

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS

**PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA CONFIABILIDAD,
MANTENIBILIDAD Y DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIA EN EL
PROCESO DE ELABORACIÓN DE FILTROS DE TABACALERA
ANDINA S. A. TANASA**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN ADMINISTRACION DE PROCESOS**

ROBERTO EDWARD CISNEROS TITUAÑA

robercis@yahoo.com

Director: Ing. Victor Hipólito Pumisacho Álvaro M.Sc.

vpumisacho@yahoo.es

2014



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS

ORDEN DE ENCUADERNACIÓN

De acuerdo con lo estipulado en el Art. 17 del instructivo para la Aplicación del Reglamento del Sistema de Estudios, dictado por la Comisión de Docencia y Bienestar Estudiantil el 9 de agosto del 2000, y una vez comprobado que se han realizado las correcciones, modificaciones y más sugerencias realizadas por los miembros del Tribunal Examinador al informe del proyecto de titulación presentado por Roberto Edward Cisneros Tituaña.

Se emite la presente orden de empastado, con fecha mes día de año.

Para constancia firman los miembros del Tribunal Examinador:

NOMBRE	FUNCIÓN	FIRMA
	Director	
	Examinador	
	Examinador	

Ing. Kléver Naranjo B., PhD.

DECANO

DECLARACIÓN

Yo, Roberto Edward Cisneros Tituaña, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Roberto Edward Cisneros Tituaña

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Roberto Edward Cisneros Tituaña, bajo mi supervisión.

Ing. Victor Pumisacho M.Sc.
DIRECTOR

AGRADECIMIENTOS

A mi familia: esposa e hijas por su paciencia y compromiso de siempre apoyarme en cualquier circunstancia.

DEDICATORIA

A mi esposa Lupita y a mis hijas: Camila y Emily.

ÍNDICE DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABLAS	iii
LISTA DE ANEXOS	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vii
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.1.1 PROCESOS PRODUCTIVOS TANASA S.A.....	6
1.1.1.1 Proceso Primario	4
1.1.1.2 Elaboración de Filtros	4
1.1.1.3 Proceso Secundario	5
1.2 JUSTIFICACIÓN	5
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	6
1.4 OBJETIVOS.....	7
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	7
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8
2.1 GESTION DEL MANTENIMIENTO INTEGRAL	8
2.1.1 INTRODUCCIÓN.....	8
2.1.1 GESTION DEL MANTENIMIENTO BASADO EN CONFIABILIDAD.....	8
2.1.2.1 Gestión Integral del Mantenimiento	10
2.1.2.1.1 Gestión del Talento Humano	11
2.1.2.1.2 Estrategias de Confiabilidad Humana.....	13
2.1.2.1.3 Definición de las estrategias	13
2.1.2.1.4 Estrategias de Confiabilidad Operacional	14
2.1.2.1.5 Optimización de Activos.....	16
2.1.2.2 Excelencia Empresarial.....	18
2.2 MANTENIMIENTO CON ENFOQUE EN PROCESOS	20
2.2.2 OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS	22

2.2.3	INTRODUCCIÓN AL MANTENIMIENTO	23
2.2.3.1.	Tipos de Mantenimiento	24
2.2.4	CALIDAD EN LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO	27
2.3	TEORÍAS APLICADAS A LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	27
2.3.1	MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM).....	27
2.3.1.2	Fallas Funcionales.....	28
2.3.1.3	Los beneficios a conseguir por RCM.....	30
2.3.2	TPM-MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	31
2.3.2.1	Actividades fundamentales del TPM.....	31
2.3.3	CONFIABILIDAD, MANTENIBILIDAD Y DISPONIBILIDAD.....	33
2.3.3.1	Relación entre Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad.....	35
2.3.3.2	Mejoras en Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad	36
2.3.3.3	Plan de Mejoras en Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad	38
3	METODOLOGÍA.....	39
3.1.	DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	39
3.1.1.	ANÁLISIS DE LOS PROCESOS EN EL SISTEMA DE GESTIÓN	39
3.1.1.1.	Mapa de procesos de Tabacalera Andina S. A.-TANASA.....	39
3.1.1.2.	Procesos del Sistema de Gestión en TANASA.....	40
3.1.1.3.	Situación actual del Proceso de Mantenimiento & Ingeniería.....	44
3.2.	ESTRATEGIAS DE CONFIABILIDAD.....	47
3.2.1.	EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD (CA).....	47
3.2.1.1.	Selección de los equipos críticos	47
3.2.1.2.	Selección de acuerdo al análisis de indicadores en las máquinas de Filtros.....	51
3.2.1.3.	Selección de acuerdo a priorización de criterios.....	53
3.2.2.	EL ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (FMEA)	54
3.2.3.	EL ANÁLISIS CAUSA RAÍZ (RCFA)	54
3.2.4.	INSPECCIÓN BASADA EN RIESGOS (RBI)	55
3.2.5.	EL ANÁLISIS COSTO – RIESGO – BENEFICIO (BRCA)	57
3.3.	DEFINICION DE LA PROPUESTA DE MEJORA	58
4	RESULTADOS Y DISCUSIONES	61
4.1	RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	61
4.1.1	EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO	61
4.1.2	ANÁLISIS DE CRITICIDAD	63

4.1.2.1	Ponderación de factores	63
4.1.2.2	Desarrollo de la Matriz de priorización	64
4.2	PROPUESTA DE MEJORA	65
4.2.1	DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DE ACTIVOS.....	66
4.2.1.1	Herramientas de apoyo para el desarrollo del plan de mantenimiento	66
4.2.1.2	Planificación y Programación del Mantenimiento Correctivo.....	68
4.2.1.3	Planificación y Programación del Mantenimiento Preventivo	71
4.2.1.4	Planificación y Programación del Mantenimiento Rutinario.....	75
4.2.2	PLAN DE ACCION DE COBERTURA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO.....	80
4.2.3	PROGRAMA DE SEGURIDAD PROPUESTO PARA MANTENIMIENTO .	83
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85
5.1	CONCLUSIONES.....	85
5.2	RECOMENDACIONES	86
	REFERENCIAS	88
	ANEXOS.....	89

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Flujo de proceso operativo TANASA	5
Figura 2 - Áreas fundamentales de la gestión integral del mantenimiento	11
Figura 3 – Píramide de competencias.....	12
Figura 4 - Confiabilidad Humana.....	13
Figura 5 – Confiabilidad Operacional	15
Figura 6 – Herramientas para la gestión de activos.....	17
Figura 7 – Píramide tecnológica para la optimización integral del mantenimiento	19
Figura 8 – Enfoque basado en procesos	21
Figura 9 – Productividad: relación entre dos factores	23
Figura 10 – La Disponibilidad como resultado de Confiabilidad y la Mantenibilidad	34
Figura 11 – Relación entre Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad	36
Figura 12 – Desarrollar Confiabilidad: una decisión certera.....	38
Figura 13 – Mapa de procesos en el sistema de gestión de TANASA.....	40
Figura 14 – Diagrama del Proceso de Mantenimiento & Ingeniería.....	46
Figura 15 – Layout del proceso de elaboración de filtros para cigarrillos	48
Figura 16 – Filtro Dual	50
Figura 17 – Elaboración de Filtro Dual	50
Figura 18 – Reporte Mensual de Downtime por máquina.....	51
Figura 19 – Reporte diario de Uptime por máquina.....	52
Figura 20 – Producción acumulada por máquina	53
Figura 21 – Diagrama de causa efecto para la “Falla en el avance de cuchillas”	55
Figura 22 – Diagrama del proceso de mantenimiento de procesos productivos	59
Figura 23 – Subprocesos de planificación y programación del mantenimiento.....	60
Figura 24 – Diagrama de red de la evaluación de la gestión de mantenimiento	62
Figura 25 – Simbología utilizada en los diagramas de flujo	67
Figura 26 – Pantalla principal del sistema integrado de control de tiempos (SICOT).....	68
Figura 27 – Diagrama de flujo actual de mantenimiento correctivo	69
Figura 28 – Diagrama de flujo propuesto para mantenimiento correctivo.....	70

Figura 29 – Diagrama de flujo propuesto para mantenimiento preventivo.....	74
Figura 30 – Diagrama de flujo propuesto para mantenimiento rutinario del operador	77
Figura 31 – Diagrama de flujo propuesto para mantenimiento rutinario técnico.....	79

LISTA DE TABLAS

Tabla 1- Máquinas del proceso de elaboración de Filtros para cigarrillos	49
Tabla 2- Tiempos de paros de máquina.....	54
Tabla 3- Formato de inspección del personal mecánico de Filtros	56
Tabla 4- Análisis de costo – beneficio de cambio de maquinaria	57
Tabla 5- Matriz de priorización de criterios	65
Tabla 6- Matriz de priorización de selección de máquina.....	65
Tabla 7- Registro de horas de los horómetros de las máquinas.....	71
Tabla 8- Estándar de Limpieza e Inspección de Máquinas	76
Tabla 9- Formato de Inspección del personal mecánico de Filtros	78
Tabla 10- Plan del mantenimiento predictivo	82
Tabla 11- Mapa de riesgos de maquinaria.....	84

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1a – Manual para evaluar los sistemas de mantenimiento en la industria.....	92
ANEXO 1b – Cuestionario para la evaluación de la gestión del mantenimiento en el proceso de elaboración de filtros en TABACALERA ANDINA S.A. TANASA	94
ANEXO 1c – Cuantificación de los resultados de la evaluación.....	115
ANEXO 2 – Análisis de modo y Efecto de falla FMEA	118
ANEXO 3 – Catálogo de fallas SICOT	121
ANEXO 4 – Trabajos puntuales de mantenimiento	125
ANEXO 5a – Manual de mantenimiento preventivo	127
ANEXO 5b – Checklist de mantenimiento	130
ANEXO 5c – Reporte de mantenimiento	131
ANEXO 6 – Validación de máquina.....	133
ANEXO 7 – Registro estándar mensual de inspección y limpieza del operador	135
ANEXO 8 – Registro mensual de inspección y limpieza del mecánico	137

RESUMEN

El mantenimiento industrial es uno de los ejes fundamentales dentro de la industria, está cuantificado en la cantidad y calidad de la producción; el mismo que ha estado sujeto a diferentes cambios al paso del tiempo; en la actualidad el mantenimiento se ve como una inversión que ayuda a mejorar y mantener la calidad en la producción.

El presente proyecto, es una propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento en un proceso industrial, específicamente en el proceso de Elaboración de Filtros de la empresa Tabacalera Andina S. A. TANASA, con herramientas que ayudan a disminuir paros imprevistos en las máquinas, planificando tareas y actividades, optimizando recursos, que comprende un aumento de productividad en el proceso.

En el capítulo 1 de introducción se describe a la empresa y se define el problema del mantenimiento dentro de este proceso.

En el capítulo 2 trata sobre la Fundamentación Teórica, se detalla las diferentes teorías que sustentan la propuesta como son: la gestión integral de activos, el enfoque en procesos, el mantenimiento centrado en la confiabilidad, TPM (Mantenimiento Productivo Total) y el análisis CMD (confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad).

Luego, en el capítulo 3 se describe sobre la Metodología utilizada en el proyecto, se presenta el análisis de la situación actual del mantenimiento, y utilizando herramientas de confiabilidad, se define la propuesta de mejora definiendo y diseñando los procesos.

También en el capítulo 4 se describe los principales Resultados y Discusiones, en base a los resultados del análisis se determina las áreas a realizar las mejoras en la gestión, generando planes y programas de mantenimiento acordes al proceso en estudio.

Por ultimo en el capítulo 5 de Conclusiones y Recomendaciones, se establecen conclusiones acerca de la propuesta presentada, en base a un sistema de mejora continua, y se recomienda crear una cultura de confiabilidad en el personal involucrado.

Palabras Claves:

Proceso, Mantenimiento Industrial, Mantenimiento Productivo, Gestión de Activos, Confiabilidad.

ABSTRACT

The industrial maintenance is one of the cornerstones in the industry , is quantified in the quantity and quality of production , the same that has been subject to various changes over time , and today the maintenance is seen as an investment that helps to improve and maintain quality in production.

This project is a proposal for improvement in maintenance management in an industrial process, specifically in the process Filters Elaboration of Tabacalera Andina SA TANASA, with tools that help reduce unplanned shutdowns in the machines, planning tasks and activities, optimizing resources, including increased productivity in the process.

Chapter 1 describes introduction to the company and the maintenance problem is defined within this process.

Chapter 2 discusses the Theoretical Foundations, different theories underlying the proposal are detailed as: comprehensive asset management, the focus on processes, reliability centered maintenance, TPM (Total Productive Maintenance) and analysis CMD (reliability, maintainability and availability).

Then, in chapter 3 described the methodology used in the project, analysis of the current situation presents maintenance and reliability tools using the proposed improvement is defined by defining and designing processes.

Also in Chapter 4 the main results and discussions described, based on the results of the analysis areas is determined to make improvements in management, generating plans and maintenance programs in accordance to the process under study.

Finally in Chapter 5 Conclusions and Recommendations finally conclusions about the submitted proposal are set, based on a system of continuous improvement, and is recommended to create a culture of reliability personnel involved.

Keywords:

Process, Industrial Maintenance, Productive Maintenance, Asset Management, Reliability

1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describe la información de la compañía Tabacalera Andina S. A. TANASA, su falta de efectividad en la gestión de mantenimiento del proceso de elaboración de filtros y como mejorar el desempeño de la maquinaria aplicando teorías y parámetros de la gestión de activos.

1.1 ANTECEDENTES

Tabacalera Andina S. A. TANASA, junto a Itabsa S. A. y Proesa S. son empresas ecuatorianas que están afiliadas a Phillip Morris Internacional (PMI), empresa multinacional con sede en Laussane, Suiza; sus productos se venden en más de 180 países.

Tabacalera Andina S.A., TANASA, manufactura desde el año 1973 cigarrillos de prestigiosas marcas nacionales e internacionales. En su planta industrial ubicada en Durán se procesa el tabaco, mientras que en su planta al sur de Quito se producen los cigarrillos.

TANASA Durán constituye el nexo entre las actividades Agrícolas y las Industriales de la Empresa. Las actividades principales en Durán son:

- Selección de Regiones de Cosecha.
- Asistencia técnica a los Agricultores.
- Determinación de volúmenes de tabaco según tipo.
- Programación de fechas de siembra y cultivo.

