impacto ambiental que genera, etc. influyen directamente en el grado de mantenibilidad de un equipo.

- MTD tiempo medio no operativo (Mean down time)

Para un número de fallas = n

$$MTD = \frac{\sum DT}{n} \quad (3)$$

- MTO tiempo medio de logística (Mean time out)

Para un numero de fallas = n

$$MTO = \frac{\sum TO}{n} \quad (4)$$

- MTTR tiempo medio para reparar (Mean time to repair)

Para un numero de fallas = n

$$MTTR = \frac{\sum TTR}{n} \quad (5)$$

Donde se tiene que MDT- MTO = MTTR

4.5.1.3 Disponibilidad Inherente. La disponibilidad del sistema, es la probabilidad de que el sistema opere satisfactoriamente cuando sea requerido en cualquier instante bajo las condiciones de operación especificadas, y un entorno ideal de soporte logístico, es decir, con la disponibilidad adecuada de personal, repuestos, herramientas, equipos de prueba y demás, sin considerar ninguna demora logística o administrativa. El *MTTR* es el tiempo activo neto de reparación sin ninguna demora y con todos los recursos disponibles al iniciarse la reparación. La disponibilidad inherente no contempla los mantenimientos planeados (preventivos o predictivos). La disponibilidad inherente está basada únicamente en la distribución de fallas y la distribución de tiempo de reparación. Como su palabra lo expresa solo reconoce actividades de reparaciones inherentes al sistema, no por fuera de este.(Mora, 2009)

Las empresas que invierten tiempos relevantes en actividades planeadas de mantenimiento (preventivo y/o predictivo), pueden utilizar esta disponibilidad que tiene en cuenta las tareas proactivas de mantenimiento que generan no disponibilidad:

$$AI = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100 \quad (6)$$

4.5.1.4 Disponibilidad genérica. Es muy útil cuando se tienen los tiempos totales de funcionamiento y de no disponibilidad, en este caso no se poseen los tiempos exactos de demoras logísticas, suministros, retrasos, otros.

Los *MUT* en la Aosolo consideran los tiempos en que el equipo funciona correctamente, como a su vez los *MDT* contemplan todo lo que genere no disponibilidad, los tiempos de paradas previstas o planeadas por mantenimiento (u otra causa) deben descontarse del tiempo en que el equipo puede operar.

$$AO = \frac{MUT}{MUT + MDT} \times 100 \tag{7}$$

Los indicadores de mantenimiento son una parte importante para la medición de las acciones realizadas por el personal de mantenimiento, la empresa Futech Group S.A. para la gestión de mantenimiento se propone unas metas anuales las cuales deben ser cumplidas, para cumplir con estas metas se plantea seguir ciertos indicadores de mantenimiento que son factores claves en el existo de un buen plan de mantenimiento que son la mantenibilidad y la disponibilidad.

5. REALIZAR UNA EVALUACIÓN DE CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS DE PLANTA PLANTEANDO UNA METODOLOGÍA DE TRABAJO A IMPLEMENTAR EN FUTECH GROUP S.A.

5.1 ANALISIS DE CRITICIDAD

Existe una gran variedad de metodologías para evaluar los riesgos y peligros, todas basadas en el análisis cuantitativo o cualitativo de la consecuencia y la probabilidad de ocurrencia de fallas de los equipos, sin embargo estas pueden ser adaptadas para ser aplicadas a las diferentes fases de la vida útil de las instalaciones, así, podemos encontrar análisis de riesgo aplicables a la fase de diseños, a la fase de construcción, a la fase de preparación para la operación y a la fase operativa de un activo.(Jimenez, 2010)

El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional, basado en la realidad actual.

El mejoramiento de la confiabilidad operacional de cualquier instalación o de sus sistemas y componente, está asociado con cuatro aspectos fundamentales: confiabilidad humana, confiabilidad del proceso, confiabilidad del diseño y la confiabilidad del mantenimiento. No siempre se disponen de recursos ilimitados, tanto económicos como humanos, para poder mejorar al mismo tiempo, estos cuatro aspectos en todas las áreas de una empresa.

¿Cómo establecer que una planta, proceso, sistema o equipo es más crítico que otro? ¿Qué criterio se debe utilizar? El análisis de criticidades da respuesta a estas interrogantes, dado que genera una lista ponderada desde el elemento más crítico hasta el menos crítico del total de los equipos, diferenciando tres zonas de clasificación: alta criticidad, mediana criticidad y baja criticidad. Una vez

identificadas estas zonas, es mucho más fácil diseñar una estrategia, para realizar estudios o proyectos que mejoren la confiabilidad operacional, iniciando las aplicaciones en el conjunto de procesos o elementos que formen parte de la zona de alta criticidad. Los criterios para realizar un análisis de criticidad están asociados con: seguridad, ambiente, producción, costos de operación y mantenimiento, rata de fallas y tiempo de reparación. La lista generada, resultado de un trabajo de equipo, permite nivelar y homologar criterios para establecer prioridades, y focalizar el esfuerzo que garantice el éxito maximizando la rentabilidad.(Mendoza, 2010)

Se debe analizar cada activo dentro de las 6 áreas de impacto las cuales son:

- Seguridad. (S).
- Calidad y rendimiento. (Q).
- Estatus de Operación. (W).
- Factor de retraso (costos de oportunidad). (D).
- Periodo (intervalo de falla). (P)
- Mantenibilidad. (M)

Para esto se tiene la siguiente tabla y flujo grama.

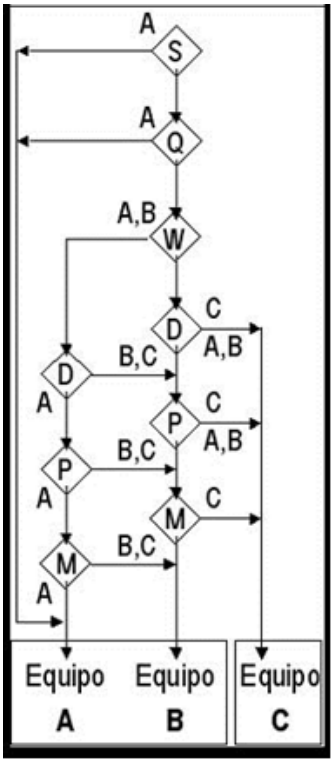
Figura 7. Tabla de criterios de evaluación para metodología de criticidad

Elem. De Evaluación	Grado A	Grado B	Grado C
S Seguridad	Un fallo podría causar serios problemas de seguridad y entorno en el área circundante	Un fallo podría causar algunos problemas de seguridad y entomo en el área circundante	Un fallo No causará problemas de seguridad y entorno en las áreas circundantes
Q Calidad y rendimiento	Un fallo podría causar productos defectuosos o afectar seriamente al rendimiento X>10%	Un fallo podría causar variaciones de calidad o afectar moderada/ al rendimiento 10%<X>3%	Un fallo No podría afectar ni calidad ni al rendimiento X<3%
W Estatus de operación	24 Horas de operación	De 7 a 14 horas de operación	Operación intermitente
D Factor de retraso (costes de oportunidad)	Un fallo pararía la planta entera	un fallo pararía solamente el sistema afectado	Está disponible unidad de reserva. Más económico esperar al fallo y entonces repararlo
P Periodo (intervalo de fallo)	Paradas frecuentes (cada seis meses o más)	Paradas ocasionales (apróximadamente una vez al año)	Dificilmente se produce una parada (menos de una vez al año)
M Mantenibilidad	Tiempo de reparación: 4 horas o más Coste de reparación: más de 5 SMMLV	Tiempo de reparación: 1-4 horas Coste de reparación: 1,5 SMMLV A 5 SMMLV	Tiempo de reparación: menos de 1 hora Coste de reparación: menos de 1,5 SMMLV

Fuente: (Curso Mantenimiento Productivo Total, 2009)

Para poder definir el tipo de categoría de criticidad de cada equipo se debe seguir el siguiente flujograma que evalúa el equipo en cada elemento de evaluación.

Figura 8. Flujograma de la evaluación de criticidad



Fuente: (Curso Mantenimiento Productivo Total, 2009)

Luego de tener la metodología ya planteada se realiza el renqueo de las máquinas para así poder definir qué maquinas son más críticas para el proceso siendo A el criterio de mayor urgencia y C el de menor urgencia.

Figura 9. Criterio de clasificación de la criticidad

CRITICIDAD DE EQUIPOS	
CRITERIO	**CATEGORIA**
Tenga alto impacto en el proceso productivo, en los servicios generales de la compañía, en el control de calidad, y/o en el normal funcionamiento de la fábrica.	A
Tenga medio impacto en el proceso productivo, en los servicios de la compañía, en el control de calidad, y/o en el normal funcionamiento de la fabrica	B
Tenga bajo impacto en el proceso productivo, en los servicios de la compañía, en el control de calidad, y/o en el normal funcionamiento de la fábrica.	C

(Futech, 2010)

Esta metodología de análisis de la criticidad de equipos, se plantea con el fin de garantizar que los equipos más críticos para la producción, presenten el índice de paradas por fallas más bajo y así poder mejorar su disponibilidad.

Dado el caso de una falla en simultaneo con otro equipo de la empresa, el grupo de mantenimiento se verá enfrentado a tomar una decisión respecto a que equipo reparar primero, teniendo la herramienta del análisis de criticidad, se podrá tomar una decisión más acertada respecto a cuál se debe atender primero, esto con el fin de disminuir el impacto en la producción. (Duffuaa, y otros, 2000)

La empresa Futech Group S.A. decide manejar una metodología de criticidad en los equipos de una forma fácil y rápida. La cual está enfocada en manejar tres tipos de criticidad en los equipos, estos índices se sacan teniendo los siguientes criterios, Los equipos tipo A, tipo B y tipo C. (Futech, 2010)

Cuando a un equipo se lo asigna el criterio A, esto quiere decir que es un equipo que tiene alto impacto en la producción, lo cual implica que un paro por la falla de un componente afecta la producción y/o la calidad del producto.

Un equipo con criterio B, quiere decir que un fallo en la máquina y/o un componente, comprometen la producción en una forma parcial, lo cual significa que se disminuye la capacidad de producción y/o la calidad no es la óptima, para la corrección de este fallo se puede planear una solución de mantenimiento conjunto con producción para no generar tiempo improductivo.

Cuando a un equipo se le asigna el criterio C, esto quiere decir que un fallo en el equipo no afecta la producción, por lo tanto la corrección de este puede esperar y ser planeada con antelación para no generar tiempo improductivo. (Futech, 2010)

Después de realizar la evaluación de criticidad de los equipos productivos de la empresa Futech Group S.A. se llega la siguiente conclusión.

Figura 10. Tabla de evaluación de criticidad de equipos

Descripcion	S	Q	W	D	P	M	EQUIPO
Compresor Aire	C	B	B	A			A
Maquina Aspersion Chooper	C	A					A
Maquina Gelcoat (Pintura)	C	A					A
Maquina Filament	C	A					A
Maquina de Pruebas - Postodromo	C	B	C	B			C
Puente Grua - 2 ton.	C	C	B	A			A
Subestacion de Energia	C	A					A

Fuente: (Futech, 2010)

Dado que a varios equipos se le otorgó un criterio A, se debe tener en cuenta el proceso al cual están ligados, ya que existen procesos productivos más críticos para la empresa como el proceso de elaboración de postes, por lo tanto las dos máquinas más críticas de la empresa son la máquina de Filament y el compresor de aire. (Futech, 2010)

6. PRESENTAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO CON ESTRATEGIAS, ACCIONES, METAS, PROCEDIMIENTOS, CON EL FIN DE LOGRAR MEJORAS

6.1 PLAN DE MANTENIMIENTO

Las organizaciones industriales existen para generar beneficios a sus creadores y dueños, usan equipos y mano de obra para transformar materias primas en productos acabados con un valor agregado.

El beneficio que genera este tipo de empresas, es la diferencia entre el ingreso de la venta de los productos y los costos de producción. La rentabilidad está influenciada por muchos factores, tales como demanda y precios del producto, producción de los equipos, vida y amortización de los equipos, gastos de producción etc.