Sus procesos son:

- Desvenado. Es el proceso más importante y consiste en la separación de las nervaduras (venas) y las láminas de tabaco

- Compra y clasificación de tipos de tabaco.
- Preparación de Mezclas.
- Desvenado, Prensado y empaquetado.
- Almacenamiento.
- Añejamiento.

En TANASA Quito, su producción de cigarrillos abarca un catálogo de productos, liderado por Marlboro, con sus diferentes variedades como son: Marlboro Full Flavor, Marlboro Fresh Series Ice y FreshMint y Marlboro Gold. Además de productos locales como Lark, Líder, Phillip Morris, Full Speed y Caribe.

Tabacalera Andina S. A. TANASA, gestiona todas sus actividades en base a su Política Integrada de Calidad, Salud Ocupacional y Ambiente (Tanasa, 2012), que señala lo siguiente:

“Nuestra meta como Tabacalera Andina S.A. (TANASA), es fabricar cigarrillos con altos estándares de Calidad, cumpliendo las regulaciones de Seguridad, Salud Ocupacional y Ambiente y siguiendo las políticas, procedimientos establecidos y aceptados por Philip Morris Internacional.”

Están comprometidos en:

- Entender y satisfacer las expectativas de los fumadores adultos.
- Cumplir con las leyes, regulaciones ecuatorianas y otras voluntariamente adoptadas, aplicables a nuestros procesos y productos.
- Cumplir con los requisitos de la Norma ISO 9001:2008, ISO 14001: 2004, OHSAS 18001:2007.
- Mejorar continuamente nuestros productos, procesos y la efectividad de nuestros Sistemas de Gestión.
- Cumplir con las políticas y procedimientos establecidos por los Sistemas de Gestión.
- Prevenir los riesgos que puedan resultar en lesión o enfermedad a nuestros empleados y colaboradores, pérdidas a la propiedad y bienes de

la Compañía e impacto negativo al Ambiente. La prevención de accidentes y la protección ambiental exige de nosotros un compromiso responsable y activo.

Todos en TANASA están comprometidos a cumplir y fortalecer esta política a través del desarrollo de una organización ágil, efectiva, empoderada y comprometida.

“La Dirección de Operaciones asegura la implementación de la misma a través de la Organización y asigna los recursos humanos, económicos, y de infraestructura requeridos para su adecuado funcionamiento.” (Tanasa, 2012)

Además, la organización tiene acreditación en normas de gestión: ISO 9001:2008, ISO 14001: 2004, OHSAS 18001:2007 y mantienen un sistema de gestión integral QSMP (Quality Sistem), el cual se sustenta en una Visión de Operaciones Phillip Morris Ecuador (Tanasa, 2012), que promulga lo siguiente:

“Ser reconocida como una afiliada de clase mundial que:

- Cuida la seguridad de su gente
- Gestiona los recursos de manera eficiente
- Satisface los requisitos del cliente
- Contribuye de manera proactiva a alcanzar los objetivos del negocio a través del desarrollo de una organización ágil, efectiva, empoderada y comprometida.”

La seguridad e integridad de todo el personal, de las condiciones de trabajo, el cuidado y protección del ambiente y el eficiente funcionamiento de equipos, edificios y servicios; así como mantener la gestión de los sistemas integrados OSHAS 18001 e ISO 14001, constituyen los objetivos de la empresa.

En la compañía, la Seguridad y la Salud de sus empleados, así como la conservación del Ambiente son aspectos esenciales del negocio, por ello

TANASA se compromete a desarrollar sus actividades industriales respetando y cuidando a sus empleados, al ambiente y a la comunidad de la cual es parte. Todos los empleados de Tabacalera Andina S.A. (TANASA), están comprometidos a trabajar en la implementación y el fortalecimiento de estos objetivos pues así se contribuye significativamente en la mejora de su ambiente laboral y comunitario.

1.1.1 PROCESOS PRODUCTIVOS TANASA S. A.

Los Procesos Productivos, tienen como misión el asegurar la disponibilidad de los productos de forma oportuna y con un adecuado control de costos. Sus principales compromisos son: cumplir con los programas de producción determinados en el plan maestro, asegurar las especificaciones de procesos y productos y garantizar los niveles óptimos de inventario conforme a las políticas de stock.

1.1.1.1 Proceso Primario

Es donde se transforma el tabaco en sus diferentes calidades y tipos de hebra de tabaco que posteriormente es utilizada en el proceso de Elaboración de cigarrillos. La hebra es el resultado de un proceso de acondicionamiento de humedad y temperatura del tabaco, con el objeto de realzar las características de fumado, al tabaco acondicionado, se le agregan sabores y sobre este subproducto se realizan cortes adecuados para que la hebra obtenida sea dispuesta en el llenado del cigarrillo.

1.1.1.2 Elaboración de Filtros

Es el proceso en donde se propone la mejora, en el cual se realizan los filtros para el cigarrillo, el tipo de filtro que se obtiene de este proceso es el filtro dual, que es la combinación de dos tipos de semifiltros: semifiltro de carbón y semifiltro blanco, y se utiliza en las marcas de cigarrillos Lark, Lider, Phillip Morris y además se producen otros tipos de filtros como blanco poroso, poroso light. etc., el cual

es utilizado en la producción de Marlboro en sus diferentes variedades Marlboro Full Flavor, Marlboro Fresh Series Ice y FreshMint y Marlboro Gold, además de Caribe.

1.1.1.3 Proceso secundario

En la Industria Tabacalera los procesos de Elaboración y Empaque de cigarrillos se conjugan bajo el nombre de Proceso Secundario. En Elaboración se utiliza hebra confeccionada en Proceso Primario, filtros del Proceso de Elaboración de Filtros y materiales denominados DIM's (Materiales Directos) como papeles y adhesivos, una vez fabricados los cigarrillos se procede a su empaquetamiento en la sección de Empaque, nuevamente con el aporte de DIM's: etiquetas, polipropileno, papel aluminio, refuerzo interior, etc. En la Figura 1 se especifica el flujo de proceso operativo de la compañía.

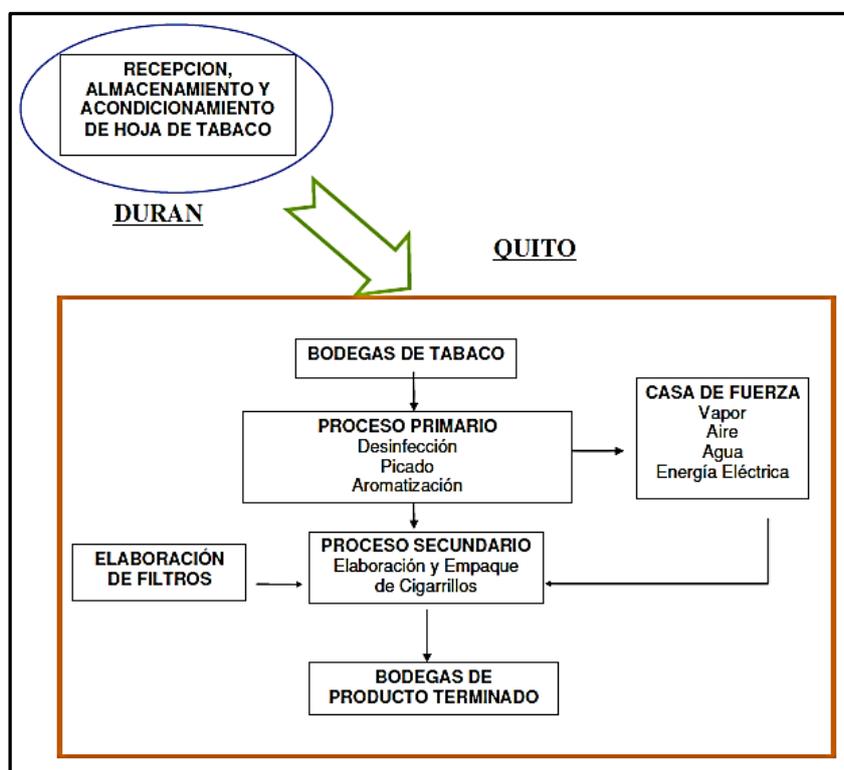


Figura 1: Flujo de proceso operativo TANASA

(Fuente: Reglamento Interno de seguridad, salud ocupacional y Ambiente de TANASA).

1.2 JUSTIFICACIÓN

En Tabacalera Andina S. A TANASA es importante el involucramiento de sus colaboradores y el mejoramiento de sus procesos y en base a su lineamiento de mejora continua OPEN (Operations Perfomance and ENgagement Model), que sustenta una cultura organizacional proactiva, al proponer el mejoramiento de la Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad en el proceso de Elaboración de Filtros, se espera que la gestión del mantenimiento garantice el funcionamiento de la maquinaria instalada en el proceso, mejorando sus indicadores de gestión, optimizando recursos y aumentando su productividad, y a su vez obtener resultados para el programa de reconocimientos implementado en la compañía, planteando estrategias orientadas a la optimización integral del área de mantenimiento, alineadas con la política integrada y visión de TANASA S.A.

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad, el mantenimiento en el proceso de Elaboración de Filtros de TANASA S. A., es casi en su totalidad correctivo, no existe una gestión para planificar y corregir las fallas presentadas en la maquinaria, el área de mantenimiento actúa cuando hay un problema en la máquina en producción, la asistencia técnica es solicitada mediante un sistema de control de tiempos llamado SICOT, que lo activa el operador de máquina, cuando se produce un paro, se corrige el problema y la máquina regresa a funcionamiento, por lo que es necesario gestionar el mantenimiento enfocado en los procesos y mejorar la productividad, disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria, incrementando la eficiencia del mantenimiento, con calidad, reduciendo costos y gastos de capital gracias al aumento de la vida útil de los equipos, los cuales deben incrementar la seguridad y mejorar la calidad de los productos.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

El presente proyecto tiene como objetivo general:

Proponer una gestión de mantenimiento con enfoque en procesos, que proporcione mayor confiabilidad y disponibilidad de la maquinaria en el Proceso de Elaboración de Filtros para cigarrillos de Tabacalera Andina S. A. TANASA.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos que se pretende alcanzar son los siguientes:

- Definir el proceso de mantenimiento de maquinaria en el Proceso de Elaboración de Filtros.
- Analizar el proceso de mantenimiento en base a la Confiabilidad, la Disponibilidad y la Mantenibilidad de maquinaria (análisis CMD).
- Gestionar indicadores de: Disponibilidad, Confiabilidad y Mantenibilidad.
- Proponer una gestión del proceso de mantenimiento para disminuir el tiempo no operativo (Down Time DT) y mejorar la disponibilidad operacional (DO) de la maquinaria.

2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En este capítulo se describe la teoría de gestión de mantenimiento aplicada al proyecto y las herramientas utilizadas, más afines con la realidad del proceso del cual se realiza la propuesta de mejora.

2.1 GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO INTEGRAL

Dentro de las funciones operativas en una organización tienen una alta relevancia la producción y el mantenimiento, ya que ambas tienen que mantener funcionando y mejorando la infraestructura productiva de la organización. El punto de inicio es una evaluación de la importancia de la función mantenimiento dentro de la empresa, y debe ser analizada en confrontación con los requisitos para atender el conjunto de equipos de acuerdo con el nivel de confiabilidad requerido.

2.1.2 GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO INTEGRAL BASADA EN EXCELENCIA

Las empresas están entendiendo que la “Gestión Eficaz de Activos” es la fuente de grandes ventajas competitivas, pero a su vez también un área de extremo cuidado. Si bien son diversas las estrategias de gestión, la “Confiabilidad Operacional” se señala como la de mayor ímpetu, pues permite implementar procesos para alcanzar la Excelencia Organizacional.

Este modelo de gestión, despliega una serie de estrategias orientadas a la optimización integral del área de mantenimiento, alineadas con la visión y misión del negocio, cuyo objetivo es lograr la Competitividad Internacional. Para ello utiliza indicadores claves de desempeño, buscando la mayor Calidad con la máxima Productividad. Pero la calidad, la productividad, la Seguridad y el respeto al Medio Ambiente, se deben mantener permanentemente, para lo cual se requiere del aporte de un quinto factor clave de competitividad: la Confiabilidad.

La Confiabilidad Operacional se define como una serie de procesos de mejoramiento continuo, que incorporan en forma sistemática, avanzadas herramientas de diagnóstico, técnicas de análisis y nuevas tecnologías, para optimizar la gestión, planeación, ejecución y control de la producción industrial. (Durán, 2000)

El Mantenimiento en cada uno de los niveles de su estructura organizativa debe aportar estrategias de mejoramiento, a partir del diagnóstico y análisis de las oportunidades para la optimización de costos y la evaluación del impacto del mantenimiento, en cuatro áreas fundamentales.

- **Capacidad de Producción**
 - Mejora de la productividad de la planta
 - Aumento de la capacidad de los equipos

- **Costos de Manufactura**
 - Reducción de tiempos de mantenimiento
 - Reducción de los tiempos de paradas

- **Seguridad Industrial**
 - Reducción de fallas críticas y catastróficas
 - Mayor seguridad del personal

- **Satisfacción de los Clientes**
 - Cumplimiento de las entregas
 - Alta calidad de los productos

Las empresas que han logrado impactos reales en estas cuatro áreas, pertenecen al privilegiado grupo de las empresas de “Clase Mundial”, y el aspecto que las identifica es la aplicación de prácticas comunes denominadas “Las Diez Mejores Prácticas”, (Améndola, 2002) que son:

- Trabajo en equipo

- Contratistas orientados a la productividad
- Integración con proveedores de materiales y servicios
- Apoyo y visión gerencial
- Planificación y programación proactiva
- Mejoramiento continuo
- Gestión disciplinada de materiales
- Integración de los sistemas
- Gerencia de paradas de plantas
- Producción basada en Confiabilidad

2.1.2.1 Gestión Integral del Mantenimiento

El área de mantenimiento, ha sufrido grandes transformaciones dejando de ser vista como un centro de costos, para pasar a ser un proceso integral que contribuye a la generación de utilidades industriales, y es responsable de la sobrevivencia de la empresa. El mantenimiento actual posee un rol destacado dentro de la *Confiabilidad Operacional* por su importante contribución a la *Seguridad*, respeto al *Medio Ambiente*, *Productividad* y *Rentabilidad* industrial, garantizando una alta disponibilidad y confiabilidad de los activos. Dentro de cual se necesita trabajar sobre tres principios básicos (Améndola, 2002):

- Utilizar "*Talento Humano*" idóneo
- Gestionar el conocimiento pertinente
- Tomar las decisiones en forma correcta

Un proceso eficaz de Gestión Integral del Mantenimiento requiere involucrarse en un proyecto de cambio que debe basarse en los siguientes puntos:

- Creer que el cambio es importante y valioso
- Tener una visión que describa el estado deseado
- Implementar estrategias para alcanzar la visión
- Liderar el proceso con las personas adecuadas
- Identificar las barreras reales y potenciales

- Medir los resultados con indicadores de gestión
- Entrenar y formar para corregir comportamientos no deseados
- Establecer sistemas óptimos de reconocimiento y recompensas

La Optimización Integral de los Activos requiere la optimización de sus cuatro áreas fundamentales (Figura 2): La Gestión del Talento Humano, la Definición de Estrategias, los Recursos Físicos y Materiales, y los procesos y sistemas, desarrollando para cada una de ellas sus aspectos conceptuales y un eficaz proceso de implementación. (Sotuyo, 2001)



Figura 2: Áreas fundamentales de la Gestión Integral del Mantenimiento
(Sotuyo, 2001)

La Confiabilidad es lo que faculta asegurar los cuatro factores a lo largo del tiempo y por lo tanto garantiza la rentabilidad. La Confiabilidad del Talento Humano es la estrategia clave para gestionar la información y tomar las decisiones más acertadas. El desarrollo del Talento Humano, es por tanto el elemento indispensable para incrementar la Confiabilidad de los Activos.

2.1.2.1.1 Gestión del Talento Humano

Existen múltiples y variadas definiciones en torno a la competencia laboral. Un concepto generalmente aceptado, la establece como una capacidad efectiva para llevar a cabo exitosamente una actividad laboral plenamente identificada. La competencia laboral no es una probabilidad de éxito en la ejecución del trabajo, es una capacidad real y demostrada. (Chiavenato, 2001). Las competencias son todas aquellas características personales (conocimientos, destrezas, capacidades, etc.) que distinguen a los mejores individuos en la distribución del rendimiento laboral y que son expresadas en el saber, el hacer y el saber hacer, estas características se pueden agrupar en forma de una pirámide, (Figura 3).

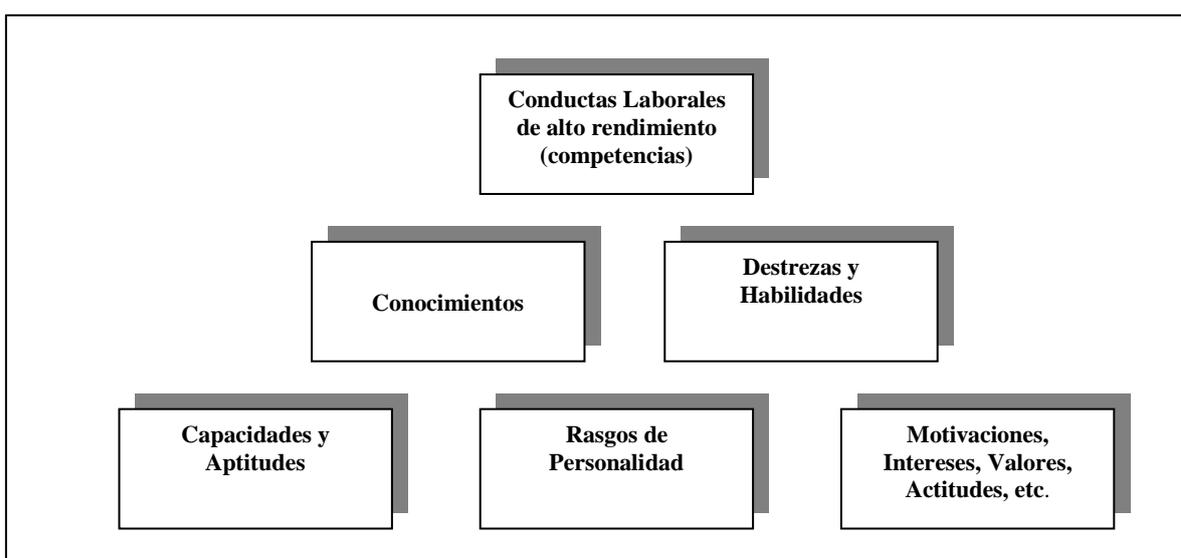


Figura 3: Pirámide de las Competencias
(Mertens, 1997)

Las competencias deben estar asociadas con la estrategia para poder generar ventaja competitiva (característica que permite estar mejor que el resto y que es difícil de copiar a corto plazo) y diferenciar a las organizaciones en un mercado cambiante y globalizado, estrategias como productividad, gestión de recursos humanos, mejoramiento de la calidad, reducción de costos, etc. El desarrollo de las competencias laborales amplía las oportunidades de superación, progreso personal y profesional de los trabajadores.

La competitividad es la capacidad para identificar oportunamente cambios en las necesidades y expectativas del cliente, y dar las respuestas concretas cada vez a mayor velocidad. Es un proceso continuo, que se logra atacando frentes tecnológicos, recursos humanos, inversión, compromiso, actitud, entre otros.

2.1.2.1.2 Estrategias de Confiabilidad Humana

Los procesos soportados en las herramientas de la Confiabilidad Operacional, son la base de las estrategias que se generan para alcanzar la excelencia en las actividades industriales. Las estrategias vitales para el mejoramiento de la Confiabilidad Humana, son las cuatro siguientes, mostradas en la Figura 4.



Figura 4: Confiabilidad Humana
(Cáceres, 2004).

2.1.2.1.3 Definición de las Estrategias

Las empresas exitosas obtienen ventajas competitivas sin usar las listas de reglas establecidas y el enfoque de reducción de opciones. Por el contrario, adoptan conductas que desafían el sentido común, que toman por sorpresa al mercado y al competidor. Estas compañías parecen contar con opciones no consideradas, o inicialmente desechadas por otros. Para definir nuevas estrategias se deben considerar los siguientes elementos. (Sotuyo, 2001):

- La Estrategia Global de la Empresa
- Los Objetivos Estratégicos Competitivos
- Los Procesos de Decisión
- La Criticidad de la Planta
- El Análisis Funcional de los Activos
- Las Nuevas Tendencias del Mantenimiento
- Los Indicadores Claves de Desempeño

Dentro de las principales estrategias a usar en un sistema de mantenimiento con enfoque proactivo, se consideran:

- Fomentar el Trabajo en Equipo
- Desarrollar Integralmente el Talento Humano
- Construir una Nueva Cultura de Confiabilidad
- Aplicar Herramientas de Confiabilidad Operacional
- Proyectar la función del Mantenimiento para la Productividad
- Establecer panoramas de Riesgo y de Protección del Medio Ambiente
- Utilizar Procesos de Innovación y Reingeniería del Mantenimiento
- Gestionar en forma óptima la Información del Mantenimiento

2.1.2.1.4 Estrategias de Confiabilidad Operacional

Existen diferentes estrategias de la Confiabilidad Operacional para mejorar los procesos y actividades del mantenimiento, las cuatro esenciales de soporte para la Confiabilidad de los Activos, se muestran en la Figura 5.



Figura 5: Confiabilidad Operacional
(Sotuyo, 2001)

- **El Mantenimiento Basado en Condición (CBM)**

Se lleva a cabo con base en el estado determinado de los activos, que se establece vigilando los parámetros claves de operación. Para poder medir estas condiciones se utilizan técnicas de análisis y diagnóstico muy amplio y pruebas no destructivas.

- **El Mantenimiento Productivo Total (TPM)**

Es un moderno sistema gerencial de soporte al progreso industrial, que permite con la participación activa de toda la organización tener equipos de producción siempre listos. Su metodología, soportada por múltiples técnicas de gestión, las teorías de la Calidad Total y del Kaizen Japonés, establece las prácticas adecuadas para mejorar la productividad, la rentabilidad y la competitividad empresarial.

- **El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)**

Es un enfoque sistemático para diseñar planes que eleven la Confiabilidad Operacional de los equipos con un mínimo costo y riesgo; para lo cual combina técnicas de PM (Mantenimiento Planeado), PdM (Mantenimiento Predictivo) y PrM (Mantenimiento Preventivo), mediante acciones justificadas de manera técnica y

económica. El objetivo primario del RCM es conservar la función de sistema, antes que la función del activo.

- **La Optimización del Mantenimiento Planeado (PMO)**

Es una metodología diseñada para revisar los requerimientos de mantenimiento, el historial de las fallas y la información técnica de todos los activos en operación. La PMO facilita el diseño de un marco de trabajo racional, rentable, seguro y eficiente, cuando un sistema de Mantenimiento Preventivo se encuentra consolidado y la planta se tiene bajo control. La fuerza fundamental de la PMO se basa en que las acciones de mantenimiento tienen valor agregado, y que el sistema genera mejoras en muchos aspectos de la gestión de activos de la empresa, aparte del Análisis de Confiabilidad.

2.1.2.1.5 Optimización de los Activos

La “*Gestión de Activos*” (Améndola, 2002) se define como el juego de disciplinas, procedimientos y herramientas esenciales para optimizar el impacto total de los costos, exposición al riesgo y desempeño Humano en la Vida del Negocio, asociado con la Confiabilidad, Disponibilidad, Usabilidad, Mantenibilidad, Longevidad, Eficiencia y regulaciones de cumplimiento de la Seguridad y el Medio Ambiente, de los activos totales de la compañía.

Se deben definir las máquinas, los equipos e instrumental, con los repuestos necesarios para ejecutar las tareas. La Ingeniería de la Confiabilidad se destaca como el marco en el cual conviven las metodologías necesarias para la optimización de los activos.

Dentro de la optimización de los activos físicos de la empresa (Sotuyo, 2001) se debe considerar lo siguiente:

- Definir las máquinas y las herramientas

- Adquirir repuestos y materiales esenciales
- Determinar criticidad, accesibilidad, usabilidad, tiempo de reposición, costo y demanda
- Índices de rotación de repuestos estratégicos
- Aprovechamiento económico óptimo

Son múltiples las herramientas que usa la Gestión de Activos para alcanzar la excelencia, las más usadas para generar estrategias vitales en el mejoramiento de la Confiabilidad Operacional, se muestran en la Figura 6, y se definen a continuación.

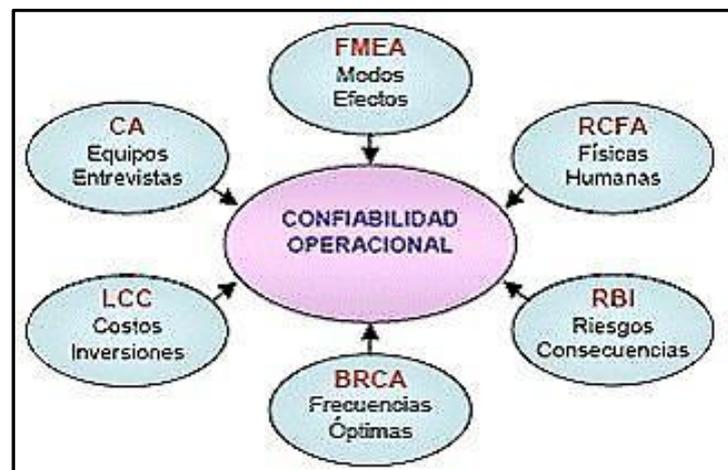


Figura 6: Herramientas para la gestión de activos
(Sotuyo, 2001)

- **Análisis de Criticidad (CA)**

Es una técnica que permite jerarquizar instalaciones, sistemas y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones.

- **Análisis de Modos y Efectos de Falla (FMEA)**

Es una metodología que permite determinar los modos de falla de los componentes de un sistema, el impacto y la frecuencia con que se presentan.

- **Análisis Causa Raíz (RCFA)**

Es un procedimiento sistemático que se aplica con el objetivo de precisar las causas que originan las fallas, sus impactos y sus frecuencias de aparición, para poder mitigarlas o eliminarlas.

- **Inspección Basada en Riesgos (RBI)**

Es la técnica que permite definir la probabilidad de falla de un sistema, y las consecuencias que las fallas pueden generar sobre la gente, el proceso y el entorno.

- **Análisis Costo - Riesgo - Beneficio (BRCA)**

Es una metodología que permite establecer una combinación óptima entre los costos de realizar una actividad y los beneficios generados, con base en el valor del riesgo que involucra la realización, o no, de tal acción.

- **Análisis del Costo del Ciclo de Vida (LCC)**

Es una técnica que permite elegir entre opciones de inversión o acciones de mejora de la confiabilidad con base en su efecto en el costo total del ciclo de vida de un activo nuevo o en servicio.

El éxito de la implementación de un sistema de *Optimización de Activos* radica en adaptar un *Modelo de Confiabilidad* de acuerdo con las necesidades particulares y el estado del mantenimiento de cada empresa. Se debe optimizar el plan de mantenimiento con base en los *Análisis de Confiabilidad*, para minimizar las fallas imprevistas de las máquinas en los procesos productivos, y reducir al máximo el reemplazo de equipos; lo cual se traduce en disminución real de los costos de producción, con el consiguiente aumento de la competitividad de la empresa.

2.1.2.2 Excelencia Empresarial

Las modernas prácticas de *Gestión de Activos y Confiabilidad Operacional* son las estrategias centrales de las empresas enfocadas en alcanzar la competitividad internacional.

La Figura 7, muestra la *Pirámide Tecnológica* para desarrollar procesos de *Optimización Integral del Mantenimiento* en busca de la *Excelencia Empresarial*; donde se parte de la cúspide de la pirámide tradicional, que se toma como base de la estrategia global de las empresas de *Clase Mundial*, para ir de lo general a lo específico.

La *Gestión de Activos*, como proceso global a través del cual se agrega valor a la compañía. Para conseguir los resultados deseables sobre los activos de la organización, se debe crear conciencia del trabajo en equipo dentro de *la Cultura de la Confiabilidad*.

La *Confiabilidad Operacional* se fundamenta sobre una aproximación de sentido común, en busca de la *Excelencia Empresarial*.



Figura 7: Pirámide tecnológica para la Optimización Integral del Mantenimiento
(Sotuyo, 2001)

La clave del proceso radica en el empeño personal de todos los empleados, que supone un mayor sentido de pertenencia e involucramiento con la misión de la compañía.

La *Confiabilidad Humana* implica grandes transformaciones en la organización, exige una cultura del desafío y el cambio de muchos procesos administrativos.

La *Gestión del Conocimiento* es la gran oportunidad de hoy para transformar las organizaciones, se debe por tanto convertir las empresas en entornos agradables de trabajo. En últimas se debe “humanizar la organización” como requisito número uno para alcanzar el éxito.