El mantenimiento está relacionado con la rentabilidad a través de la productividad de los equipos y el gasto por producción, Los trabajos de mantenimiento elevan el nivel de rendimiento de los equipos y su disponibilidad, pero al mismo tiempo incrementan los gastos de producción. El objetivo del departamento de mantenimiento es encontrar el equilibrio óptimo de estos factores para poder contribuir a la rentabilidad de la empresa. (Harris, y otros, 1998)

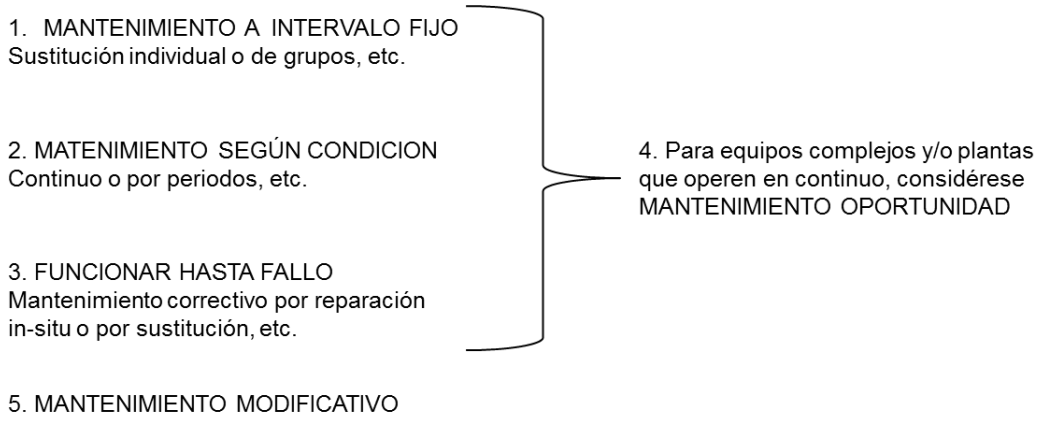
Un sistema eficaz de operaciones y control del mantenimiento es la columna vertebral de una sólida administración del mantenimiento. El control del mantenimiento significa coordinar la demanda del mantenimiento y los recursos disponibles para alcanzar un nivel deseado de eficacia y eficiencia. Un sistema eficaz de operación y control debe incorporar todas las siguientes características. (Duffuaa, y otros, 2000)

- Demanda de mantenimiento.
- Recursos de mantenimiento.

- Procedimientos y medios para coordinar, programar, despachar y ejecutar el mantenimiento.
- Normas de rendimiento y calidad
- Retroalimentación, monitoreo y control.

El plan de mantenimiento de una planta deberá elaborarse a partir de la selección para cada unidad de la mejor combinación de las políticas enumeradas en la siguiente figura, coordinándolas para conseguir el óptimo uso de los recursos y del tiempo.

Figura 11. Principales políticas de mantenimiento



Fuente: (Harris, y otros, 1998)

Las acciones preventivas y correctivas para cada objeto técnico deben estar especificadas con cierto detalle por el fabricante del equipo, este es caso para los elementos de fácil sustitución y/o de mantenimiento cotidiano, es aquí donde el mantenimiento es de bajo costo y especifico. En cambio cuando se trata de mantenimiento en partes complejas se toman acciones las cuales incrementan los costos de mantenimiento, existen elementos en las máquinas que no se sustituyen a lo largo de la vida útil de la maquina los cuales no deberían necesitar ninguna

acción de mantenimiento predeterminada ya que su vida esperada excede la de la planta.

Muchos factores influyen en la selección de la política apropiada para cada elemento, y esto, junto con el gran número de elementos implicados, lleva a requerir algún procedimiento sistémico para determinar el mejor programa de mantenimiento para cada periodo de tiempo. (Harris, y otros, 1998)

6.2 CREACION Y GESTION DE OBJETOS TECNICOS PARA LA ESTRUCTURA DE MANTENIMIENTO

Esta etapa es importante pero habitualmente tediosa y difícil debido al volumen trabajo y la complejidad y tamaño de los equipos. Se sugiere realizar una clasificación de los equipos siguiendo la metodología de “lo general a lo particular”, esto lleva a que se empiece por crear la planta donde se encuentran los equipos, para luego llegar a los equipos y a sus componentes si es necesario. (Harris, y otros, 1998)

De esta manera se realiza la creación y gestión de objetos técnicos en la empresa Futech Group S.A. que consiste en la definición, creación y gestión de la estructura de información, que soporta el sistema de mantenimiento.

6.2.1 Definiciones

- Centros de planificación de mantenimiento

El centro de planificación es la ubicación física donde se lleva a cabo la planeación de mantenimiento. Para este caso aplica, como centros de planificación, Futech Group S.A.

Figura 12. Lista de centros de planificación del mantenimiento

FUTECH Group S.A.	**LISTA DE CENTROS DE PLANIFICACION DEL MANTENIMIENTO**	CODIGO: A GMM 02
		VERSION: 01
		FECHA: 24/05/2011
		PAGINA: 1 de 1
Descripción		
FUTECH		

Fuente: (Futech, 2010)

- Emplazamientos

Son las zonas en las cuales se divide el centro de operación.

Figura 13. Centros de emplazamiento

FUTECH Group S.A.	**CENTROS DE EMPLAZAMIENTO**	CODIGO: A GMM 03
		VERSION: 01
		FECHA: 24/05/2011
		PAGINA: 1 de 1
Descripción		
FUTECH		

Fuente: (Futech, 2010)

- Grupos de planificación

Son los procesos en los cuales se divide el mantenimiento en la Compañía y desde cada grupo, se planifican los recursos de mantenimiento con mano de obra, materiales, hojas de ruta, etc.

Figura 14. Grupos de planificación de mantenimiento

FUTECH Group S.A.	**GRUPOS DE PLANIFICACION DE MANTENIMIENTO**	CODIGO: A GMM 04 VERSION: 01 FECHA: 24/05/2011 PAGINA: 1 de 1

DESCRIPCION	ABREVIATURA	COMENTARIO ADICIONAL
Mtto Productivo	PRO	Planifica el mantenimiento productivo (Máquinas y equipos) eléctrico, mecánico y varios.
Metrología	MET	Planifica las actividades metrologicas
Mtto Locativo	LOC	Planifica el mantenimiento locativo (Edificio, etc)
Mtto Equ. Computo	EQC	Planifica el mantenimiento de impresoras, PC de oficinas, PC de máquinas.

Fuente: (Futech, 2010)

- Puesto de Trabajo

Los puestos de trabajo para mantenimiento, se crearán por oficio, es decir, Operarios de planta, Jefe de planta, Servicio externo.

- Objeto Técnico

Un objeto técnico de mantenimiento es aquel que tiene una ubicación fija dentro de la estructura organizativa y permite llevar un historial del mismo.

Figura 15. Objetos técnicos para la estructura de mantenimiento y metrología

FUTECH Group S.A.	**OBJETOS TÉCNICOS PARA LA ESTRUCTURA DE MANTENIMIENTO Y METROLOGIA**	CODIGO: A GMM 05 VERSION: 01 FECHA: 24/05/2011 PAGINA: 1 de 1

EQUIPOS					
N°	DESCRIPCIÓN	MARCA	CANTIDAD	OBSERVACION	CODIFICACIÓN
1	Compresor Aire	Ingersoll Rand	1		COA 001
2	Maquina Aspersion Chooper	Magnum Venus Plastech	1		MAC 001
3	Maquina Gelcoat (Pintura)	Magnum Venus Plastech	1		MGC 001
4	Maquina Filament	Magnum Venus Plastech	1		MFW 001
5	Maquina de Pruebas - Postodromo		1		BPP 001
6	Puente Grua - 2 ton.	Cento Aceros	1		PGE 001
7	Subestacion de Energia		1		SEE 001

Fuente: (Futech, 2010)

- Características

Las características son la especificaciones técnicas de las máquinas y/o equipos (Ejemplos: Largo máximo del poste, Voltaje, Corriente, Potencia), que describen la especificación del equipo.

Figura 16. Lista de características

FUTECH Group S.A.	**LISTA DE CARACTERISTICAS**			CODIGO: A GMM 06	
				VERSION: 01	
				FECHA: 24/05/2011	
				PAGINA: 1 de 1	
# Item	**Nombre de la Maquina**	**Nombre de la caracteristica**	**Variable**	**Valor**	**Unidad**
1	Maquina de Postes	Longitud de trabajo	Num	14	m
2	Maquina de Postes	Voltaje de Entrada	Num	220	v
3	Maquina de Postes	Materia Prima Fibra de vidrio	Num	18	kg
4	Maquina de Postes	Materia Prima Resina	Num	1000	kg
5	Maquina de Postes	Rpm Molde	Num	N/A	rpm
6	Maquina de Postes	Velocidad del carro	Num	N/A	rpm
7	Maquina de Postes	Tiempo de produccion	Num	1	h
8	Maquina de Postes	Presion de aire	Num	100	psi
9	Maquina de Postes	Catalizador	Num	N/A	%

Fuente: (Futech, 2010)

- Sistemas

Son agrupaciones dentro de los objetos técnicos por afinidad de características técnicas por ejemplo sistema eléctrico sistema de transmisión de potencia.

- Catálogos

Son las fuentes de información técnica brindada por el proveedor de la máquina y/o recopilación de información en el tiempo en la cual se encuentran especificaciones, recomendaciones, y usos de los objetos técnicos.

- Listas de Materiales

Es una lista completa y estructurada de los componentes y/o repuestos que le sirven a un objeto técnico. Esta lista incluye el código y la cantidad de cada componente.

Con el fin de estandarizar el modelo a seguir se crea un flujo grama que indica que se debe realizar, la descripción de cada paso, el responsable de la acción, que anexos se crean y si tiene condiciones especiales.

Flujograma 1. Creación y gestión de objetos técnicos para la estructura de mantenimiento y metrología

FUTECH Group S.A.	**CREACIÓN Y GESTIÓN DE OBJETOS TÉCNICOS PARA LA ESTRUCTURA DE MANTENIMIENTO Y METROLOGIA**		CODIGO: I GMM 01 VERSION: 01 FECHA: 24/05/2011 PAGINA: 1 de 1	
Alcance	Esta norma debe ser conocida por y aplica a: Gerente Tecnico y Jefe de planta.			
Objetivo	Este flujograma describe el procedimiento que se debe seguir para crear y gestionar los objetos técnicos, que conforman la estructura de información de mantenimiento y metrologia.			
FLUJOGRAMA	**DESCRIPCIÓN**	**RESPONSABLE**	**Anexos**	**CONDICIONES ESPECIALES**
Inicio	Descripción de la actividad realizada.	Persona que ejecuta la actividad.	Anexos	
Creación de centro de Planificación de Mantenimiento	El centro de planificación del mantenimiento es el centro en el que se planifican y preparan las medidas de mantenimiento para el objeto Tecnico.	Gerente tecnico, Jefe de Planta	Lista de centros de planificación de Mantenimiento.	La creación del centro de planificación de mantenimiento, se hace por parametrización con líder de mantenimiento y gerente tecnico.
Creación de emplazamientos	Son las zonas en las cuales dividimos el centro de operacion.	Gerente tecnico, Jefe de Planta	Lista de emplazamientos	La creación del centro de planificación de mantenimiento, se hace por parametrización con líder de mantenimiento y gerente tecnico.
Creación de grupos de planificación de mantenimiento	Son los procesos en los cuales se divide el mantenimiento en la Compañía y desde cada grupo, se planifican los recursos de mantenimiento con mano de obra, materiales, hojas de ruta, etc	Gerente tecnico, Jefe de Planta	Lista de grupos de planificación de mantenimiento.	La creación del centro de planificación de mantenimiento, se hace por parametrización con líder de mantenimiento y gerente tecnico.

Continúa en página siguiente.

Creación de puestos de	Los puestos de trabajo para mantenimiento, se crearán por oficio, es decir, Operarios de planta, Jefe de planta, Servicio externo	Gerente tecnico, Jefe de Planta	Listado de Puestos de Trabajo	
Creación de Objetos Tecnicos.	Es un objeto de mantenimiento que tiene una ubicación fija dentro de la estructura organizativa y permite llevar un historial del mismo.	Gerente tecnico, Jefe de Planta	Objetos Tecnicos	
Creación de caracteristicas	Las caracteristicas son las especificaciones técnicas de un equipo, por ejemplo: *Voltaje *Corriente *Rango de trabajo. Etc.	Gerente tecnico, Jefe de Planta	Lista de Caracteristicas por maquina	Se crean las caracteristicas con las unidades asociadas. A cada caracteristicas se le asocia una unica unidad, es decir, que si una caracteristica se valora en dos unidades, se tienen que crear dos caracteristicas. En la denomicaión de la caracteristica
Creación de Sistemas	Son agrupaciones dentro de los objetos técnicos por afinidad de características técnicas por ejemplo sistema eléctrico sistema de transmisión de potencia.	Gerente tecnico, Jefe de Planta	Lista de sistemas por maquina	
Creación de catalogos	Son las fuentes de información técnica brindada por el proveedor de la maquina y/o recopilación de información en el tiempo en la cual se encuentran especificaciones, recomendaciones, y usos de los objetos técnicos.	Gerente tecnico, Jefe de Planta	Catalogos	
Creación de listas de materiales	Es una lista completa y estructurada de los componentes y/o repuestos que le sirven a un objeto técnico. Esta lista incluye el código y la cantidad de cada componente.	Gerente tecnico, Jefe de Planta	Materiales	Cuando se asocian listas de materiales a equipos, las reservas y/o pedidos de material se hacen manualmente.
Fin				

Fuente: (Futech, 2010)

6.3 PROCEDIMIENTO DE CREACION DE AVISOS Y ORDENES DE MANTENIMIENTO Y METROLOGIA

El sistema de órdenes es el vínculo para planear y controlar el trabajo de mantenimiento. También proporciona la información necesaria para vigilar e informar sobre el trabajo de mantenimiento. Una meta clara y procedimiento específicos son esenciales para la implantación del sistema de órdenes de trabajo y el control de las actividades de mantenimiento. (Duffuaa, y otros, 2000)

El primer paso en la planeación y el control del trabajo de mantenimiento se realiza mediante un sistema eficaz de órdenes de trabajo. La orden de trabajo es una forma donde se detallan las instrucciones escritas para el trabajo que se va realizar y debe ser llenada para todos los trabajos. En la industria se hace referencia a ella con diferentes nombres, solicitud de trabajo, requisición de trabajo, solicitud de servicio, etc. El propósito del sistema de órdenes de trabajo es proporcionar medios para: (Duffuaa, y otros, 2000)

- Solicitar por escrito el trabajo que va realizar el departamento de mantenimiento.
- Seleccionar por operación el trabajo solicitado.
- Asignar el mejor método y los trabajadores más calificados para el trabajo.
- Reducir el costo mediante una utilización eficaz de los recursos (mano de obra, material).
- Mejorar la planeación y la programación del trabajo de mantenimiento.
- Mantener y controlar el trabajo de mantenimiento.
- Mejorar el mantenimiento en general mediante los datos recopilados de la orden de trabajo que serán utilizados para el control y programas de mejora continua.

La administración del sistema de órdenes de trabajo es responsabilidad de las personas que están a cargo de la planeación y la programación. La orden de trabajo debe diseñarse con cuidado tomando en consideración dos puntos.

El primero consiste en incluir toda la información necesaria para facilitar una planeación y una programación eficaz. Y el segundo consiste en hacer énfasis en la claridad y facilidad de uso.

En los sistemas de mantenimiento hay dos tipos de órdenes de trabajo. El primer tipo es la orden de trabajo general, que se utiliza para pequeños trabajos de rutina y repetitivos, cuando el costo de procesar una orden se trabajó individual podría exceder el costo del trabajo mismo o cuando este es un trabajo fijo, de rutina.

El segundo tipo es la orden de trabajo especial que se elabora para todos los demás trabajos individuales, para los cuales es necesario reportar todos los hechos acerca del trabajo. (Duffuaa, y otros, 2000)

6.3.1 Diseño de la orden de trabajo

La orden de trabajo, cuando se emplea en toda su extensión, puede ser utilizada como una forma de solicitud de trabajo, un documento de planeación, una gráfica de asignación de trabajos, un registro histórico, una herramienta para monitoreo y control, y una notificación de trabajo terminado. Por lo tanto, es necesario tener cuidado al diseñar la orden de trabajo, esta debe tener dos tipos de información: la información requerida para planear y programar, y la información necesaria para el control. (Duffuaa, y otros, 2000)

La información requerida para la planeación y la programación incluye:

- Numero de inventario, descripción de la unidad y ubicación.
- Persona o departamento que solicita el trabajo.
- Descripción del trabajo y estándares de tiempo.

- Especificación del trabajo y número de código.
- Prioridad del trabajo y fecha en que se requiere.
- Habilidades y conocimientos requeridos.
- Refacciones y materiales requeridos.
- Herramientas especiales requeridas.
- Procedimientos de seguridad.
- Información técnica (planos y manuales).

La información necesaria para el control incluye:

- Tiempo real consumido.
- Códigos de costos para las habilidades y conocimientos.
- Tiempo muerto u hora en que se terminó el trabajo.
- Causas y consecuencias de la falla.

En la empresa Futech Group S.A. se designa dos tipos de órdenes las cuales son los avisos de mantenimiento que es un documento que se utiliza para la gestión de mantenimiento en caso de que se produzca una avería o una situación de excepción para:

- Solicitar un servicio de mantenimiento.
- Registrar los tiempos de parada, los síntomas, las causas y las actividades

En la empresa Futech Group S.A. se decide tener los siguientes avisos de mantenimiento:

- Avisos de Avería:(Todo aviso por avería o defecto en una máquina, equipo o ubicación técnica).

- Aviso Trabajo Varios:(Todo aviso por trabajos varios, por ejemplo, pintura, colgar cuadros, etc.).
- Aviso Inst. y/o Montaje:(Todo aviso generado para instalar o montar una máquina y/o equipo).
- Aviso Prev/Pred:(Aviso creado por mantenimiento, para generar órdenes preventivas o predictivas manuales, a partir de una revisión que se hizo con una orden preventiva o predictiva normal).
- Aviso Metrología: Aviso creado por mantenimiento para generar una orden de calibración.

El segundo tipo de orden es la orden de trabajoque se utiliza para:

- Administrar y contabilizar recursos como materiales, mano de obra, servicios y herramientas utilizadas en la orden.
- Colector temporal de costos.
- Supervisar las tareas de mantenimiento que se ejecutan sobre los objetos técnicos (equipos y ubicaciones técnicas).
- Llevar un registro de las acciones ejecutadas sobre un objeto técnico.

Respecto a los tipos de órdenes de mantenimiento se generan los siguientes tipos de órdenes de trabajo:

- Orden Correctiva:(Reparación de defectos y/o averías, en equipos, máquinas y/o ubicaciones técnicas, que requieran planificación de horas hombre y/o consumo de material.).
- Orden Prev/Pred:(Mantenimiento preventivo y/o predictivo programado y/o manual.).
- Orden servicios varios: (Mantenimientos menores, reparación de repuestos, etc.).

- Orden Instalación/montaje.
- Orden Calibración/Verificación: (Para el grupo de programación METROLOGIA, para realizar todas las operaciones de Calibración y/o Verificación.)

El aviso de mantenimiento, es el medio mediante el cual el cliente interno de mantenimiento solicita una atención. La gestión de mantenimiento se puede atender mediante el aviso y/o convirtiendo el aviso en una orden de mantenimiento.

En el aviso queda registrada toda la información estadística y en la orden quedan cargados los gastos de la ejecución, por mano de obra, materiales y servicios.

Formato 1. Formato de solicitud de avisos y órdenes de mantenimiento y metrología

FUTECH Group S.A.			FORMATO DE SOLICITUD DE AVISO Y ORDEN DE MANTENIMIENTO				CODIGO: F GMM 01 VERSION: 01 FECHA: 24/05/2011 PAGINA: 1 de 1		
SOLICITUD DE SERVICIO									
Departamento de Mantenimiento								F-GMM-07	
FECHA SOLICITUD			CENTRO DE COSTOS	ÁREA	ESTATUS DE ORDEN				
Dia	Mes	Año			ABIERTA		PROCESO		CERRADA	
				SOLICITANTE					
EQUIPO				MODULO		PARTE		CÓDIGO	
AVISO DE MANTENIMIENTO									
TIPO DE AVISO:	CORRECT		PREV/PRED		GENERAL		INSTALACIÓN		METROLOGIA
DESCRIPCIÓN DE LA FALLA									
OBSERVACIONES									
ORDEN DE MANTENIMIENTO									
ESPACIO PARA USO EXCLUSIVO DE MANTENIMIENTO									
TIPO DE MTTO:	CORRECT		PREV/PRED		GENERAL		INSTALACIÓN		METROLOGIA

Continúa en página siguiente.

INFORME DE ACTIVIDADES								
DIAGNÓSTICO								
DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN								
Dia	Mes	Año	Hora inicial	Hora final	Duración	Mecánico	***PARÁMETROS***	
							INICIALES	FINALES
REPUESTOS E INSUMOS UTILIZADOS								
NOMBRE				REFERENCIA	MARCA		CANT.	STOCK
TRABAJOS EXTERNOS								
DESCRIPCIÓN						SUBCONTRATISTA		VALOR
VALOR TOTAL DE LA INTERVENCIÓN								
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES								
FECHA DE ENTREGA:						JEFE DE PLANTA		
ENTREGADO POR:						RECIBE CONFORME		

Fuente: (Futech, 2010)

Mediante los avisos y las órdenes, se documenta y se controla la gestión de mantenimiento, que se resume en el siguiente ciclo:

Figura 17. Ciclo de la gestión de mantenimiento

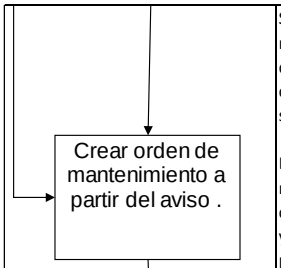
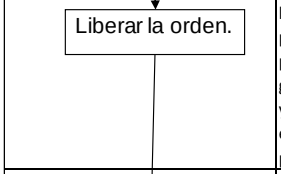
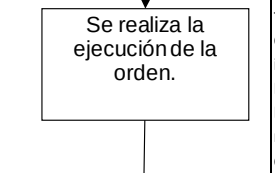
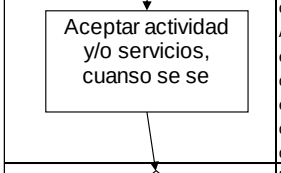
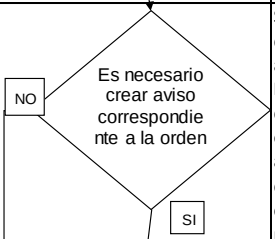
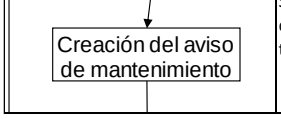
Fuente: (Curso Mantenimiento Productivo Total, 2009)

Con el fin de estandarizar el modelo a seguir se crea un flujo grama que indica que se debe realizar, la descripción de cada paso, el responsable de la acción, que anexos se crean y si tiene condiciones especiales.