La *Excelencia Empresarial* depende de organizaciones innovadoras, orientadas por políticas que impulsen la gestión del conocimiento. El reto de hoy es construir empresas basadas en el conocimiento, apoyadas en tecnologías de punta, con elevado nivel de aprendizaje e innovación, proactivas y futuristas, y dirigidas hacia la excelencia.

2.2 MANTENIMIENTO CON UN ENFOQUE EN PROCESOS

Los resultados deseados son alcanzados más eficientemente, cuando las actividades y recursos relacionados se los administra como un proceso, de esta manera se debe entender al proceso como: “El conjunto de actividades interdependientes, que haciendo uso de los recursos e insumos que dispone la organización, se le agrega valor, para obtener finalmente un resultado o producto esperado por el cliente interno o externo” (Grupo Novatech, 2012). Estos procesos deben ser controlados para asegurar que generen de manera continua, resultados previsibles y satisfactorios, para lo cual es indispensable asignar los propósitos, objetivos, indicadores cuantitativos, responsables, y un procedimiento operativo.

De entre los Principios de Gestión de Calidad, uno de los que implican mayores cambios respecto a la clásica configuración de los sistemas de aseguramiento de la calidad, es precisamente el principio de “enfoque basado en procesos”.

2.2.1 EL ENFOQUE BASADO EN PROCESOS

El enfoque basado en procesos (Sexto, 2005) exige una orientación consciente hacia el mejoramiento. La insistencia en el cumplimiento de planes productivos (producción en sentido amplio: desde bienes materiales hasta ideas), sin el análisis pertinente, favorece la aparición de procesos fuera de control ya que no

considera las limitaciones inherentes al proceso mismo, y por tanto genera *ineficiencia e ineficacia* y la correspondiente ausencia de calidad. Con el enfoque basado en el cumplimiento de metas es una consecuencia natural derivada de la evaluación objetiva de los diferentes procesos que pueden estar identificados en una organización y que son factibles de planificar, controlar y mejorar y, por lo tanto, de medirse y conocer su real capacidad.

En la norma de requisitos de un sistema de gestión de la calidad **ISO 9001** (Figura 8), se define *proceso* como “conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman entradas en salidas” (Norma ISO 9001:2000). Aquí se considera vital la responsabilidad de la dirección y las acciones de medición y mejora del proceso, con vistas a la satisfacción de los requisitos del cliente, sea este externo o interno. Importante es subrayar que bajo este concepto, se entiende por *producto* al resultado de un proceso, es decir, a las salidas.

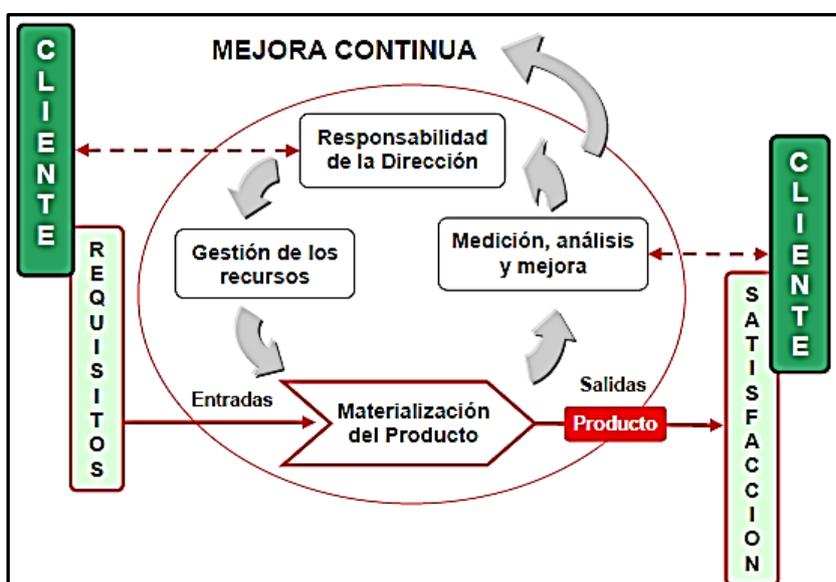


Figura 8: Enfoque basado en procesos
(Norma ISO 9001:2000)

Dentro de la clasificación convencional de los procesos se encuentran los estratégicos, los fundamentales o claves y los denominados de soporte o de apoyo. Los primeros son aquellos que proporcionan directrices al resto de procesos y generalmente son establecidos por la alta dirección u organismos

superiores; aquellos fundamentales son los esenciales relacionados con el cumplimiento de la misión de la organización y son los que crean valor para los clientes y demás partes interesadas. Por último, se encuentran los de soporte, que dan apoyo y actúan como facilitadores de los procesos fundamentales.

Una vez identificados los diferentes procesos, estos pueden representarse en un mapa de procesos, donde quedaran reflejados gráficamente y visiblemente las interacciones existentes entre los mismos y podrá observarse si su secuencia es la mejor o existen procesos (o partes de él) que no agregan valor.

Mientras mayor sea la capacidad del proceso para cumplir con los objetivos y metas deseados, más eficaz será. Los recursos son parte del precio para cumplir con los objetivos y metas deseadas, cuanto menor sea la cantidad de recursos necesarios para lograr unos resultados particulares, más eficiente será el proceso.

Todas las actividades de una organización pueden encaminarse como una cadena de proveedores y clientes. Considerando la máxima enunciada por Ishikawa de que “el proceso siguiente es su cliente”. De modo que puede aportar las entradas a otro proceso (ser proveedor) y a la vez, ser cliente del proceso anterior.

2.2.2 OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS

La persona responsable del proceso debe asumir la total responsabilidad, asegurando su eficacia y eficiencia de forma estable y mantener la interrelación con los demás procesos, es el encargado de gestionar los resultados medidos de dicho proceso con la intención de mejorarlo continuamente. Además debe vigilar que el proceso esté adecuadamente documentado con los controles y medidas necesarias, y que la información sea distribuida a las personas indicadas. (Grupo Novatech, 2012). El resultado de manejar apropiadamente los procesos es tener:

- *Procesos Eficientes:* Utilización de mínimos recursos.
- *Procesos Eficaces:* Logro de los resultados esperados.

- *Procesos Efectivos:* Utilización de mínimos recursos y logro de resultados esperados.
- *Procesos Adaptables:* Capacidad de adaptación a clientes cambiantes y necesidades de la empresa.

Al resultado de un proceso se lo conoce como producto, el mismo que busca la satisfacción de una necesidad esperada por el cliente, a través de un bien, cuando el producto es tangible, o un servicio, cuando el producto es intangible. (Grupo Novatech, 2012).

La productividad, como se puede apreciar en la Figura 9, es la relación que existe entre los insumos de una organización y los productos o servicios finales que se llevan al mercado, mejorándola en la medida que se identifican y se emplean menos canales para utilizar menor cantidad de recursos, y obtener los mismos resultados; o dicho de otra manera, que con igual cantidad de recursos se consigan productos o servicios mejores y de mayor calidad. (Werthe & Davis, 2009)

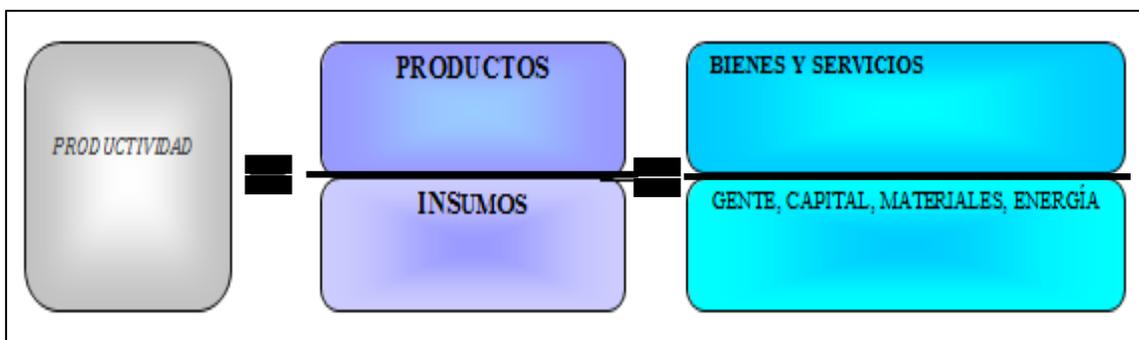


Figura 9: Productividad: relación entre dos factores
(Werthe & Davis, 2009)

Con el mejoramiento de la productividad, los administradores pueden reducir costos, evitar el desperdicio de recursos escasos y aumentar las utilidades. Un nivel más alto de utilidades permite que la organización proporcione mejores niveles salariales, así como también ofrecer condiciones laborales de más alta calidad; requisitos necesarios para formar parte de un entorno comercial, donde varias organizaciones compiten entre sí.

2.2.3 MANTENIMIENTO

Desde que la mente humana empezó a desarrollar su creatividad y principalmente a materializarla, contamos con la necesidad de que esa idea hecha realidad se mantenga, y conserve para que así se pueda cumplir con el objeto con la que se inventó y fabricó.

Por tanto en el transcurso de la presente investigación se observa la presencia intrínseca del mantenimiento en todo caso de nuestra vida cotidiana, comenzando desde las ideas profundas hasta las maquinas más inteligentes necesitan de un plan de organización y funcionamiento para su eficaz desempeño.

La actividad de mantenimiento es tan antigua como la humanidad, pues desde el principio el hombre debió realizar las bases del mantenimiento de su medio ambiente, que le garantice la supervivencia. El desarrollo cronológico de esta actividad está íntimamente relacionado con el desarrollo de la sociedad desde el punto de vista industrial.

- **Concepto de mantenimiento**

Mantenimiento es el conjunto de medidas, procedimientos y normas que se aplican en el campo real de la producción industrial, con el objeto de obtener el máximo rendimiento operacional del equipo, durante el mayor tiempo de servicio, manteniendo constante la calidad del producto sin alterar los costos, tendiendo siempre a contribuir a una producción económica sin defectos, permitiendo que el operador pueda concentrar su atención en la productividad antes que la conservación del equipo. (Mendizabal, 2010)

- **Finalidad del Mantenimiento**

Conservar la planta industrial con el equipo, los edificios, los servicios y las instalaciones en condiciones de cumplir con la función para la cual fueron proyectados con la capacidad y la calidad especificadas, pudiendo ser utilizados en condiciones de seguridad y economía de acuerdo a un nivel de ocupación y a un programa de uso definidos por los requerimientos de Producción.

2.2.3.1 Tipos de mantenimiento

- **Mantenimiento Correctivo**

Comprende el que se lleva a cabo con el fin de corregir (reparar) una falla en el equipo. Se clasifica en:

- **Mantenimiento Correctivo No planificado**

Es el mantenimiento de emergencia (reparación de roturas). Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).

- **Mantenimiento Correctivo Planificado**

Se sabe con antelación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuestos y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

- **Mantenimiento Preventivo Indirecto**

Cubre todo el mantenimiento programado que se realiza con el fin de:

Prevenir la ocurrencia de fallas. Se conoce como Mantenimiento Preventivo Indirecto o Periódico -FTM (FISE Time Maintenance) por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo. Se basa en la Confiabilidad de los Equipos

(MTTF) sin considerar las peculiaridades de una instalación dada. Ejemplos: limpieza, lubricación, recambios programados.

Detectar las fallas antes de que se desarrollen en una rotura u otras interferencias en producción. Está basado en inspecciones, medidas y control del nivel de condición de los equipos. También conocido como Mantenimiento Predictivo, Preventivo Indirecto o Mantenimiento por Condición -CBM (Condition Based Maintenance).

- **Mantenimiento Preventivo Directo**

A diferencia del Mantenimiento Preventivo Indirecto, que asume que los equipos e instalaciones siguen cierta clase de comportamiento estadístico, el Mantenimiento Preventivo Directo verifica muy de cerca la operación de cada máquina operando en su entorno real. Sus beneficios son difíciles de cuantificar ya que no se dispone de métodos tipo para el cálculo de los beneficios o del valor derivado de su aplicación.

- **Mantenimiento de Mejora (DOM)**

Consiste en modificaciones o agregados que se pueden hacer a los equipos, si ello constituye una ventaja técnica y/o económica y si permiten reducir, simplificar o eliminar operaciones de mantenimiento.

- **Mantenimiento de Oportunidad**

Aprovechando la parada de los equipos por otros motivos y según la oportunidad calculada sobre bases estadísticas, técnicas y económicas, se procede a un mantenimiento programado de algunos componentes predeterminados de aquellos.

- **Control de Condición o Mantenimiento Predictivo**

Es la medida e interpretación periódica o continua de un componente para determinar las condiciones de funcionamiento y la necesidad de mantenimiento de los equipos. El control del nivel de condición de los equipos puede ser subjetivo (basado en los sentidos) y objetivo (mediante medidas periódicas o continuas de uno o varios parámetros). Entre estas últimas, se destacan análisis de vibraciones (equipos rotativos), análisis de aceites (detección de partículas metálicas residuales), medidas de pulsos de choque (rodamientos), termografía (detección de "zonas calientes" en planta), y varias técnicas de ensayos no destructivos (ultrasonido, rayos X) para ubicar fisuras, fallas etc.

2.2.4 CALIDAD EN LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO

Lo importante no es mantener en funcionamiento el equipo (se supone que es altamente fiable gracias a otros pilares). Se trata de mantener los más altos estándares de calidad del producto controlando las condiciones de los elementos y sistemas de la maquinaria

- **Principios del Mantenimiento de Calidad**

Los principios en que se fundamenta el Mantenimiento de Calidad son:

- Clasificación de los defectos e identificación de las circunstancias en que se presentan, frecuencia y efectos.
- Realizar un análisis en el Mantenimiento Preventivo para identificar los factores del equipo que generan los defectos de calidad.
- Establecer valores estándar para las características de los factores del equipo y valorar los resultados a través de un proceso de medición.
- Establecer un sistema de inspección periódico de las características críticas.
- Preparar matrices o planes de mantenimiento y valorar periódicamente los estándares.

2.3 TEORÍAS APLICADAS A LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

2.3.1 MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM)

El RCM o Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad reconoce que el mantenimiento no puede hacer más que asegurar que los elementos físicos continúan consiguiendo su capacidad incorporada, confiabilidad inherente.

La función determinada de cualquier equipo puede definirse de muchas formas dependiendo exactamente de donde y como se esté usando (el contexto operacional).

Como resultado de esto, cualquier intento de formular o revisar las políticas de mantenimiento deberían comenzar con las funciones y los estándares de funcionamiento asociados a cada elemento en su contexto operacional presente.

Una definición más amplia de RCM podría ser “un proceso que se usa para determinar lo que debe hacerse para asegurar que un elemento físico continúe desempeñado las funciones deseadas en su contexto operacional presente”. (Pérez, 2008).

El RCM, se desarrolló originalmente para reunir los programas de mantenimiento para los nuevos tipos de aviones antes de que estos entraran en servicio. Como resultado de ello, es apropiado para el desarrollo de los programas de mantenimiento para los nuevos equipos de todo tipo, especialmente equipos complejos para los que no se tiene casi o ninguna información. Si el RCM se usa correctamente para volver a evaluar los requisitos de mantenimientos de los equipos existentes, transformara ambos requisitos y la forma en que se percibe la función del mantenimiento como operación total. El resultado es un mantenimiento menos costoso, más armonioso y más eficaz.

2.3.1.2 Fallas Funcionales

Una vez que las funciones y los estándares de funcionamiento de cada equipo se hayan definido, el paso siguiente es identificar como puede fallar cada elemento en la realización de sus funciones. Esto lleva al concepto de una falla funcional, que se define como la incapacidad de un elemento o componente de un equipo para satisfacer un estándar de funcionamiento deseado.

- **Modos de Falla (Causas de Falla)**

El paso siguiente es tratar de identificar los modos de falla que tiene más posibilidad de causar la pérdida de una función. Esto permite comprender exactamente qué es lo que se puede que se esté tratando de prevenir.

Cuando se está realizando este paso, es importante identificar cual es la causa origen de cada falla. Esto asegura que no se malgaste el tiempo y el esfuerzo tratando los síntomas en lugar de las causas. Al mismo tiempo, cada modo de falla debe ser considerado en el nivel más apropiado, para asegurar que no se malgaste demasiado tiempo en el análisis de falla en sí mismo.

- **Efectos de las Fallas**

Cuando se identifica cada modo de falla, los efectos de las fallas también deben registrarse (en otras palabras, lo que pasaría si ocurrieran). Este paso permite decidir la importancia de cada falla y por lo tanto qué nivel de mantenimiento (si lo hubiera) sería necesario.

El proceso de contestar solo a las cuatro primeras preguntas produce oportunidades sorprendentes y a menudo muy importante de mejorar el funcionamiento y la seguridad, y también de eliminar errores, también mejora enormemente los niveles generales de comprensión acerca del funcionamiento de los equipos.

- **Consecuencias de las Fallas**

Una vez que se hayan determinado las funciones, las fallas funcionales, los modos de falla y los efectos de los mismos en cada elemento significativo, el próximo paso en el proceso del RCM es preguntar cómo y (cuanto) importa cada falla. La razón de esto es porque las consecuencias de cada falla dicen si se necesita tratar de prevenirlos. Si las respuestas son positivas, también sugieren con qué esfuerzo debemos tratar de encontrar las fallas.

2.3.1.3 Los beneficios a conseguir por RCM

El RCM ha sido usado por una amplia variedad de industrias durante los últimos diez años. Cuando se aplica correctamente produce los beneficios siguientes:

1) Mayor seguridad y protección del entorno, debido a:

- La revisión sistemática de las consecuencias de cada falla antes de considerar la cuestión operacional.
- Claras estrategias para prevenir los modos de falla que puedan afectar a la seguridad, y para las acciones “a falta de” que deban tomarse si no se pueden encontrar tareas sistemáticas apropiadas.
- Menos fallas causados por un mantenimiento innecesario.

2) Mayor control de los costos del mantenimiento, debido a:

- Menor mantenimiento rutinario innecesario.
- Unas políticas de funcionamiento más claras, especialmente en cuanto a los equipos de reserva.
- Menor necesidad de usar personal experto caro porque todo el personal tiene mejor conocimiento de las plantas.
- Pautas más claras para la adquisición de nueva tecnología de mantenimiento, tal como equipos de monitorización de la condición (“condition monitoring”)
- Más larga vida útil de los equipos, debido al aumento del uso de las técnicas de mantenimiento “a condición”.

Si el RCM se usa correctamente para volver a evaluar los requisitos de mantenimientos de los equipos existentes, transformara ambos requisitos y la forma en que se percibe la función del mantenimiento como operación total. El resultado es un mantenimiento menos costoso, más armonioso y más eficaz.

2.3.2 TPM – MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

El TPM (Mantenimiento Productivo Total) surgió en Japón gracias a los esfuerzos del Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) como un sistema destinado a lograr la eliminación de las seis grandes pérdidas de los equipos, a los efectos de poder hacer factible la producción “Just in Time”, la cual tiene como objetivos primordiales la eliminación sistemática de desperdicios. (Lefcovich, 2010)

Estas seis grandes pérdidas se hallan directa o indirectamente relacionadas con los equipos dando lugar a reducciones en la eficiencia del sistema productivo en tres aspectos fundamentales:

- Tiempos muertos o paro del sistema productivo.
- Funcionamiento a velocidad inferior a la capacidad de los equipos.
- Productos defectuosos o malfuncionamiento de las operaciones en un equipo.

El TPM es en la actualidad uno de los sistemas fundamentales para lograr la *eficiencia total*, en base a la cual es factible alcanzar la *competitividad total*. La tendencia actual a mejorar cada vez más la competitividad supone elevar a un grado máximo la eficiencia en calidad, tiempo y coste de la producción e involucra a la empresa en el TPM (Mantenimiento Productivo Total) conjuntamente con el TQM (Gestión de la Calidad Total).

2.3.2.1 Actividades fundamentales del TPM

El resultado final que se persigue con la implementación del Mantenimiento Productivo Total es lograr un conjunto de equipos e instalaciones productivas más eficaces, una reducción de las inversiones necesarias en ellos y un aumento de la flexibilidad del sistema productivo. Las actividades fundamentales a realizar durante la aplicación del Mantenimiento Productivo Total TPM son:

- **Mantenimiento Autónomo**

Comprende la participación activa por parte de los operarios en el proceso de prevención a los efectos de evitar averías y deterioros en las máquinas y equipos. Tiene especial trascendencia la aplicación práctica de las *Cinco "S"*. Una característica básica del TPM es que son los propios operarios de producción quienes llevan a término el *mantenimiento autónomo*, también denominado *mantenimiento de primer nivel*. Algunas de las tareas fundamentales son: limpieza, inspección, lubricación, aprietes y ajustes.

- **Aumento de la efectividad del equipo mediante la eliminación de averías y fallos**

Se realiza mediante medidas de prevención vía rediseño-mejora o establecimiento de pautas para que no ocurran.

- **Mantenimiento Planificado**

Implica generar un programa de mantenimiento por parte del departamento de mantenimiento. Constituye el conjunto sistemático de actividades programadas a los efectos de acercar progresivamente la planta productiva a los objetivos de: cero averías, cero defectos, cero despilfarros, cero accidentes y cero

contaminaciones. Este conjunto de labores serán ejecutadas por personal especializado en mantenimiento.

- **Prevención de Mantenimiento**

Mediante los desarrollo de ingeniería de los equipos, con el objetivo de reducir las probabilidades de averías, facilitar y reducir los costos de mantenimientos. Se trata pues de optimizar la gestión del mantenimiento de los equipos desde la concepción y diseño de los mismos, tratando de detectar los errores y problemas de funcionamiento que puedan producirse como consecuencia de fallos de concepción, diseño, desarrollo y construcción del equipo, instalación y pruebas del mismo hasta que se consiga el establecimiento de su operación normal con producción regular. El objetivo es lograr un equipo de fácil operación y mantenimiento, así como la reducción del período entre la fase de diseño y la operación estable del equipo y la elevación en los niveles de fiabilidad, economía y seguridad, reduciendo los niveles y riesgos de contaminación.

- **Mantenimiento Predictivo**

Consistente en la detección y diagnóstico de averías antes de que se produzcan. De tal forma pueden programarse los paros para reparaciones en los momentos oportunos. La filosofía de este tipo de mantenimiento se basa en que normalmente las averías no aparecen de repente, sino que tienen una evolución. Así pues el Mantenimiento Predictivo se basa en detectar estos defectos con antelación para corregirlos y evitar paros no programados, averías importantes y accidentes. Entre los beneficios de su aplicación tenemos: a) Reducción de paros; b) Ahorro en los costos de mantenimiento; c) Alargamiento de vida de los equipos; d) Reducción de daños provocados por averías; e) Reducción en el número de accidentes; f) Más eficiencia y calidad en el funcionamiento de la planta; g) Mejoras de relaciones con los clientes, al disminuir o eliminar los retrasos. Entre las tecnologías utilizadas para el monitoreo predictivo tenemos: a) análisis de vibraciones; b) análisis de muestras de lubricantes; c) termografía; y, d) Análisis de las respuestas acústicas.

2.3.3 CONFIABILIDAD, MANTENIBILIDAD Y DISPONIBILIDAD

La disponibilidad es la probabilidad de que un activo realice la función asignada cuando se requiere de ella. La disponibilidad depende de cuán frecuente se producen los fallos (confiabilidad) y de cuánto tiempo se requiere para corregir el fallo (Mantenibilidad). De modo que la Mantenibilidad queda definida como la probabilidad de que un activo (o conjunto de activos) en fallo, sea restaurado a su estado operativo, dentro de un tiempo determinado, cuando la acción de corrección se efectúa acorde a los procedimientos establecidos por la empresa. Se observa en la figura 10, que determinado grado de disponibilidad será el resultado del comportamiento de la confiabilidad y Mantenibilidad del activo. ¿Convendrá invertir en mejorar la confiabilidad o la Mantenibilidad para lograr un objetivo de disponibilidad?



Figura 10: La Disponibilidad como resultado de la Confiabilidad y la Mantenibilidad
(Sexto, 2005)

Las fórmulas de la confiabilidad formales consideran suposiciones que no siempre resultan válidas para el análisis. Se puede observar como la disponibilidad, tanto intrínseca como operacional, depende de indicadores de confiabilidad y Mantenibilidad. Es preciso definir de forma transparente cuáles son las bases de cálculo que se establecen para determinar la disponibilidad. Pues se acostumbra a enunciar la disponibilidad sin especificar a cuál se está haciendo referencia y

cuáles criterios fueron asumidos. A continuación, las fórmulas generalmente aceptadas para determinar la disponibilidad.

$$D_i = \frac{TMEF}{TMEF + TMDR} \quad (1)$$

$$D_o = \frac{TMEF}{TMEF + TDP} \quad (2)$$

Dónde:

D_i = Disponibilidad intrínseca

D_o = Disponibilidad operacional

TMEF: Tiempo medio entre fallas (MTBF tiempo favorable)

TMDR: Tiempo medio entre reparación (MTTR tiempo desfavorable)

TDP: Tiempo de paro total (Down Time)

Preciso es reconocer que una reparación o una sustitución no tienen que necesariamente devolver al activo o sistema, a un nivel de confiabilidad igual o superior, al que tenía cuando nuevo. Existen diferentes estados en que pueden quedar un activo después de labore preventivas o correcciones. Estos estados son:

1. Tan bueno como nuevo
2. Mejor que antes de fallar, pero peor que nuevo
3. Mejor que nuevo
4. Tan malo como antes de fallar
5. Peor que antes de fallar

Corresponderá determinar objetivamente en que situación ha quedado el activo objeto de intervención, luego de haber restaurado nuevamente su función. De la seriedad de este análisis dependerá la evaluación de la confiabilidad en el contexto sin la creación de falsas expectativas de desempeño.

2.3.3.1 Relación entre Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad

Para aumentar la producción en una planta (Sexto, 2005) es indispensable que las tres disciplinas disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad se relacionen entre sí (Figura 11), de tal manera que:

Si se quiere aumentar la disponibilidad en una planta, sistema o equipo, se debe:

- Aumentar la confiabilidad, expresada por el TMEF (MTBF).
- Reducir el tiempo empleado en la reparación, expresado por el TMDR
- Aumentar el TMEF y reducir el TMDR simultáneamente.

Como la tasa de fallas expresa la relación entre el número de fallas y el tiempo total de operación del sistema o equipo, se puede expresar el TMEF (MTBF) como el inverso de la tasa de fallas λ , así que:

$$\text{MTBF} = m = 1 / \lambda \quad (3)$$

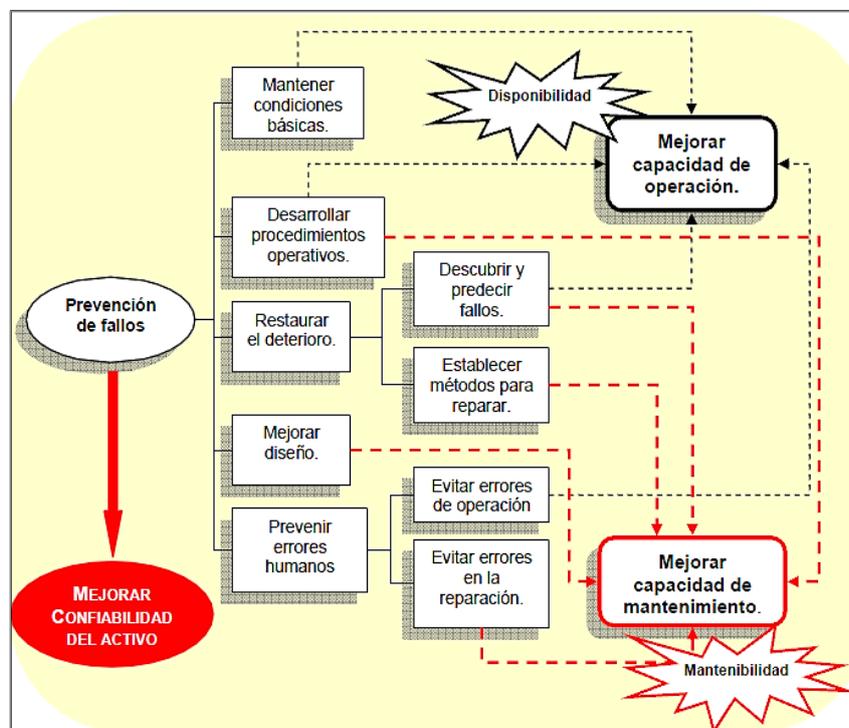


Figura 11: Relación entre Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad (Sexto, 2005)

2.3.3.2 Mejoras en Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad

Cuando se habla de confiabilidad se debe pensar en un concepto con un entramado de recursos y herramientas que permiten determinarla, predecirla y mejorarla. Es importante hacer notar, que se requiere cuantificar la confiabilidad del activo para poder evaluar si es necesario invertir en mejorarla o en mantenerla. No es posible el tratamiento integral de la confiabilidad de los activos si no se estudian las relaciones entre las diferentes variables que influyen en la confiabilidad intrínseca, la confiabilidad en el contexto real de operación, la confiabilidad humana y la gestión de la confiabilidad. Los costos de la confiabilidad se ven justificados porque reducen los costos por fallos y defectos crónicos que son, en una gran cantidad de casos, muy superiores a los costos de evaluación y prevención necesarios para reducir o eliminar las consecuencias de los primeros mencionados.