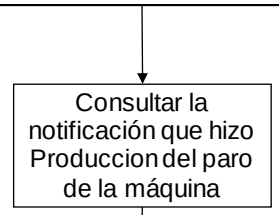
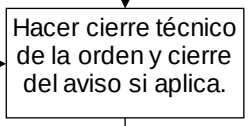
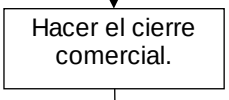
Flujograma 2. Gestión de avisos y órdenes de mantenimiento

FUTECH Group S.A.	**GESTION DE AVISOS Y ORDENES DE MANTENIMIENTO**		CODIGO: I GMM 02 VERSION: 01 FECHA: 24/05/2011 PAGINA: 1 de 1	
Alcance	Esta norma debe ser conocida y/o aplicada por:Gerente Tecnico Jefe de planta			
Objetivo	Este flujograma describe el procedimiento que se debe seguir para crear y gestionar los avisos y ordenes de mantenimiento.			
FLUJOGRAMA	**DESCRIPCIÓN**	**RESPONSABLE**	**Anexos**	**CONDICIONES ESPECIALES**
Inicio	Descripción de la actividad realizada.	Persona que ejecuta la actividad.		
Creación del aviso de mantenimiento	Cuando se genera una necesidad de solicitar un servicio de mtto, se debe crear un aviso de mtto. Tipos de Avisos: 1 Avería (Puede generar parada o no) 2 Varios 3 Instalación y Montaje 4 Terceros	Jefe de planta	Avisos	Los avisos se pueden solicitar directamente diligenciando el formato impreso de AVISO-ORDEN de mantenimiento.
Poner en tramiento el aviso.	Pasar de estado pendiente a estado en tratamiento a los avisos que se van a programar. Se pone en tratamiento, para poder gestionar el aviso.	Jefe de planta		El lider de mantenimiento programa los avisos con personal de la empresa o contrata la labor
SI / **Es necesario convertir el aviso en orden de mtto ?** / NO	Solo pasaremos AVISOS a ORDEN, cuando se requiera consumo de materiales y/o contratación de servicios. Si no cumple esta condición, se queda como AVISO y se documenta y se cierra, con la información relevante de la ejecución.			
Concluir el aviso	Después de ejecutar el trabajo, el técnico documenta la información en el formato del AVISO, y el lider de matenimiento lo ingresa al sistema	Jefe de planta		

Continúa en página siguiente.

	Se requiere crear orden de mantnimiento, siempre que vaya a existir consumo de material y/o servicios. La orden de mantenimiento se puede crear a partir de un aviso y/o de forma manual y posteriormente a partir de la orden crear el aviso, cuando aplique. Los técnicos tambien podrán documentar la información de las ordenes de mtto en el formato impreso.	jefe de planta		
	Liberar la orden es lanzar la orden, para que se pueda imprimir, y que se pueda dar comienso a la gestion de mantenimiento ya sea ejecutada por un externo o por personal de planta.	Jefe de planta		
	Crear solicitudes de pedido para materiales y/o servicios, ejecutar el trabajo en máquina, diligenciar el formato impreso AVISO-ORDEN de Mantenimiento. Los técnicos de mantenimiento documentan toda la información del aviso o la orden, en el formato impreso AVISO-ORDEN de mantenimient.	Jefe de planta		Para realizar las reservas y/o solicitudes de pedido, se deben seguir los procedimientos descritos para este procedimiento. VER FLUJOGRAMAS.
	Mantenimiento y/o los compradores, deben Aceptar actividad, cuando en una orden de mtto, se contrató un servicio externo, para cargar los costos del servicio a los costos reales de la orden.	Jefe de planta		
	Si la orden se crea directamente, sin tener un aviso previo, siempre el lider de mantenimiento, después de liquidar la orden, deben crear el aviso respectivo para documentar los sintomas, causas y tiempos de parada y de esta manera			
	Se crea el aviso , se documenta, se pone en tratamiento, se cierra.	Jefe de planta		

Continúa en página siguiente.

	La notificación de parada que declaró produccion debe coincidir con la notificación de parada que declara el técnico de mantenimiento. Si no coincide se debe investigar a que se debe la diferencia y negociar el tiempo con producción.	Jefe de planta		
	Al realizar el cierre de la orden, se debe verificar el consumo de repuestos que se hizo, y comparar con la lista de materiales existente del equipo y/o incluir en las listas de materiales aquellos repuestos que aun no esten asociados y que sea importante asociar.	Jefe de planta		En las listas de materiales de equipos y/o ubicaciones técnicas, se deben asociar repuestos y/o suministros importantes que se deban tener en cuenta para futuros mantenimientos.
	El cierre técnico implica bloquear todas las operaciones técnicas relacionadas con la orden. Es decir, que ya no se pueden hacer más reservas, solicitudes de pedido, modificar fechas, notificar operaciones, etc.	Jefe de planta		
	El cierre comercial implica bloquear todos los movimientos contables relacionados con la orden de mtto. Es decir que después de hacer el cierre comercial, no se pueden hacer más mvtos financieros (Cargar facturas de materiales y/o servicios) ni mvtos log	Jefe de planta		

Fuente: (Futech, 2010)

6.4 PROCEDIMIENTO DE PLANEACION Y EJECUCION DE MANTENIMIENTO PLANEADO

La planeación en el contexto de mantenimiento se refiere al proceso mediante el cual se determinan y preparan todos los elementos requeridos para efectuar una tarea antes de iniciar un trabajo. El proceso de planeación comprende todas las funciones relacionadas con la preparación de la orden de trabajo, listas de materiales, las compras, los planos y dibujos necesarios, la hoja de planeación de la mano de obra, los estándares de tiempo y todos los datos necesarios antes de programar y liberar la orden de trabajo. (Duffuaa, y otros, 2000)

Un plan de mantenimiento planeado debe tener los siguientes ítems:

- Determinar el contenido del trabajo.
- Desarrollar el plan de trabajo. Este comprende la secuencia de actividades en el trabajo y el establecimiento de los mejores métodos y procedimientos para realizar el trabajo.
- Establecer el tamaño de la cuadrilla para el trabajo
- Planear y solicitar las partes y los materiales.
- Verificar si se necesitan equipos y herramientas especiales y obtenerlos.
- Asignar a los trabajadores con las destrezas apropiadas.
- Revisar los procedimientos de seguridad.
- Establecer prioridades
- Asignar cuentas de costos.
- Completar la orden de trabajo
- Revisar los trabajos pendientes y desarrollar planes para su control
- Predecir la carga de mantenimiento utilizando una técnica eficaz de pronósticos.

Los planes de mantenimiento planeado (mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo, Verificación y/o Calibraciones metrológicas) se diseñan para ser ejecutados sobre un objeto técnico.(Futech, 2010)

Todo el esquema de planeación y estructuración del mantenimiento planeado, inicia al definir las estrategias con las cuales se gestionan y/o programa el mantenimiento, bien sea en función de tiempo (Meses, Semanas, etc.) y/o de actividad (Horas, Kilómetros, etc.), posteriormente se diseñan las hojas de ruta y/o instrucciones, que son la lista de actividades a desarrollar dentro de las ordenes de mantenimiento planeadas, y finalmente se diseñan los planes de mantenimiento, en los cuales se asocia el objeto técnico (Ubicación técnica y/o Equipo), la hoja de ruta y/o instrucción y la fecha de inicio en la cual se empieza a ejecutar el plan.

Posteriormente, la gestión del mantenimiento planeado, consiste en correr y/o planear el mantenimiento, para que se tomen y/o generen las ordenes correspondientes, se haga su programación de ejecución en acuerdo con producción, cuando se requiera máquina parada, y teniendo en cuenta la disponibilidad del recurso humano y/o los materiales y servicios a contratar.(Futech, 2010)

Formato 2. Formato de mantenimiento planeado

FUTECH Group S.A.		**Mantenimiento Planeado Máquina de Gelcoat**	CODIGO: A GMM 08	
			VERSION: 01	
			FECHA: 24/05/2011	
			PAGINA: 1 de 1	
CODIGO MAQUI	NOMBRE DEL SISTEMA	COMPONENTE	OPEREACION	PERIODICIDA
MAQUINA DE GELCOAT				
MGC 001	**SISTEMA NEUMATICO**			
MGC 001		BOMBA DE GELCOAT		
		BOMBA DE GELCOAT	Rev/corregir fugas de aire	Mensual
		BOMBA DE GELCOAT	Rev/aseo componentes mecánicos	Mensual
MGC 001		BOMBA DE CATALIZADOR		
		BOMBA DE CATALIZADOR	Rev/corregir fugas de aire	Mensual
		BOMBA DE CATALIZADOR	Rev/aseo componentes mecánicos	Mensual
MGC 001		PERIFERICOS		
		PERIFERICOS	Rev/aseo componentes neumáticos	Semanal
		PERIFERICOS	Rev/aseo componentes mecánicos	Semanal
		FILTROS	Rev/aseo drenar agua eliminar aire cerrando válvula de suministro	Diario
		VALVULAS DE CONTROL	Adicionar de 10 a 15 gotas de aceite	Semanal
MGC 001	**SISTEMA DOSIFICADOR**			
MGC 001		PISTOLA DE APLICACIÓN		
		PISTOLA DE APLICACIÓN	Rev/aseo componentes mecánicos	Semanal
		VALVULAS SISTEMA CATALIZADOR	Rev/aseo abrir válvula para descargar excedente	Diario

Fuente: (Futech, 2010)

Con el fin de estandarizar el modelo a seguir se crea un flujo grama que indica que se debe realizar, la descripción de cada paso, el responsable de la acción, que anexos se crean y si tiene condiciones especiales.

Flujograma 3. Planeación y ejecución de mantenimiento planeado

FUTECH Group S.A.	**PLANEACIÓN Y EJECUCIÓN DE MANTENIMIENTO PLANEADO**		CODIGO: I GMM 03 VERSION: 01 FECHA: 24/05/2011 PAGINA: 1 de 1	
Alcance	Esta norma debe ser conocida por y aplica a: Lider de Mantenimiento, Lider de Metrología,			
Objetivo	Este flujograma describe el procedimiento que se debe seguir para crear las estrategias, hojas de ruta, instrucciones y planes de mantenimiento, y luego la gestión de planeación como tal de los planes y la ejecución de las ordenes del mantenimiento planeado.			
FLUJOGRAMA	**DESCRIPCIÓN**	**RESPONSABLE**	**Anexos**	**CONDICIONES ESPECIALES**
Inicio	Descripción de la actividad realizada.	Persona que ejecuta la actividad.		
Definir y crear las estrategias de mtto.	De acuerdo al tipo de equipo y/o maquinaria, se definen estrategias de mtto. Las estrategias pueden ser por timpo: (DIAS, MESES, AÑOS) o por actividad (HORAS, KM, MET)	Gerente tecnico, jefe de planta		De acuerdo a la naturaleza de los equipos de Futech, las estrategias definidas son: Por tiempo: * MESES * SEMANAS Por actividad: *HORAS
Creación de hojas de ruta para equipos y/o ubicaciones técnicas o Instrucciones.	Las hojas de ruta, son una lista de operaciones par equipo individual y/o Ubicación técnica. Las instrucciones, son una lista de operaciones que aplican para una misma clase de equipo y/o familia.	Gerente tecnico, jefe de planta	Listade hojas de ruta para equipo y/o las instrucciones.	A las hojas de ruta y/o Instrucciones, no es obligatorio asociarles una estrategia.
NO **HACER PLAN DE MTTO SIMPLE** SI				

Continúa en página siguiente.