Es preciso considerar que existe una relación dialéctica entre Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad. Por ello, no siempre invertir en la confiabilidad del activo es lo mejor para obtener disponibilidad. Es recomendable considerar las posibilidades de mejorar también la Mantenibilidad. Por otra parte, en cuanto a los indicadores de confiabilidad, el incremento del TMEF (tiempo medio entre fallos) no significa un aumento proporcional de la fiabilidad del activo. Siendo relevante considerar que la probabilidad de supervivencia del activo (libre de fallos), para unas condiciones y un tiempo especificado, es un indicador que puede resultar de mayor utilidad para quienes operan y mantienen los activos de la empresa. En síntesis, mejorar la confiabilidad a través de una política integral sobre los activos resulta una decisión y una oportunidad de demostrar cuán eficaces y eficientes se puede llegar a ser

La evidencia abrumadora de la necesidad de una elevada confiabilidad en las funciones de los activos para producir y poder hablar de competitividad empresarial, es hoy un hecho innegable. Por ello, están dadas importantes condiciones objetivas para desterrar las viejas ideas y transitar hacia otros paradigmas. La confiabilidad debe incorporarse dentro de cada diseño y cada

proceso. No se puede crear mediante inspecciones, ni tampoco a través de pasivas declaraciones y buenos deseos. Si verdaderamente deseamos y necesitamos eficacia y eficiencia en el mantenimiento, entonces la confiabilidad integral de los activos, será parte implícita de la estrategia que se trace y se reflejará explícitamente en las tecnologías que se utilicen (Figura 12).

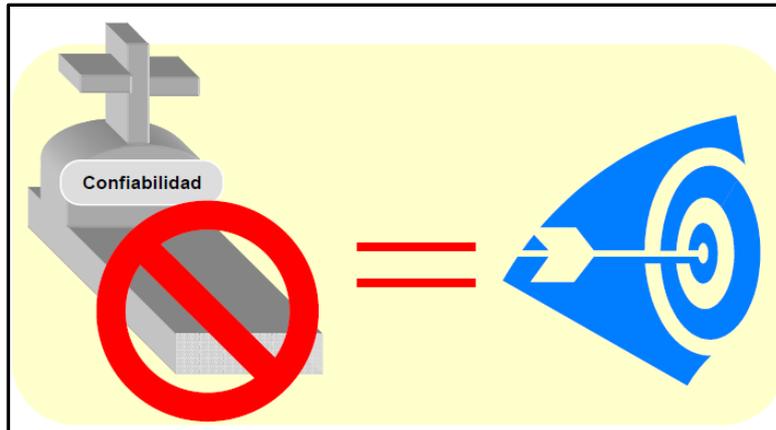


Figura 12: Desarrollar confiabilidad: una decisión certera
(Sexto, 2005)

2.3.3.3 Plan de Mejoras en Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad

El objetivo primario para realizar un plan de mejoras en la Confiabilidad, Disponibilidad y Mantenibilidad, generalmente debe incluir lo siguiente (Barabady, 2008):

- Identificar los sistemas, estructuras y componentes los cuales son potencialmente contribuidores a generar pérdidas o riesgos importantes e identificar aquellos quienes potencian las mejoras, es decir, incremento en confiabilidad, disponibilidad o mantenibilidad.
- Identificar todas las tendencias importantes en el desempeño de los procesos y sistemas, estructuras y componentes e identificar áreas de posibles mejoras.
- Consistentemente identificar las causas de los problemas y definir medidas de remediación efectivas las cuales eliminen o prevengan su recurrencia.

3. METODOLOGÍA

Este capítulo trata de la metodología aplicada en el proyecto que permite el planteamiento de la propuesta de mejora en base a los temas tratados en la fundamentación teórica del capítulo 2, y que se adapten al proceso en estudio.

3.1 DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Mediante la metodología utilizada, se realiza un análisis de la situación actual del proceso de mantenimiento, iniciando con el análisis de los procesos en el sistema de gestión que utiliza TANASA, que luego utilizando estrategias de confiabilidad, se define la propuesta de mejora.

3.1.1 ANÁLISIS DE LOS PROCESOS EN EL SISTEMA DE GESTIÓN

Dentro del Sistema de Gestión de TANASA, el primer gran elemento a describir es el mapa de procesos de Tabacalera Andina S. A. TANASA, donde se representa gráficamente todos los procesos involucrados en la gestión de la compañía.

3.1.1.1 Mapa de procesos de Tabacalera Andina S. A. - TANASA

Como indica la figura 13, el proceso de Ingeniería & Mantenimiento, es un proceso de apoyo hacia los demás procesos, dentro del cual está el subproceso de Mantenimiento de Procesos Productivos, que es el que da soporte técnico a los procesos productivos que se describen a continuación.

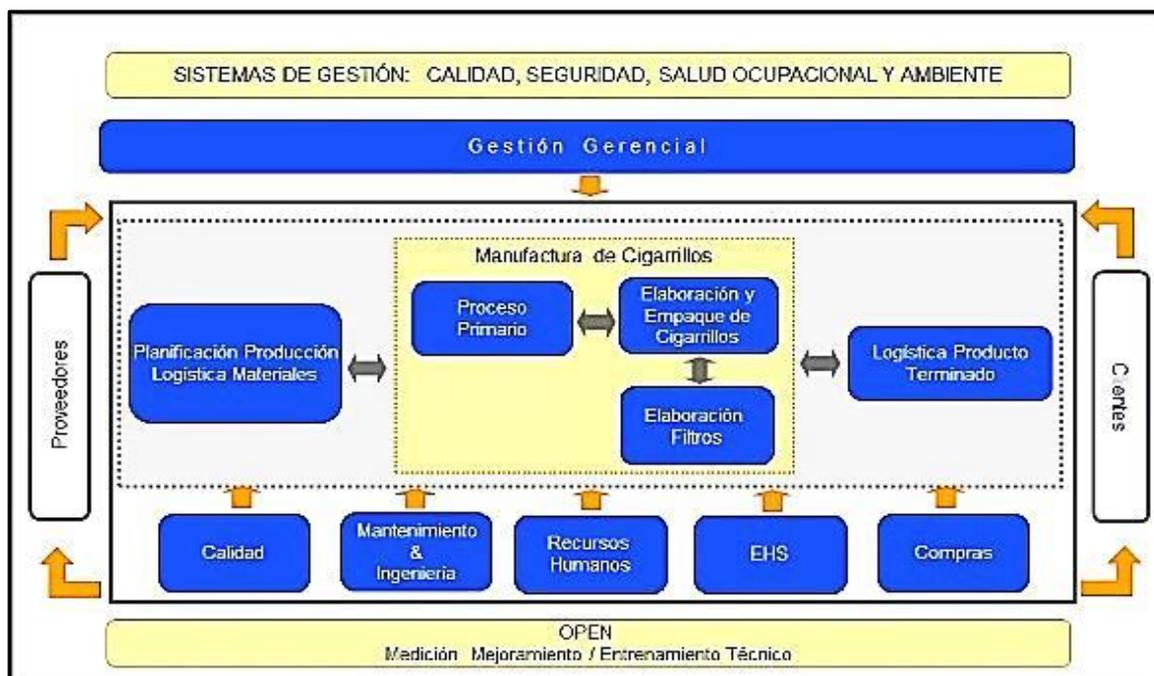


Figura 13: Mapa de procesos en el sistema de gestión de TANASA
(Fuente: Sistema Integrado de Gestión, TANASA 2013)

3.1.1.2 Procesos del Sistema de Gestión en TANASA

En TANASA, existen procesos estratégicos que son específicos de la gerencia, procesos productivos donde se encuentran todos los procesos que forman la cadena de producción para obtener el cigarrillo, y procesos de apoyo que realizan toda la gestión para que el producto final se fabricado bajo parámetros de calidad, seguridad, administración de recursos y que se describen a continuación, cada uno de ellos con sus objetivos principales:

A) PROCESOS ESTRATEGICOS

1. Gestión Gerencial

Objetivo: Definir los lineamientos para la gestión gerencial de los Sistemas de Gestión de Calidad, Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente de TANASA, en los siguientes aspectos:

- Política Integrada

- Visión de Operaciones
- Planificación Gerencial
- Revisión por la Dirección, Administración de Recursos y Mejora Continua

2. Sistema Integrado de Gestión

Objetivo: El Sistema de Gestión Integrado busca satisfacer las necesidades del cliente; garantizar, la disponibilidad del recurso humano libre de riesgos y sin enfermedades profesionales, proteger al ambiente y prevenir la contaminación.

B) PROCESOS PRODUCTIVOS

3. Proceso de Planificación de Producción y Logística de Materiales

Objetivo:

PLANIFICACIÓN: Supervisar y controlar la planificación y programación de la producción, los requerimientos de materia prima y el soporte logístico necesario a fin de garantizar la existencia de producto disponible para satisfacer los requerimientos de ventas domésticas y de exportación con los menores costos de Producto.

LOGÍSTICA DE MATERIALES: Asegurar la correcta recepción, almacenamiento y despacho a procesos de producción y subcontratación de Tabaco y Materiales, de acuerdo a las Políticas de PMI.

4. Proceso Primario

Objetivo: Fabricar hebra cumpliendo con los estándares de calidad establecidos por PMI durante todo el ciclo de fabricación con eficiencia y seguridad para las personas y protección al medio ambiente.

4. Proceso de Elaboración y Empaque de Cigarrillos

Objetivo: Elaborar y empaquetar cigarrillos cumpliendo con los estándares de calidad establecidos por PMI durante todo el ciclo de fabricación, con eficiencia y seguridad para las personas y protección al medio ambiente.

6. Proceso de Elaboración de Filtros

Objetivo: Elaborar las barras de Filtros cumpliendo con las especificaciones y requerimientos de PMI, y otros definidos por la Compañía, con eficiencia y seguridad para las personas y protección al medio ambiente.

7. Proceso de Logística de Producto Terminado

Objetivo: Asegurar el almacenamiento y abastecimiento de Producto Terminado a Proesa, de acuerdo a los requerimientos de cantidad, calidad, tiempo de entrega y lugar establecidos y de acuerdo a las políticas de PMI y al Sistema Integrado de Gestión.

C) PROCESOS DE APOYO

8. Aseguramiento de Calidad:

Objetivo: SUBPROCESOS: **MQA, PQA, VQA, AQA, Manejo de Especificaciones, Desarrollo de Muestras y Evaluación sensorial.**

- Garantizar la calidad de nuestros productos en cada etapa del proceso.
- Soportar a las áreas productivas en cumplimiento de métodos, especificaciones y Requisitos PMI.
- Vigilar por la satisfacción del cliente.

9. Mantenimiento & Ingeniería

Objetivo: Gestionar el proceso de Mantenimiento de los diferentes sistemas y procesos productivos de Operaciones, el cual contempla la planificación, implementación, seguimiento, evaluación y mejoramiento continuo en referencia a infraestructura, maquinaria y servicios de TANASA, considerando los criterios de las normas ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001;ofreciendo el mejor servicio de mantenimiento y soluciones de ingeniería para garantizar el funcionamiento efectivo y continuo de la maquinaria y procesos, con altos estándares de calidad, seguridad y cuidado del medio ambiente

10. Gestión de Recursos Humanos

Objetivo: Apoyar al desarrollo organizacional de Operaciones a través de subsistemas de Selección y Evaluación de Desempeño eficientes buscando la mejora continua para satisfacer las necesidades del cliente.

11. Seguridad, Salud Ocupacional y Ambiente

Objetivo:

- Garantizar la Seguridad y Salud Ocupacional de todo el personal en las condiciones de trabajo.
- Cuidado y protección del Ambiente y eficiente uso de los recursos naturales.
- Mantener la gestión de los sistemas integrados OSHAS 18001 e ISO 14001.

12. Gestión Compras

Objetivo: Garantizar la continuidad de los Procesos Productivos a través del aprovisionamiento de la materiales directos, Indirectos y servicios, indispensables para la fabricación de cigarrillos, en la calidad, cantidad y en el tiempo requeridos.

Los cuales se sustentan en lineamientos establecidos de mejora continua, denominado OPEN (Operations Perfomance and ENgagement Model)

13. OPEN

Este modelo incluye:

- Herramientas LEAN (Smed, 5s, respuesta rápida, ventanas de embarque, ayudas visuales).
- Mapa de Valor.
- Rewarding & recognition, comunicación.
- Medición y Mejoramiento: Acciones Correctivas, Preventivas y de Mejora (CAPAIAs /A3), Manejo de producto No Conforme- Situaciones Especiales, recuperación de Producto del Mercado, Gestión de Auditorías Internas, Manejo de Quejas de cliente, Medición de Satisfacción de cliente.
- Entrenamiento Técnico:
- RRHH: Seguimiento y medición de eficacia de entrenamiento.
- Procesos/Áreas: Identificación de necesidades de capacitación y recursos para entrenamiento (Quién, Cómo, Donde, Cuando).

3.1.1.3 Situación actual del Proceso de Mantenimiento & Ingeniería

Dentro del sistema de gestión, el Proceso de Mantenimiento & Ingeniería, se encuentra como proceso de apoyo hacia los diferentes procesos específicamente con el subproceso de Mantenimiento de Procesos Productivos, como son Proceso Primario, Proceso de Elaboración y Empaque de cigarrillos, y Proceso de Elaboración de Filtros, cuya Misión, Visión y Objetivo principal están definidos de la siguiente manera:

MISIÓN

“Ofrecer el mejor servicio de mantenimiento y soluciones de ingeniería para garantizar el funcionamiento efectivo y continuo de la maquinaria y procesos, con altos estándares de calidad, seguridad y cuidado del medio ambiente.”

VISIÓN

“Convertirnos en el mejor equipo de mantenimiento en América Latina a través de la aplicación de un mantenimiento de clase mundial para garantizar un rendimiento óptimo de la operación.”

OBJETIVO

“Gestionar el proceso de Mantenimiento de los diferentes sistemas y procesos productivos de Operaciones, el cual contempla la planificación, implementación, seguimiento, evaluación y mejoramiento continuo en referencia a infraestructura, maquinaria y servicios de TANASA, considerando los criterios de las normas ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001; ofreciendo el mejor servicio de mantenimiento y soluciones de ingeniería para garantizar el funcionamiento efectivo y continuo de la maquinaria y procesos, con altos estándares de calidad, seguridad y cuidado del medio ambiente”

Este proceso de mantenimiento está caracterizado en un procedimiento y sus principales elementos son: el objetivo y su diagrama del proceso (Figura 14).

Objetivo: “Describir el Proceso de Mantenimiento de los diferentes sistemas y procesos productivos de la Planta el cual contempla la Planificación, implementación, seguimiento, evaluación y mejoramiento continuo, en referencia a maquinaria productiva de TANASA, considerando los criterios de las normas ISO: 9.001:2000, 14.001:2004 y OHSAS 18:001:2007”

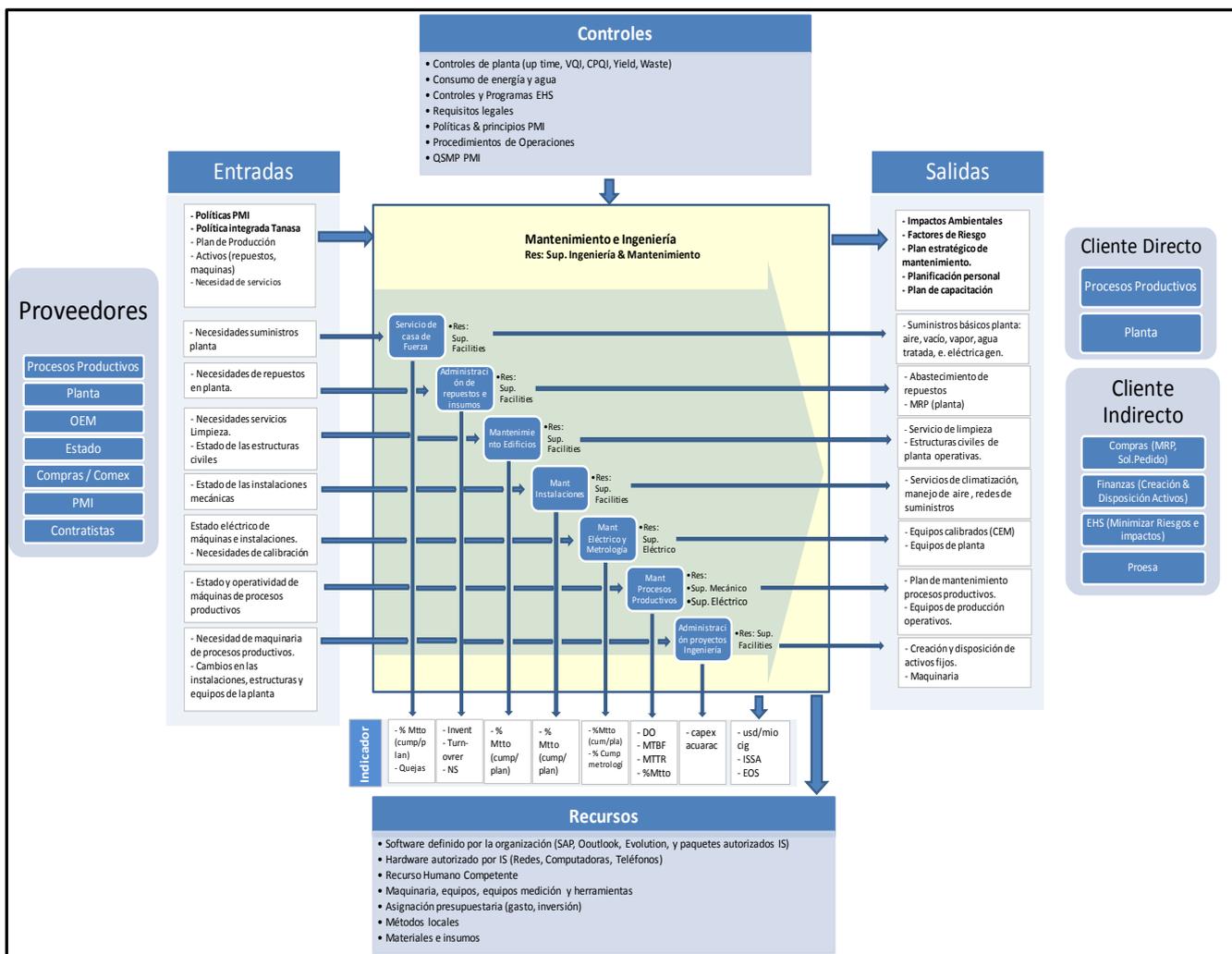


Figura 14: Diagrama del Proceso de Mantenimiento & Ingeniería

En base a estos parámetros, se puede indicar que: el proceso de Ingeniería & Mantenimiento es un proceso de apoyo de manera general, y el subproceso de Mantenimiento de Procesos Productivos es donde se va realizar la propuesta, específicamente para el proceso de Elaboración de Filtros.

3.2 ESTRATEGIAS DE CONFIABILIDAD

El objetivo de utilizar las estrategias de confiabilidad como método para aumentar la eficiencia y optimizar el coste del plan de mantenimiento de activos, es desarrollar un nuevo programa de mantenimiento óptimo para el proceso de Elaboración de Filtros, con un balance entre las gamas de mantenimiento correctivo, preventivo o predictivo. Previamente realizando un análisis cuantitativo de la gestión del mantenimiento.

Para efectivizarlo, se necesita utilizar varias herramientas o técnicas de confiabilidad, que en esta investigación se aplican a las máquinas elaboradoras de filtros, como son:

3.2.1 EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD (CA)

Al utilizar esta herramienta, permite jerarquizar instalaciones, sistemas y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones, para el caso del proceso de filtros es necesario encontrar la máquina que tiene un impacto negativo en cuanto a desperdicios, bajo up-time y alta ocurrencia en paros no programados.

3.2.1.1 Selección de los equipos críticos

La primera tarea es seleccionar los sistemas que serán incluidos en el análisis. La decisión dependerá del propósito del análisis y será documentada. Los criterios de selección podrían estar basados en los costes de mantenimiento, la potencial pérdida de producción en función de los tiempos de parada o incidentes relacionados con la seguridad y medioambiente.

Primeramente detallamos: la distribución de equipos, (Figura 15), la maquinaria instalada, (Tabla 6), y el producto a elaborar, (Figura 16 y Figura 17) en el proceso de Elaboración de Filtros, y luego de analizar reportes de producción y

mantenimiento, capacidades de producción, y dar un criterio para seleccionar el equipo con mayor criticidad.

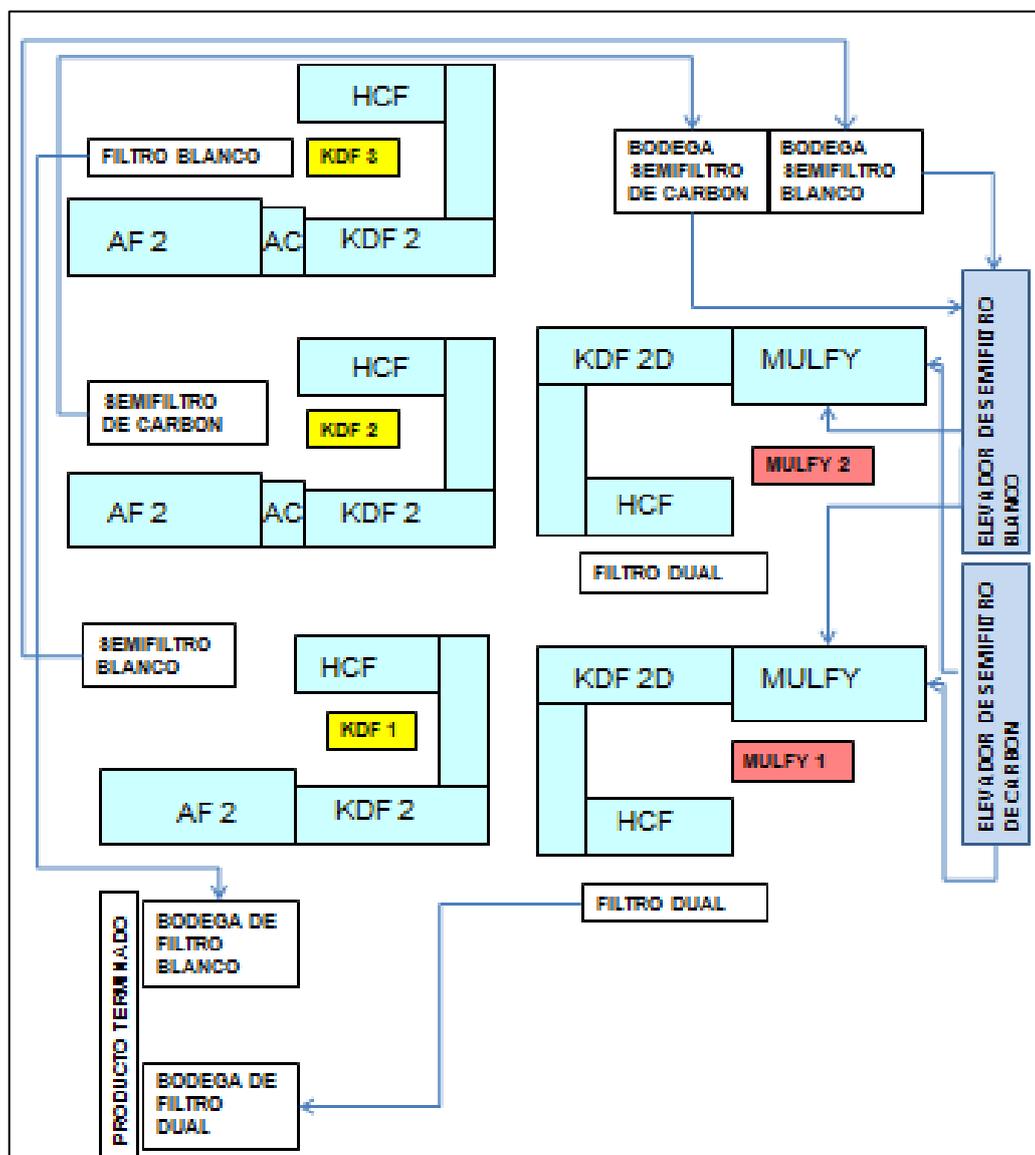


Figura 15: Layout del proceso de elaboración de filtros para cigarrillos.

En el proceso de Elaboración de Filtros, existen cinco máquinas (Tabla 1), para la elaboración de los filtros, teniendo características comunes entre ellas y así generar planes de mantenimiento similares, las cuales son:

1.- Máquina KDF 1, para la elaboración de semifiltro blanco, la cual abastece a las máquinas Mulfy's.

2.- Máquina KDF 2, para la elaboración de semifiltro de carbón, que es trasladado a las máquinas Mulfy's.

3.- Máquina KDF 3, para la elaboración de filtro blanco.

4.- Máquinas MULFY 1 y MULFY 2, quienes son las que elaboran el filtro dual (Figura 35), que es la unión del semifiltro blanco (A) y semifiltro de carbón (B), como lo indica la Figura 36.

Más detallado y con sus características, en la siguiente tabla:

Tabla 1: Máquinas del proceso de elaboración de Filtros para cigarrillos.

MAQUINA	SUBMAQUINA	FABRICANTE	SERIE	PRODUCTOS	VELOCIDAD	LONGITUD FILTRO
KDF1	AF2	HAUNI	969	Semifiltro blanco	3000 barras/min	84 ± 0,20
	KDF2	HAUNI	1312			
	HCF80	HAUNI				
KDF2	AF2	HAUNI	392	Semifiltro carbón	2800 barras/min	104 ± 0,20
	AC2	HAUNI	75			
	KDF2	HAUNI	597			
	HCF80	HAUNI	1239			
KDF3	AF2	HAUNI	1384	Filtro blanco	2800 barras/min	120 ± 0,20
	KDF2	HAUNI	1032			
	MK16	MARK				108 ± 0,20
MULFY1	MULFI	HAUNI	64	Filtro DUAL	2000 barras/min	120 ± 0,20
	KDF2D	HAUNI	1066			
	HCF80	HAUNI	H70-0569			
MULFY2	MULFI	HAUNI	31	Filtro DUAL	2000 barras/min	120 ± 0,20
	KDF2	HAUNI	725			
	HCF80	HAUNI	1907			

Se describe en la Figura 16, el producto final en el Proceso de Elaboración de Filtros, con sus componentes internos, como son el acetato, carbón y el papel de filtro.



Figura 16: Filtro Dual

Como se menciona anteriormente, el filtro Dual es la unión del semifiltro blanco y semifiltro de carbón, como indica la Figura 17:

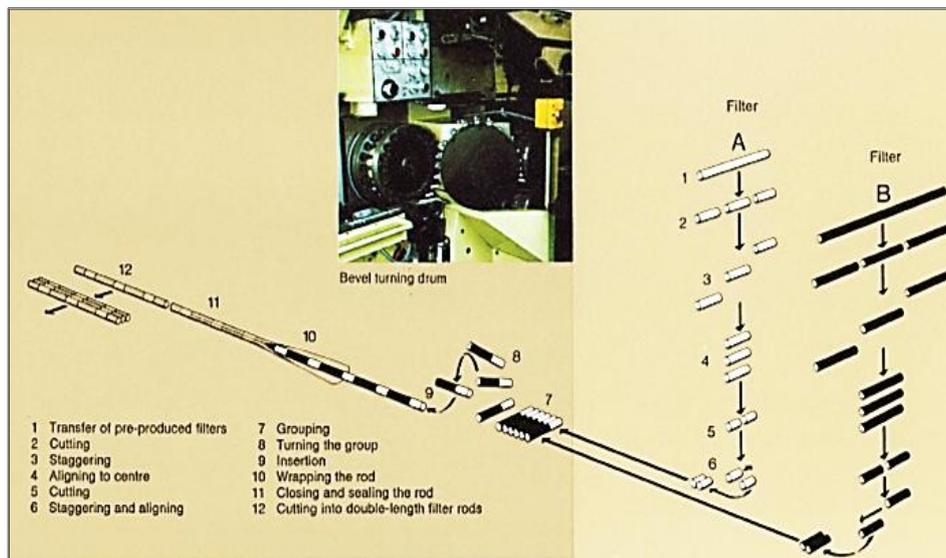


Figura 17: Elaboración de Filtro Dual

De esta manera se analiza de varios puntos de vista a las máquinas dentro del Proceso de Elaboración de Filtros, para seleccionar la máquina o equipo crítico y determinar la prioridad, como son los reportes e indicadores de producción y mantenimiento y detallar los resultados en el capítulo 4.