Reprogramar las fechas planeadas de las ordenes de mantenimiento	Reprogramar las fechas de inicio de las ordenes preventivas, según lo acordado en la reunión de planeación.	Gerente tecnico, jefe de planta		Según lo acordado en la reunión de planeación, se decide si los paros de las máquinas se pueden hacer el día que estaba definido por el plan, o si se deben reporgramar los paros. El planeador de mtto debe entrar a la orden generada, para redefinir la fecha.
Liberar las ordenes	Liberar las ordenes, para que se reflejen en la programación de producción y se puedan gestionar desde mtto.	Gerente tecnico, jefe de planta		Liberar las ordenes de mtto.
Realizar la gestión de programación de las ordenes con los Operarios o servicio externo.	VER FLUJOGRAMA DE GESTION DE AVISOS Y ORDENES DE MANTENIMIENTO.	Gerente tecnico, jefe de planta		
Hacer el cierre de la orden y Tomar la decisión.	Luego de reparar y calibrar debo tomar la decisión de empleo Reparado y apto para uso.	Gerente tecnico, jefe de planta		
Fin				

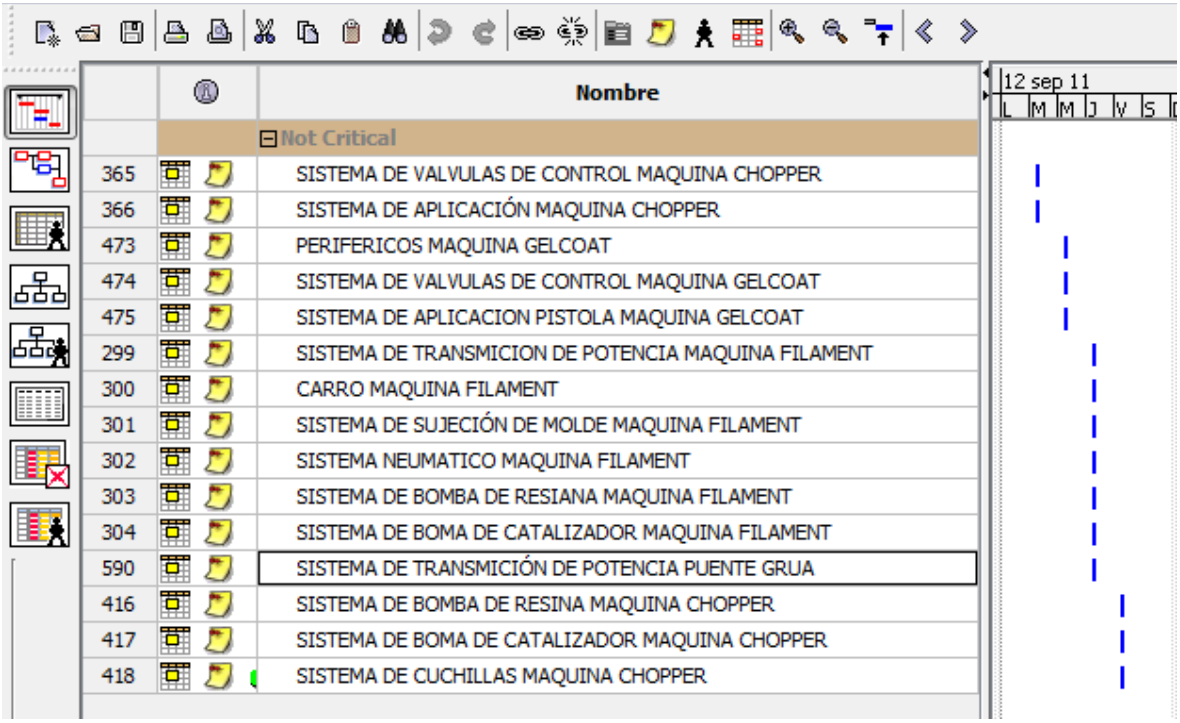
Fuente: (Futech, 2010)

Para un correcto funcionamiento del plan de mantenimiento de la empresa Futech Group S.A. se realiza un cronograma de actividades por máquina y con su debido tiempo durante un año, el cual debe ser corrido semanalmente para realizar las actividades de mantenimiento planeado de la semana.

Con el fin de optimizar ciertas tareas del plan de mantenimiento, se seleccionan tareas cotidianas de mantenimiento que se realizan antes de cada operación de la máquina y/o tareas a realizar diariamente, para las cuales se sacan en un formato

de mantenimiento planeado para cada máquina y se lleva un registro de cada actividad a realizar.

Figura 18. Mantenimiento planeado para semana del 12 de septiembre del 2011



Fuente: (Futech, 2010)

Para las actividades de mantenimiento autónomo se sigue el siguiente formato por cada máquina del sistema operativo.

Figura 19. Mantenimiento planeado

FUTECH Group S.A.	Mantenimiento Planeado Maquina Filament	CODIGO: F GMM 06
		VERSION: 01
		FECHA: 24/05/2011
		PAGINA: 1 de 1

COMPONENTE	OPERACION	Semana 1						Semana 2						Semana 3						Semana 4						Semana 5					
		L	M	W	J	V	S	L	M	W	J	V	S	L	M	W	J	V	S	L	M	W	J	V	S	L	M	W	J	V	S
FILTROS	Rev/aseo drenar agua eliminar aire cerrando válvula de suministro																														
BOMBA DE CATALIZADOR	Cargar manualmente la bomba																														
VALVULAS SISTEMA CATALIZADOR	Rev/aseo abrir válvula para descargar excedente																														

Fuente: (Futech, 2010)

6.5 PLANIFICACION DE NECESIDADES DE REPUESTOS PARA MANTENIMIENTO

El personal administrativo de mantenimiento se ocupa de conservar las plantas y la maquinaria en condiciones de operación satisfactorias. Para minimizar el impacto de los fallos inesperados se desarrolla un plan de mantenimiento preventivo en los equipos. La frecuencia de reapariciones no planeadas puede ser impactada logrando un correcto análisis de las fallas. Para minimizar el tiempo muerto es necesario que los recursos de mantenimiento estén disponibles a la hora de ser necesitados. (Duffuaa, y otros, 2000)

El objetivo de mantenimiento es minimizar el tiempo muerto y a su vez controlar de una manera eficaz los costos de mantenimiento, los costos totales de mantenimiento comprenden: 1) el costo de mano de obra de mantenimiento, 2) el costo de los materiales requeridos, 3) el costo del tiempo muerto en producción cuando ocurren las fallas.

Dentro de estos costos es de suma importancia considerar el costo de compra de materiales y repuestos para mantenimiento, ya que si la inversión es excesiva los resultados son, elevados costos de capital y altos costos de mantenimiento. Por otra parte si no se cuenta con los materiales y repuestos necesarios para un mantenimiento esto puede incurrir en tiempos largos de parada, elevando los costos de mantenimiento. Se requiere un esfuerzo para equilibrar el costo de parada de los equipos con el costo de mantenimiento. (Duffuaa, y otros, 2000)

6.5.1 Componentes del almacén de mantenimiento

Un almacén de mantenimiento, entre otras categorías de almacenes, alberga repuestos, materiales de alta rotación y herramientas.

6.5.1.1 Repuestos. Los repuestos se almacenan con el fin de minimizar el tiempo de parada. Estos repuestos se pueden clasificar en:

- Repuestos de alto costo.

- Repuestos especializados.
- Repuestos con tiempos de entrega mayores que la demanda.
- Repuestos de rotación lenta.

Los repuestos solo se almacén cuando el riesgo de no contar con ellos sobrepasa el costo total de tenerlos en existencia en el almacén. (Duffuaa, y otros, 2000)

6.5.1.2 Repuestos de alta rotación. En esta categoría se encuentran los repuestos comunes que tienen un requerimiento definido y una rotación corta. Como los son los rodamientos, tornillos, grasa y aceites, soldadura, etc. (Duffuaa, y otros, 2000)

6.5.1.3 Herramientas. Esta categoría comprende las herramientas de propósito especializado que se entregan al personal de mantenimiento mediante un préstamo para realizar el trabajo. (Duffuaa, y otros, 2000)

El procedimiento de pedido de un repuesto o material se realiza bajo una solicitud de Pedido que se genera a partir de una orden de trabajo de mantenimiento y/o evaluación de criticidad, para luego pasar a un pedido de compra que se genera a partir de una solicitud de compra y que confirma las cantidades a comprar.

Todo este procedimiento de compra y solicitud de materiales para el área de mantenimiento se realiza de la siguiente manera.

Flujograma 4. Planificación de necesidades de repuestos para mantenimiento

FUTECH Group S.A.	**PLANIFICACION DE NECESIDADES DE REPUESTOS PARA MANTENIMIENTO**		CODIGO: I GMM 04 VERSION: 01 FECHA: 24/05/2011 PAGINA: 1 de 1	
Alcance	Esta norma debe ser conocida y aplica a. Lider de Mantenimiento.			
Objetivo	Este flujograma describe el procedimiento que se debe seguir para la planificación de necesidades de repuestos.			
FLUJOGRAMA	**DESCRIPCIÓN**	**RESPONSABLE**	**ANEXOS**	**CONDICIONES ESPECIALES**
Inicio	Descripción de la actividad realizada.	Persona que ejecuta la actividad.		
Realizar solicitud de pedido de materiales	Solicitud que se genera a partir de una orden de trabajo de mantenimiento y/o evaluación de criticidad.	jefe de planta y gerente tecnico		
Pedido de compra de materiales	Pedido que se genera a partir de una solicitud de compra y que confirma las cantidades a comprar.	jefe de planta y gerente tecnico		
Fin				

Fuente: (Futech, 2010)

6.6 PROVEEDORES DE MANTENIMIENTO

En la fase de compra de suministros de mantenimiento, como también la contratación de entidades que ejecutan mantenimiento en algunas partes de la planta, se debe tomar una decisión en la cual se califica a cada proveedor der mantenimiento y/o insumos para mantenimiento. La cual se realiza teniendo en cuenta los siguientes aspectos: (Amador, 2008)

- La experiencia pasada con el proveedor.
- La calidad del producto y/o trabajo.
- El plazo de entrega.

- El precio sea justo y competitivo.
- Que este al día con los nuevos productos que salen al mercado.
- Las garantías que ofrece.

En una empresa se pueden tener uno o varios proveedores de un mismo producto. Cuando se tienen varios proveedores, por la competencia entre ellos, se puede obtener mejores condiciones de compra, además se disminuye el incumplimiento por parte de algún proveedor.

Si se requiere un solo proveedor será debido a que el volumen de compra es pequeño, o que la calidad de este proveedor es superior a los demás en el mercado sosteniendo buenos precios. (Amador, 2008)

La empresa Futech Group S.A. decide que evaluar a sus proveedores de suministros y de mantenimiento tomando los siguientes aspectos:

- Evaluación del servicio

En donde se evaluara los siguientes ítems: Cumplimiento en el tiempo de entrega, Calidad del servicio, Cumplimiento de las actividades.

- Atención del servicio

En donde se avaluara los siguientes ítems: Excelente, Bueno, Aceptable y malo.

- Condiciones comerciales.

En donde se avalúa las condiciones de pago: 30 días o más, contado 8 días, anticipado o contra entrega.

Estos criterios son consignados en un formato que por medio de una evaluación ponderada saca la calificación del proveedor. Para luego ser almacenado en un formato donde se lleva registro de los proveedores para poder realizar retroalimentación o quejas y reclamos. (Futech, 2010)

Para determinar el desempeño de los proveedores después de realizar el proceso de evaluación.

Se clasifican en tres calificaciones, muy confiable, confiable, poco confiable. Las cuales están delimitadas de la siguiente manera. (Futech, 2010)

- Si el proveedor obtuvo un puntaje total superior al 80%, es calificado como muy confiable, y su evaluación será anual o cada que preste el servicio
- Si el proveedor obtuvo un puntaje entre el 60% y el 79%, es calificado como confiable, y su evaluación será semestral. Se propondrá un plan de trabajo para potencial desarrollo.
- Si el proveedor obtuvo un puntaje entre 40% y 59%, es calificado como poco confiable, y su evaluación será trimestral .Se le exigirá cumplimiento del plan de trabajo propuesto.

El formato de seguimiento a proveedores se observa a continuación:

Formato 3. Formato de seguimiento de proveedores

FUTECH Group S.A.	**FORMATO DE SEGUIMIENTO DE PROVEEDORES**	CODIGO: F GMM 03
		VERSION: 01
		FECHA: 24/05/2011
		PAGINA: 1 de 1

PROVEEDOR	SERVICIO	SELECCIÓN		EVALUACIÓN AÑO	
		CALIFICACIÓN	CLASIFICACIÓN	CALIFICACIÓN	CLASIFICACIÓN

Fuente: (Futech, 2010)

El formato para la evaluación de proveedores se presenta a continuación.

Formato 4. Formato de evaluación de proveedores

FUTECH Group S.A.	**FORMATO DE EVALUACION DE PROVEEDORES**	CODIGO: F GMM 02
		VERSION: 01
		FECHA: 24/05/2011
		PAGINA: 1 de 1

PRODUCTO - SERVICIO:

A. EVALUACION DEL SERVICIO — **PUNTAJE TOTAL** — **50%**

ASPECTOS A EVALUAR	PESO	CAL.
Cumplimiento en tiempo de entrega	30	
Calidad del servicio	10	
Cumplimiento de actividades	10	
	0	**TOTAL A** 0

B. ATENCION DEL SERVICIO — **20%**

(Atención solicitudes, amabilidad en el servicio, conocimiento, instalaciones, equipos, procesos, preventa, postventa.)

	%	CAL	TOTAL
EXCELENTE	**20**		
BUENO	**12**		
ACEPTABLE	**8**		
MALO	**0**		

TOTAL B 0

C. CONDICIONES COMERCIALES — **30%**

CONDICIONES DE PAGO	%	CAL	TOTAL
30 DIAS O MAS	**30**		
CONTADO 8 DIAS	**15**		
ANTICIPADO O CONTRA ENTREGA	**0**		

TOTAL C 0

TOTAL A + B + C	0

Evaluado por: _____ Fecha: _____

Acciones derivadas de la evaluación

1) Si el proveedor obtuvo un puntaje total superior al 80%, es calificado como **muy confiable**, y su evaluacion será anual o cada que preste el servicio

2) Si el proveedor obtuvo un puntaje entre el 60% y el 79%, es calificado como **confiable**, y su evaluación sera semestral. Se propondra un plan de trabajo para potencial desarrollo

3) Si el proveedor obtuvo un puntaje entre 40% y 59%, es calificado como **poco confiable**, y su evaluación será trimestral .Se le exigirá cumplimiento del plan de trabajo propuesto.

Fuente: (Futech, 2010)

6.7 PROCEDIMIENTO DE VALIDACION DE EQUIPOS DE INSPECCION MEDICION Y ENSAYO

Para el proceso productivo de la empresa Futech S.A. se requieren de ciertos elementos de medición los cuales tiene que cumplir con unos criterios básicos para la buena selección de estos.

Cuando se selecciona un elemento de medición se debe seguir los siguientes pasos.

Criterios de selección de elementos de medición:

- Definición previa de la metodología y técnica a utilizar, para ubicar un instrumento que corresponda con éstas especificaciones.
- Selección del instrumento de forma que pueda ser manejado por las personas que van a aplicarlo (en términos de la capacidad y experiencia para ello).
- Definición del nivel de precisión necesario en el instrumento, en el sentido de que las preguntas sean claras y sea de fácil comprensión.
- Seleccionar instrumentos de bajo costo en función al presupuesto disponible y con buena confiabilidad.
- Validación previa del instrumento. El instrumento debe pasar por una prueba piloto para ajustarlo, afirmarlo o descartarlo.

6.7.1 Métodos de Medición en Futech S.A.

La empresa Futech S.A. En el proceso productivo se realizan diferentes tipos de mediciones ya que el control de calidad los exige.

Debido a esto se controla medidas de Longitud, Peso, Fuerza, entre otros dada la variedad de medidas se debe tener el correcto instrumento de medición para cada una y esto depende de las características de cada necesidad.

6.7.2 Características de la medición

- Medida: es la magnitud que se va a controlar de la característica. Ej. Longitud, peso, temperatura, tiempo etc.
- Tolerancia: Es la diferencia aceptable de las magnitudes de las características del proceso, extractadas de especificaciones dadas por los fabricantes de los productos y/o por el departamento de ingeniería con base en su conocimiento y experiencia.
- Rango: Medida mínima y máxima requerida por el proceso de medición y el cual debe ser acorde con el rango del equipo de medición.
- Exactitud Requerida por la Medición: Se toma para el cálculo de la exactitud requerida la 1/10 parte de la tolerancia mínima de cada proceso de medición que es llevado con determinado equipo.

NOTA**:** En caso de existir dificultades técnicas o imposibilidades o costos excesivos se tomara como base la 1/5 parte, de la tolerancia.

Para elegir un equipo nuevo se toma las mismas reglas la 1/10 o la 1/5 parte de la tolerancia, teniendo en cuenta también el costo, la capacidad, condiciones de funcionamiento, mantenimiento o capacitación. (M. Marbán, y otros, 2002)

6.7.3 Identificación de equipos de medición

Los equipos de medición que se utilicen en el proceso productivo deben estar correctamente identificados para poder dar una mejor información de la lectura tomada. (M. Marbán, y otros, 2002)

- Nombre del Equipo y Marca: Se coloca el nombre del equipo de medición por ejemplo pie de rey, báscula, balanza etc. y la marca o fabricante.
- Código: Se coloca el código interno según procedimiento de codificación e identificación.

- “Resolución” (Mínima División de la Escala): Se coloca el mínimo valor de la capacidad de lectura de la escala del equipo Ej.: si la escala esta graduada en milésimas, su resolución puede ser de 1 milésima.

NOTA: La resolución debe ser menor o igual a la exactitud requerida por la medición cuando no se cumple se evalúa el sistema para tomar acciones.

- Error Máximo Permisible para el Equipo: Futech S.A. determina los errores máximos permisibles ya sean especificados por una norma técnica, especificación del fabricante del equipo o especificación interna.
- Capacidad de la medición: Futech S.A. para asegurar que la incertidumbre de la medición es conocida y consistente con la capacidad de la medición requerida utiliza la siguiente relación.

$$\frac{Tolerancia\ (requerida\ por\ la\ medicion)}{División\ de\ escala\ (resolucion)} <= 5 \qquad (8)$$

6.7.4 Selección de los elementos de medida

Luego de definir las tolerancias que se quieren entregar en los productos, ya sea producto terminado o en producción se pasa a seleccionar un elemento de medición que cumpla con los criterios antes explicados lo cual lleva a que se tengan como elementos de medición los siguientes. (M. Marbán, y otros, 2002)

- Proceso de producción de postes.

Debido a la tolerancia que se tiene en esta parte de la producción se tiene como elemento de medición el flexómetro ya que cumple con los criterios anteriores.

- Proceso de ensayos.

Debido a las tolerancias que se tienen en este proceso se decide tener sensores inductivos para realizar una medición más exacta, para la medición de fuerza se tiene una celda de carga la cual mide fuerza.

- Proceso de bodega o materia prima

En este proceso se maneja una báscula digital en la cual se pesa la materia prima que llega como insumo para el proceso productivo.

- Mediciones

Para garantizar una buena calidad en el producto final todos los elementos de medición relacionados al proceso productivo se deben seleccionar basados en los criterios antes expuestos.

6.8 PROCEDIMIENTO PARA LA CODIFICACION DE OBJETOS TECNICOS

Una vez que llega una maquina nueva al proceso de producción u otros procesos esta debe ser ingresada al sistema para luego generar un plan de mantenimiento de esta.

Cada Objeto técnico debe ser codificado para un mejor manejo de órdenes y así poder tener un mejor seguimiento a los activos de la empresa.

Para este fin se creó la siguiente codificación:

CODIGO: XXX ###

XXX: corresponden a las iniciales de cada objeto técnico que de una manera que exprese la mayor cantidad de información. Ejemplo: Maquina de Aspersión Chopper se clasifica de la siguiente manera M A C

###: Es el consecutivo de cada tipo de objeto técnico.

7. ENMARCAR TODAS LAS RECOMENDACIONES E IMPLEMENTACIONES DENTRO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD.

7.1 SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD PARA MANTENIMIENTO Y METROLOGIA

La adopción de un sistema de gestión de la calidad debe ser una decisión estratégica de la organización. Esta debe establecer, documentar, implementar y mantener el sistema de calidad para así obtener una mejora continua de acuerdo con los requisitos de la norma internacional. El diseño y la implementación del sistema de gestión están influenciados por los siguientes ítems.

- Determinar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad y su aplicación a traes de la organización.
- Determinar la secuencia e interacción de estos procesos.
- Determinar los criterios y los métodos necesarios para asegurarse de que tanto la operación como el control de estos procesos sean eficaces.
- Asegurarse de la disponibilidad de recursos e información necesarios para apoyar la operación y el seguimiento de estos procesos.
- Realizar el seguimiento, la medición cuando sea aplicable y el análisis de estos procesos.
- Implementar las acciones necesarias para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua de estos procesos.

El sistema de gestión de la calidad lleva a la empresa a trabajar bajo ciertos parámetros que certifican que el producto y su producción están dentro de estándares de calidad certificados. (ICONTEC, 2008)

Para enmarcar la implantación de un sistema de mantenimiento en la empresa Futech Group S.A se deben cumplir con los siguientes ítems de la norma técnica colombiana para sistemas de gestión de la calidad ISO 9001- 2008

7.2 REQUISITOS DE LA DOCUMENTACIÓN

7.3 GENERALIDADES

Los documentos del sistema de gestión de la calidad deben incluir:

- Declaraciones documentadas de una política de la calidad y de objetivos de la calidad.
- Un manual de la calidad.
- Los procedimientos documentados y los registros requeridos por esta norma internacional.
- Los documentos, incluidos los registros que la organización determina que son necesarios para asegurarse de la eficaz planificación, operación y control de sus procesos. (ICONTEC, 2008)

7.3.1 Manual de la calidad

La organización debe establecer y mantener un manual de la calidad que incluya:

- El alcance del sistema de gestión de la calidad, incluyendo los detalles y la justificación de cualquier exclusión.
- Los procedimientos documentados establecidos para el sistema de gestión de la calidad, o referencia a los mismos.
- Una descripción de la interacción entre los procesos del sistema de gestión de la calidad. (ICONTEC, 2008)

7.3.2 Control de los documentos

Los documentos requeridos por el sistema de gestión de la calidad deben controlarse. Los registros son un tipo especial de documento y debe controlase de acuerdo con los requisitos citados en el ítem 9.1.4.

Se debe establecer un procedimiento documentado que defina los controles necesarios para:

- Aprobar los documentos en cuanto a su adecuación antes de su emisión.
- Revisar y actualizar los documentos cuando sea necesario y aprobarlos nuevamente.
- Asegurarse de que se identifican los cambios y el estado de la versión vigente de los documentos.
- Asegurarse que las versiones pertinentes de los documentos aplicables se encuentran disponibles en los puntos de uso.
- Asegurarse que los documentos permanezcan legibles y fácilmente identificables.
- Asegurarse de que los documentos de origen externo, que la organización determina que son necesarios para la planificación y la operación del sistema de gestión de la calidad, se identifican y que se controla su distribución.
- Prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos, y aplicarles una identificación adecuada en el caso de que se mantengan por cualquier razón. (ICONTEC, 2008)

7.3.3 Control de los registros

Los registros establecidos para proporcionar evidencia de la conformidad con los requisitos así como de la operación eficaz del sistema de gestión de la calidad deben controlarse.

La organización debe establecer un procedimiento documentado para definir los controles necesarios para la identificación, el almacenamiento, la protección, la recuperación, la retención y la disposición de los registros.

Los registros deben permanecer legibles, fácilmente identificables y recuperables. (ICONTEC, 2008)

7.4 RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD

La alta dirección debe asegurarse de que las responsabilidades y autoridades están definidas y son comunicadas dentro de la organización. (ICONTEC, 2008)

7.5 INFRAESTRUCTURA

La organización debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura necesaria para lograr la conformidad con los requisitos del producto. La infraestructura incluye, cuando sea aplicable.

- Edificios, espacios de trabajo y servicios asociados.
- Equipos para los procesos (tanto hardware como software).
- Servicio de apoyo (tales como transporte, comunicación o sistemas de información). (ICONTEC, 2008)

7.6 CONTROL DE LA PRODUCCION Y DE LA PRESTACION DE SERVICIO

La organización debe planificar y llevar a cabo la producción y la prestación del servicio bajo condiciones controladas. Las condiciones controladas deben incluir, cuando sea aplicable.

- La disponibilidad de la información que describa las características del producto.
- La disponibilidad de instrucciones de trabajo cuando sea necesario.
- El uso del equipo apropiado.

- La disponibilidad y uso de equipos de seguimiento y medición.
- La implementación del seguimiento y de la medición.
- La implementación de actividades de liberación, entrega y posteriores a la entrega del producto. (ICONTEC, 2008)

7.7 CONTROL DE LOS EQUIPOS DE SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN

La organización debe determinar el seguimiento y la medición a realizar y los equipos de seguimiento y medición necesarios para proporcionar la evidencia de la conformidad del producto con los requisitos determinados.

La organización debe establecer procesos para asegurarse de que el seguimiento y medición pueden realizarse y se realizan de una manera coherente con los requisitos de seguimiento y medición.

Cuando sea necesario asegurarse de la valides de los resultados, el equipo de medición debe:

- Calibrarse o verificarse, o ambos, a intervalos especificados o antes de su utilización, comparado con patrones de medición trazables a patrones de medición internacionales o nacionales; cuando no exista tales patrones debe registrarse la base utilizada para la calibración o la verificación
- Ajustarse o reajustarse según sea necesario
- Estar identificado para poder determinar su estado de calibración
- Protegerse contra ajustes que pudieran invalidar el resultado de la medición
- Protegerse contra los daños y el deterioro durante la manipulación, el mantenimiento y almacenamiento.

Además, la organización debe evaluar y registrar la validez de los resultados de las mediciones anteriores cuando se detecte que el equipo no está conforme con los requisitos. La organización debe tomar las acciones apropiadas sobre el equipo y sobre cualquier producto afectado.

Deben mantenerse registros de los resultados de la calibración y la verificación.

Debe confirmarse la capacidad de los programas informáticos para satisfacer su aplicación prevista cuando estos se utilicen en las actividades de seguimiento y medición de los requisitos especificados. Esto debe llevarse a cabo antes de iniciar su utilización y confirmarse de nuevo cuando sea necesario. (ICONTEC, 2008)

7.8 SEGUIMIENTO Y MEDICION DE LOS PROCESOS

La organización debe aplicar métodos apropiados para el seguimiento, y cuando sea aplicable, la medición de los procesos del sistema de gestión de la calidad. Estos métodos deben demostrar la capacidad de los procesos para alcanzar los resultados planificados. Cuando no se alcancen los resultados planificados, deben llevarse a cabo correcciones y acciones correctivas, según sea conveniente. (ICONTEC, 2008)

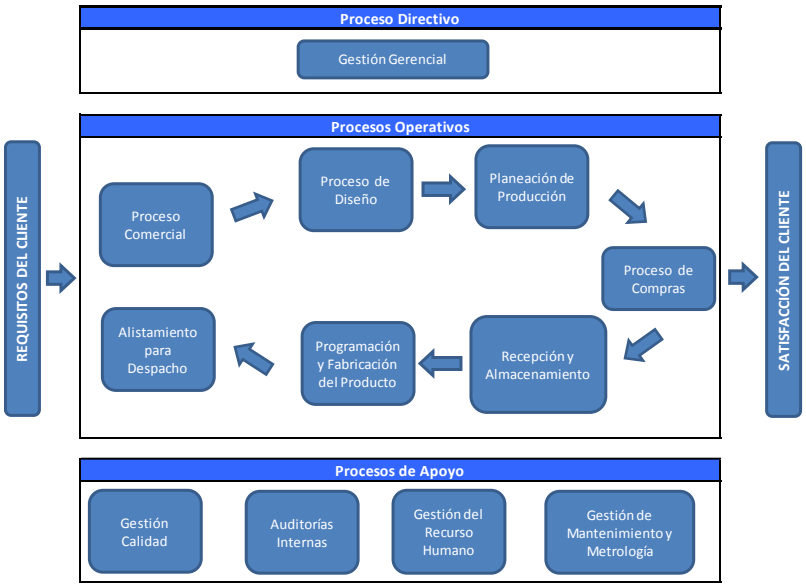
En la empresa Futech Group S.A. se desarrolla el sistema de gestión de la calidad cumpliendo con todos los requisitos expuestos en la norma para lograr estar certificados.

Todos los procesos de la empresa se ven relacionados entre sí para lograr una integridad de la empresa para así lograr los objetivos propuestos.

Los procesos relacionados de dentro de la empresa Futech Group S.A se muestran a continuación.

Figura 20. Mapa de procesos

FUTECH Group S.A.	**MAPA DE PROCESOS**	CODIGO: A GDC 02 VERSION: 01 FECHA: 13/05/2011 PAGINA: 1 de 1



Fuente: (Futech, 2010)

Con relación al proceso de gestión de mantenimiento y metrología este es establecido en base a los criterios antes expuestos, logrando desarrollar un proceso sólido y con buenas bases para realizar su gestión.

Formato 5. Caracterización proceso de mantenimiento y control de infraestructura y equipos de producción y medición

FUTECH Group S.A.	**CARACTERIZACIÓN PROCESO DE MANTENIMIENTO Y CONTROL DE INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS DE PRODUCCION Y MEDICION**	CODIGO: A GMM 01 VERSION: 01 FECHA: 21/05/2011 PAGINA: 1 de 1

NORMA	CAPÍTULO	DESCRIPCION
ISO 9001	4.2	Requisitos de la documentacion
ISO 9001	5.5.1	Responsabilidad y autoridad
ISO 9001	7.6	Control de los dispositivos de seguimiento y medición
ISO 9001	6.3	Infraestructura
ISO 9001	7.5.1	Control de la producción
ISO 9001	8.2.3	Seguimiento y medicion de los procesos

OBJETIVOS DEL PROCESO
Mantener los equipos de producción en condiciones optimas de funcionamiento para minimizar los paros no programados de producción.
Mantener la infraestructura necesaria para lograr la conformidad del producto.
Mantener y controlar los dispositivos de medición requeridos por los procesos del sistema de calidad.

Continúa en página siguiente

El proceso de mantenimiento y metrología se desarrolla teniendo en cuenta el siguiente orden el cual lleva a que una persona pueda manejar este proceso con solo leer esta guía de actividades, procedimientos, formatos, flujogramas, que conforman el proceso.

PROVEEDOR	ENTRADAS	ACTIVIDADES (P-H-V-A)		RESPONSABLE	SALIDAS	CLIENTE
Lider del proceso, proceso mantenimiento Creacion y gestion de objetos tecnicos para la estructura de mantenimiento.	Procedimiento Creación y gestión de objetos técnicos para la estructura de mantenimiento	P	Planear y crear los objetos tecnicos de la estructura de mantenimiento	Jefe de Planta	Flujograma de creacion de objetos tecnicos	Estructura de mantenimiento
Proceso productivo y actividades programadas de mantenimiento operativo	Procedimiento Creación y gestión de Avisos y Ordenes de Mantenimiento	P	Planear y gestionar los avisos y ordenes creadas a manteniemiento	Jefe de Planta	Flujograma de creacion y gestion de Avisos y Ordenes	Actividades programadas de mantenimiento operativo
Lider del proceso, proceso de mantenimiento planeacion y ejecucion de mantenimiento planeado	Procedimiento Planeación y Ejecución de Mantenimiento Planeado	P	Planear y ejecutar el mantenimiento planeado.	Jefe de Planta	Flujograma Planeacion y Ejecucion de Mantenimiento	Actividades planeación y ejecución de mtto y metrologia
Proceso productivo y actividades programadas de mantenimiento operativo	Planificación de necesidades de Repuestos para Mantenimiento	P	Planear la compra de repuestos para mantenimiento preventivo y correctivo	Jefe de Planta	Flujograma de PLanificacion de Repuestos	Actividades programadas de mantenimiento operativo
Lider del proceso, Actividad de selección de proveedores de servicios de mtto y metrologia	Calificacion de proveedores de Mantenimiento	P	Planear la selección proveedores de mtto y metrologia.	Jefe de Planta	Formato de seguimiento Proveedores	Actividades planeación y ejecución de mtto y metrologia.
Actividad de evaluación	Registros de evaluación	A	Establecer acciones con respecto a la evaluación de proveedores	Jefe de Planta	Comunicaciones de acción requeridas para mejorar	Proveedores
Actividad de verificación	Indices de mantenimiento	A	Analizar puntualmente las causas del incumplimiento y establecer si amerita crear un reporte de acción correctiva.	Jefe de Planta	Acciones puntuales o Reporte de accion correctiva.	Gerencia Fabrica
Gestion de actividad de metrologia	Procedimiento de validación de equipo de inspección, medición y ensayo	P	Planear la selección de un equipo adecuado de medicion	Jefe de planta	Objetos tecnicos de medicion	Produccion
Codificación de objetos tecnicos	Procedimiento para codificación de objetos tecnicos	P	planear la codificacion optima para los objetos tecnicos	Jefe de planta	Registro de codificacion de objetos tecnicos	Produccion

Continúa en página siguiente.

Todo proceso tiene documentos y registros para poder llevar el control de este los cuales están relacionados por códigos para una mejor ubicación de la persona que los solicite.

DOCUMENTOS RELACIONADOS DEL PROCESO	
	CODIGO
Creación y gestión de objetos técnicos	PGMM01
Creación de avisos y ordenes	PGMM02
Planeación y ejecución de mantenimiento	PGMM03
Planificación de necesidad de repuestos	PGMM04
Validación metrológica	PGMM05
Codificación de objetos técnicos	PGMM06
Acción ante no conformidades en equipos de medición	PGMM07
Evaluación de criticidad	PGMM08
Creación y gestión de objetos técnicos	IGMM01
Creación de avisos y ordenes	IGMM02
Planeación y ejecución de mantenimiento	IGMM03
Planificación de necesidad de repuestos	IGMM04
Verificación de cintas métricas	IGMM05
Puesta a punto básculas	IGMM06
Mantenimiento de equipos de resina	IGMM07
Mantenimiento de equipos de Gelcoat	IGMM08
Puesta a punto de compresor	IGMM09
Mantenimiento de puente grúa	IGMM10
Caracterización mantenimiento	AGMM01
Lista centros de planificación	AGMM02
Lista centros de emplazamiento	AGMM03
Grupos de planificación	AGMM04
Objetos técnicos	AGMM05
Características	AGMM06
Sistemas tecnicos	AGMM07
Mtto planeado Objetos Técnicos	AGMM08

Continúa en página siguiente.

REGISTROS RELACIONADOS DEL PROCESO	
	CODIGO
Solicitud de aviso y orden	FGMM01
Evaluación de proveedores	FGMM02
Seguimiento de proveedores	FGMM03
Hoja de vida - Ficha técnica	FGMM04
Verificación de cintas métricas	FGMM05
Mantenimiento Autonomo	FGMM06

Dado que el proceso de mantenimiento y metrología se ve ligado con otros procesos de la compañía, estos están relacionados a continuación.

DOCUMENTOS Y REGISTROS RELACIONADOS DEL PROCESO			
DOCUMENTOS RELACIONADOS DEL PROCESO		REGISTROS RELACIONADOS DEL PROCESO	
	CODIGO		CODIGO
Politica de calidad	AGER04	Actas de revisión Gerencial	
Procedimiento control de producto no conforme	PGDC03	Registro acciones correctivas, preventivas y mejora	FGDC01
Planes de acción ; Acciones correctivas, Preventivas y de Mejora	PGDC02	Formato necesidades de formación	FGHH05
Auditorias internas	PGDC04	Requerimiento de personal	FGHH01

Y por último el proceso debe presentar mejoras con el tiempo lo cual conlleva a que se tenga un seguimiento del proceso con indicadores que permitan evaluar el desempeño lo cual se muestra a continuación.

SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN AL PROCESO					
INDICADOR	FORMULA	FRECUENCIA		RESPONSABLE	META
		MEDICIÓN	ANALISIS		
Mantenimientos preventivos	Mantenimientos preventivos realizados / Mantenimientos Preventivos programados	Mensual	Mensual	Jefe planta	> 80 %
Mantenimientos correctivos	Mantenimientos correctivos / (preventivos + correctivos)	Mensual	Mensual	Jefe planta	< 40%
Cobertura del control metrologico de los equipos de medicion	Equipos de medicion calibrados / Equipos de medicion totales	Anual	Anual	Jefe planta	100%

Fuente: (Futech, 2010)

8. REALIZAR ENTRENAMIENTOS EN LOS PUNTOS CLAVES PARA EL MANTENIMIENTO DE FUTECH GROUP S.A.

8.1 METODOLOGIA DE ENTRENAMIENTOS

El correcto funcionamiento de un grupo de mantenimiento en una empresa está basado en lograr que todas las personas que lo conforman tengan ciertos conocimientos básicos tanto de la empresa, como del área de trabajo, en este caso la empresa Futech Group S.A. trata de concientizar a los operarios de planta en el buen trato de la maquinaria, para lograr buenas bases respecto al mantenimiento autónomo, todo esto ligado a la orientación que tiene el mantenimiento en Futech Group S.A.

Para este fin se elaboran una serie de presentaciones en donde se reúnen factores que muestran cómo se debe llevar a cabo el mantenimiento autónomo en la planta, con el fin de que cada operario sea consciente del buen manejo de sus implementos de trabajo.

Ya que el mantenimiento de la empresa Futech Group S.A. es orientado a la tercerización, lo que se busca con los operarios de planta es que ellos estén empoderados de las acciones de mantenimiento básicas, para lograr que el mantenimiento sea efectivo se debe crear conciencia de trabajo, para lograr estas condiciones se toma la decisión de implementar 5´s, ya que esta nos brinda una buena base para mantener los puestos de trabajo y la maquinaria en óptimas condiciones.

Una de las tareas más importantes de mantenimiento es la lubricación ya que esta minimiza el rozamiento entre partes móviles en las maquinas, que es la principal acción de desgaste en la maquinaria.

Todos esto conlleva a que se generen ciertas preguntas ¿Qué es un lubricante?, ¿Para qué se utiliza un lubricante?, ¿Que lubricante debemos seleccionar para

una acción específica de mantenimiento?, ¿Qué cuidados se deben tener en la aplicación y almacenamiento de un lubricante?, etc. Son estas preguntas las que un técnico de mantenimiento debe conocer para poder realizar sus labores del día a día. Es por esta razón que es importante realizar una buena capacitación en lubricación a los operarios y técnicos de mantenimiento, que estarán encargados de realizar estas tareas en planta.

Es importante que la gestión de mantenimiento se realice de una manera ordenada y consignando la información pertinente de cada trabajo realizado por el grupo de mantenimiento, es de aquí de donde se sacara la información para determinar el cumplimento de las labores del grupo de mantenimiento, todo esto basado en los indicadores.

Para garantizar que esta información se consigne de una forma eficiente y sea consistente con lo realizado en planta, se desarrolla una capacitación en donde se muestra como se debe manejar la parte administrativa de mantenimiento, el manejo de las ordenes de trabajo, la importancia de la información de estas, el procedimiento que debe seguirse a la hora de solicitar un trabajo a mantenimiento, ya que todo esto se ve reflejado en el cumplimiento de las metas pactadas para cada semestre del año.

El correcto manejo de las herramientas y una buena selección de estas, dan paso para que las labores de mantenimiento se puedan realizar de una manera eficiente y sin ocasionar daños en la maquina por mal manejo de las herramientas, es de aquí de donde se decide implementar una capacitación para los operarios de planta y los técnicos de mantenimiento sobre la buena selección de una herramienta y su manejo. Buscando minimizar los tiempos de parada y los daños ocasionados a las maquinas.

Nota: todas las capacitaciones se anexan de forma digital.

9. CONCLUSIONES

Debido a que las maquinas son nuevas y la planta está en un proceso de arranque y puesta en marcha, se puede determinar que las condiciones de la maquinaria son óptimas y no tiene desgaste por motivos de uso ya que la empresa está en niveles de producción de un 30% de su capacidad. (1)

El proceso de adquisición de equipos para la empresa Futech Group S.A. se realizó sobre el proceso de montaje de la planta, esto da lugar a que se encuentren diferencias de edades en los equipos dentro de un rango de 6 meses. Para la concepción del modelo de mantenimiento se concluye que las diferencias de tiempo de los equipos son despreciables en comparación a su vida útil, por lo tanto se toma toda la maquinaria de la empresa con la misma edad 0 (inicial). (1)

Se tiene que tener en cuenta que parte de la maquinaria que adquirió Futech Group S.A, es un desarrollo para la empresa, por lo tanto éstas se encuentran en una etapa de puesta a punto, lo cual representa para el área de mantenimiento, que los trabajos que se realicen es estas máquinas no afectan los indicadores de mantenimiento hasta que se haga entrega oficial de la maquinaria por parte del proveedor y/o el área de montajes. (1)

Todos los operarios de la empresa Futech Group S.A., pasan por entrenamiento, donde se explica el funcionamiento de la máquina que van a operar, con el fin de garantizar el buen funcionamiento de ésta, y/o posibles daños por inexperiencia, se concluye que el riesgo por características de operación ésta controlado. (1)

En el desarrollo del plan de mantenimiento se debe tomar en cuenta las condiciones externas de operación de la maquinaria como lo son (Clima, medio, materia prima, etc.) ya que todos estos influyen en el desgaste de la maquinaria, en la empresa Futech Group S.A. se tiene un medio agresivo ya que se presenta mucho material particulado en el medio y esto produce un desgaste acelerado en

algunos componentes. Por lo tanto estos factores se deben tener en cuenta en el plan de mantenimiento de cada máquina. (1)

Después de realizar la evaluación al nivel instrumental, se evidencia un soporte adecuado de la información de los activos de la empresa, lo que permite planear y controlar los recursos y las intervenciones de mantenimiento. (2)

Teniendo encuenta la evaluación realizada en el nivel operacional, se evidencia un proceso de adaptación de la maquinaria al proceso productivo, en el cual se presentan fallos y/o déficit de producción, los cuales deben ser corregidos generando mantenimiento correctivo todo esto con el fin de buscar la mejor solución y optimizando el proceso de producción. (2)

De acuerdo a la evaluación realizada en el nivel operacional, se evidencia que la empresa Futech Group S.A. tiene como objetivo principal el mantenimiento preventivo por outsourcing, ya que la empresa por motivos de volumen de producción no ve necesario tener un grupo de personas dedicadas al mantenimiento de la maquinaria, lo que permite generar un plan de mantenimiento preventivo que debe ser ejecutado por el encargado de mantenimiento en la empresa, para que sus acciones sean realizadas por una entidad externa. (2)

Para el nivel operacional, se evidencia que para garantizar el correcto funcionamiento de los elementos de medición de la empresa Futech Group S.A. se implementa un mantenimiento predictivo que nos lleva a tener una trazabilidad de los objetos de medición, con el fin de garantizar los requerimientos de los clientes. (2)

Según la evaluación realizada para el nivel operacional, se evidencia una adaptación de la maquinaria al proceso productivo de la empresa Futech Group S.A., todo esto por medio de rediseño e ingeniería, este fenómeno se ha presentado en varias máquinas, donde se ha implementado labores de

mantenimiento modificativo soportadas con bases de ingeniería, para dar una solución a los problemas. (2)

Para el nivel táctico, se evidencia que la empresa Futech Group S.A. toma principios de estas metodologías para ser implementados en sus labores administrativas y de planta, lo que permite sacar de ideas valiosas que se adapten a sus necesidades, teniendo como objetivo una mejora continua. (2)

En la evaluación realizada en el nivel estratégico, se evidencia un seguimiento adecuado de los índices de mantenimiento, lo que permite planear y controlar las acciones del área de mantenimiento con el objetivo de una mejora continua. (2)

Es indispensable saber que maquina debe ser atendida primero en caso de que se presente fallas múltiples, para esto se diseña una metodología que nos permite saber por medio de criterios, qué equipo de producción y de la empresa son más críticos que otros en Futech Group S.A. se clasifican 2 como los más críticos, el Compresor y la máquina de Filament. (3)

De acuerdo al plan de mantenimiento presentado a la empresa Futech Group S.A., se evidencia como una estrategia de la empresa, enfocar las labores de mantenimiento en torno al mantenimiento preventivo, lo que permite planear y controlar la estructura de mantenimiento de una manera eficaz. (4)

Luego de presentar el plan de mantenimiento a la empresa Futech Group S.A., se toman acciones sobre los activos de la empresa, lo que permite controlar su estado y mantenibilidad, buscando una mejora continua de la empresa. (4)

Dado al plan de mantenimiento presentado a la empresa Futech Group S.A., se plantean metas basadas en indicadores de mantenimiento, lo que permite controlar el comportamiento de las acciones ejecutadas por el área de mantenimiento, todo esto buscando una mejora continua del área de mantenimiento y la empresa. (4)

Teniendo encuenta el plan de mantenimiento presentado a la empresa Futech Group S.A., se evidencia un soporte adecuado de la información, enmarcada en procedimientos de mantenimiento, que buscan mejorar la disponibilidad y mantenibilidad de los equipos en la empresa. (4)

Se concluye que el modelo de gestión diseñado para la empresa Futech Group S.A. cumple con los requerimientos de un sistema de aseguramiento de la calidad de acuerdo a la norma ISO 9001. Esto quedó evidenciado con la auditoria de otorgamiento de la certificación en la norma ISO 9001, la cual no genero ninguna no conformidad en el proceso de mantenimiento y metrología. (5)

De acuerdo a la metodología de entrenamiento planteada para la empresa Futech Group S.A. se debe realizar dos tipos de entrenamiento uno enfocado en la parte práctica, y otro enfocado en la parte teórica, buscando crear conciencia sobre el mantenimiento de la maquinaria. Se realiza un entrenamiento en 5´s buscando que los técnicos mantengan su espacio de trabajo apto, se realiza un entrenamiento en herramientas buscando que siempre se utilice la herramienta adecuada y de la forma adecuada para evitar daños y accidentes, y un entrenamiento en lubricación ya que este es de suma importancia para el buen funcionamiento de la maquinaria incrementando la disponibilidad de esta, respecto a la parte operativa de mantenimiento se realiza un entrenamiento para el personal administrativo donde se explica cómo funcionan los indicadores de mantenimiento y el correcto funcionamiento de estos. (6)

BIBLIOGRAFIA

ALZATE, Juan Felipe. Curso Mantenimiento Productivo Total. Medellin: Eafit, 2009.

AMADOR, Sancho Frias Jose. Gestion del punto de venta. España: Vertice S.L, 2008.

BOHAN, William F. El poder oculto de la productividad. Bogota: Grupo editorial Norma, 2003.

DUFFUAA, Salih; DIXON CAMPBELL, Jhon y Raouf. Sistemas de mantenimiento Planeación y control. Balderas Mexico: Limusa, 2000.

FUTECH. Futech Group S.A. Medellín, Colombia: s.n., 15 de junio de 2010.

HARRIS y KELLY. Gestion del mantenimiento industrial. Madrid: Ulises, 1998.

ICONTEC. Norma técnica Colombiana. Sistemas de gestión de la calidad. Medellín: ICONTEC, 2008.

JIMENEZ, Alirio J. Mantenimiento Lantino Americano. [En línea] Blog, 16 de 07 de 2010. [Citado el: 09 de 09 de 2011.] Disponible en: http://maintenancela.blogspot.com/2010/07/analisis-de-riesgos-e-indice-de.html.

M. MARBÁN, Rocío y PELLECER, Julio. Metrología para no metrólogos. Guatemala: OEA, 2002.

MENDOZA, Rosendo Huerta. Confiabilidad.net. La cultura de confiabilidad. [En línea] 07 de 06 de 2010. [Citado el: 05 de 09 de 2011.] Disponible en: http://confiabilidad.net/articulos/el-analisis-de-criticidad-una-metodologia-para-mejorar-la-confiabilidad-ope/.

MORA GUTIÉRREZ, Alberto. Mantenimiento Estratégico para empresas industriales o de servicios. Segunda. Envigado: AMG, 2007.

MORA GUTIÉRREZ, Alberto. Mantenimiento Industrial Efectivo. Medellin: Coldi, 2009.

MOUBRAY, Jhon. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. United Kingdom: Aladon Ltd, 2004.

SACRISTÁN, Francisco Rey. Manual del mantenimiento integral en la empresa. Madrid: Fundación Confemetal, 2001.

WIKIPEDIA, Fundacion. Wikipedia la enciclopedia libre. [En línea] Fundacion Wikimedia. [Citado el: 30 de 08 de 2011.] Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/5S.