3.2.1.2 Selección de acuerdo al análisis de indicadores en las máquinas de Filtros

De acuerdo a mantenimiento, en los reportes de mantenimiento, en el Proceso de Elaboración de Filtros, no existe DT Preventivo (down time por mantenimiento preventivo). Existe DT Mecánico (paros por arreglos en maquina o mantenimiento correctivo mecánico), DT eléctrico (paros por arreglos en maquina o mantenimiento correctivo eléctrico, DT operativo (paros por operatividad de la maquina: cambio de materia prima, refrigerios, almuerzo, cambio de repuestos consumibles de cada máquina, etc.), UP Time (Tiempo que la maquina está en funcionamiento), Disponibilidad (Tiempo que la maquina estuvo disponible para trabajar).

En la Figura 18 la maquina KDF 2, de semifiltro de carbón, aparece con un down time (tiempo en que la máquina estuvo parada) de 51,3%.

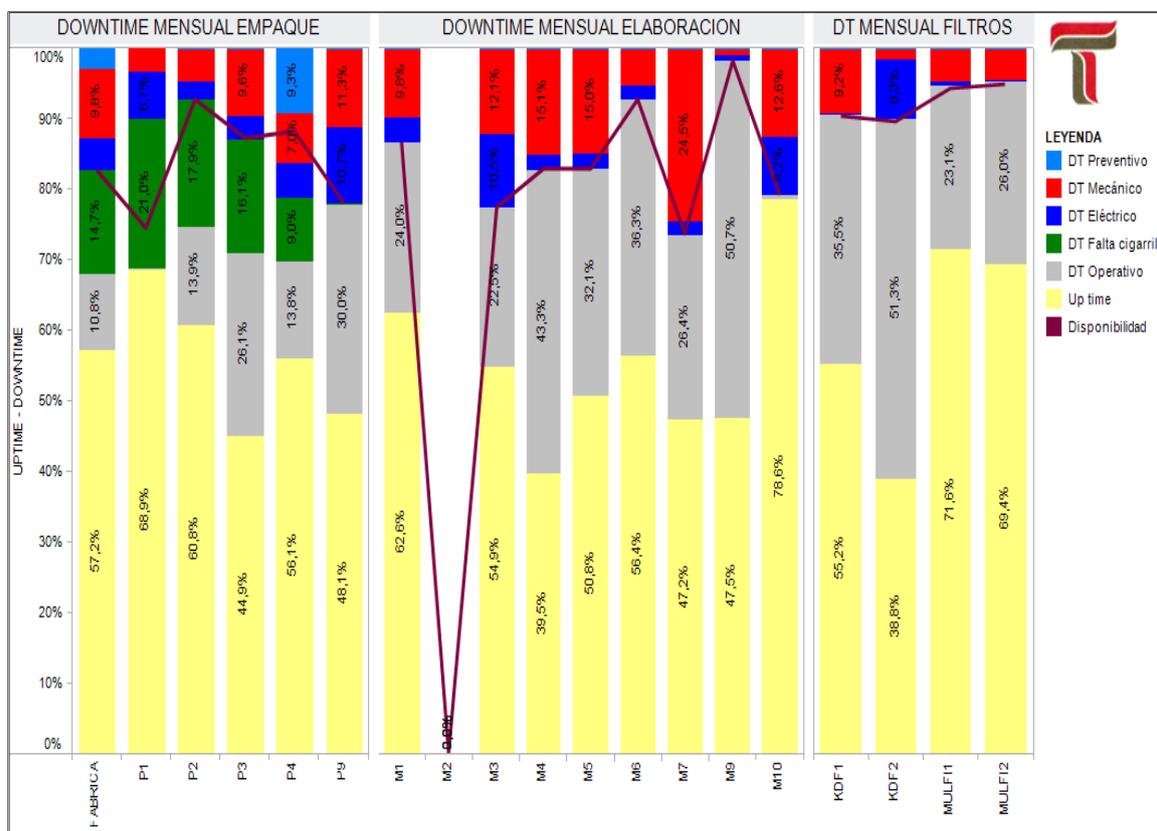


Figura 18: Reporte de Mensual de Downtime por máquina
(Fuente: Reportes de mantenimiento, TANASA 2013)

Del punto de vista de producción: En la Figura 19, se describe los reportes diarios de up time por máquina de acuerdo a producción,



Figura 19: Reporte diario de Uptime por máquina
(Fuente: Reportes diarios de producción, TANASA 2013)

De la misma manera, se puede determinar cuál es la máquina que más producción realiza dentro del proceso, según la Figura 20.

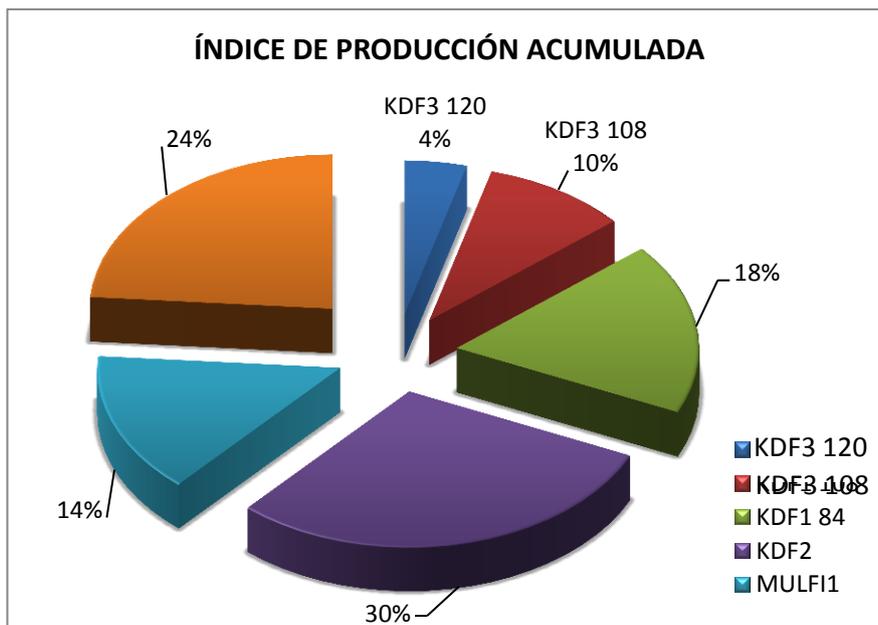


Figura 20: Producción acumulada por máquina
(Fuente: Reportes diarios de producción, TANASA 2013)

Los resultados de esta selección, se presentan en el capítulo 4.

3.2.1.3 Selección de acuerdo a priorización de criterios

Se realiza una Matriz de Priorización tomando en cuenta ciertos criterios de acuerdo a las necesidades del proceso:

- **Producción:** Este factor determina, como afectan las averías en el desempeño del proceso, los costos por pérdidas.
- **Calidad del producto final:** Toma en consideración la influencia que puede llegar a tener los fallos del equipo en la calidad del producto o su presentación y consecuente desprestigio del proceso y por ende de la compañía.
- **Costo del mantenimiento:** En este factor se toma en cuenta criterios como frecuencia, costo de averías, número de horas paradas del equipo, grado de especialización del personal de mantenimiento.

- Medio ambiente: Determina si el equipo puede causar daños ambientales y su exposición de la compañía a sanciones o multas.
- Seguridad: se refiere a los riesgos que puede sufrir el personal de operación y equipos cuando se presentan fallas o paros inesperados.

Cuyos resultados se describen en el capítulo 4.

3.2.2. EL ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (FMEA)

Utilizando esta metodología permitirá determinar los modos de falla de los componentes de un sistema, el impacto y la frecuencia con que se presentan, para el proceso de Elaboración de Filtros, se realiza un este análisis para la máquina KDF 2 de semifiltro de carbón. (Anexo 2)

3.2.3. EL ANÁLISIS CAUSA RAÍZ (RCFA)

Utilizando esta herramienta que se aplica con el objetivo de precisar las causas que originan las fallas, sus impactos y sus frecuencias de aparición, para poder mitigarlas o eliminarlas, y al analizar las fallas repetitivas en la máquina de acuerdo a los tiempos de paro en minutos, de la máquina KDF2, obtenidos del sistema de control de tiempos SICOT. (Tabla 2)

Tabla 2: Tiempos de paros de máquina

maquina	submaquina	conj_ens	descripc_conj	Tiempo	n	rel%	% acum	Orden
KDF2	AF2/KDF2	cabezal de corte	Avance automático de Cuchillas	292,15	2	30,0	30,0	1
	AF2/KDF2	kdf2	Sistema de abastecimiento de Hot-Mealt (sellado)	157,13	3	16,2	46,2	2
	AF2/KDF2	cabezal de corte	Discos Afiladores	135,35	3	13,9	60,1	3
	AF2/KDF2	kdf2	Sistema Formador de mecha	128,78	2	13,2	73,4	4
	AF2/KDF2	kdf2	Curso de papel	104,42	2	10,7	84,1	5
	HCF	alimentación de filtros	Sistema de transmisión	89,43	2	9,2	93,3	6
	HCF	alimentación de filtros	Plataforma de Filtros	34,72	1	3,6	96,9	7
	HCF	alimentación de filtros	Sistema de transmisión	11,87	1	1,2	98,1	8
	HCF	alimentación de filtros	Tolva de Filtros	10,20	1	1,0	99,2	9
	AF2/KDF2	cabezal de corte	Introducción y traspaso	8,18	1	0,8	100,0	10
KDF2 Total				972,23	18			

Fuente: SICOT – Sistema Integrado de Control de tiempos, (2013)

Se realiza el diagrama de causa y efecto, para encontrar la causa raíz del problema generado en la máquina con mayor tiempo de paro que luego de analizar los cuatro aspectos que están involucrados: maquinaria, mano de obra, métodos y materiales, se llega a determinar que la causa raíz de los paros no programados de máquina específicamente en el problema generado en la máquina KDF2 como es el Avance automático de cuchillas. (Figura 21), es la “insuficiente gestión del mantenimiento”



Figura 21: Diagrama de causa y efecto para la “Falla en el avance de cuchillas”

3.2.4 INSPECCIÓN BASADA EN RIESGOS (RBI)

Aplicando esta herramienta, permite definir la probabilidad de falla de las máquinas en el proceso de Elaboración de Filtros y las consecuencias que las fallas pueden generar sobre la gente, el proceso y el entorno.

Para evaluar el riesgo de cada uno de los equipos que forman parte del proceso en estudio, orientando sus resultados a la gestión del mantenimiento, se procede de la siguiente forma:

1. Evaluación de consecuencias: al analizar el riesgo que puede generar al entorno y al personal que operan las máquinas, se puede considerar que la máquina KDF2, tiene alto riesgo por cuanto se utiliza para la elaboración del semifiltro de carbón un material que genera polvo como es el caso del carbón.

2. Evaluación de la probabilidad de fallo: por ser la máquina que tiene mayor producción, esta puede fallar en cualquier momento, por lo que en este análisis se realiza un formato de inspecciones para esta máquina.

Se define realizar Inspecciones periódicas del estado de funcionamiento de la máquina KDF 2, en base al formato de Inspección y limpieza del personal mecánico del proceso de filtros. (Tabla 3)

Tabla 3: Formato de inspección del personal mecánico de filtros.

Estándar de Limpieza e Inspección MECÁNICO FILTROS											
No.	Req. Paro al equipo	Puntos a limpiar e inspeccionar	Estándar	Método	Acción	Herramientas y/o material	Tiempo (min)	Frecuencia			
								Tercero	Diario	Semanaal	Mensual
AF2											
1	SI	VARIADORES DE VELOCIDAD	SIN RUIDOS EXTRAÑOS	 	INSPECCIONAR	N/A	3				X
2	SI	BOMBA APLICACIÓN PLASTIFICANTE (ZENITH)	SIN FUGAS		INSPECCIONAR Y/O CORREGIR	N/A	3				X
3	SI	REDUCTOR DE VELOCIDAD	SIN RUIDOS EXTRAÑOS NI FUGAS	 	INSPECCIONAR Y/O CORREGIR	N/A	5				X
AC											
1	NO	SISTEMA DE SUCCION	SIN FUGAS		INSPECCIONAR Y/O CORREGIR	N/A	15		X		
2	NO	TAMBOR DE DESCARGA DE CARBÓN	SIN RUIDOS EXTRAÑOS NI FUGAS	 	INSPECCIONAR Y/O CORREGIR				X		
KDF2											
1	SI	ESMERILES	SIN DESGASTE	 	INSPECCIONAR Y/O CAMBIAR	GUANTES	3		X		
4	SI	TAMBOR INTRODUCIDOR	SIN OBSTRUCCIONES EN DUCTOS		VERIFICAR Y/O AJUSTAR	N/A	3			X	
2	SI	PASTAS DE FRENO DE PORTABOBINAS	SIN DESGASTE	 	INSPECCIONAR Y/O CAMBIAR	N/A	3			X	
3	SI	BANDA RUEDA DE TIRO	SIN DESGASTE	 	INSPECCIONAR Y/O CAMBIAR	N/A	5				X
5	SI	VENTILADOR PRINCIPAL	SIN RUIDOS EXTRAÑOS		VERIFICAR Y/O AJUSTAR	N/A	15				X
6	NO	MANGUERAS DE SUCCIÓN	SIN FUGAS		INSPECCIONAR Y/O CAMBIAR	LLAVE DE 5	15				X
7	NO	MANGUERAS DE LUBRICACIÓN	SIN FUGAS		INSPECCIONAR Y/O CAMBIAR	LLAVE DE 5	15				X
8	NO	MANÓMETRO TRASPORJET	1,5 - 2,5 Bar		VERIFICAR Y/O AJUSTAR	N/A	1	X			
9	NO	PRESIÓN DE AIRE PARA REGULACIÓN DE DIÁMETRO	3 Bar		VERIFICAR Y/O AJUSTAR	N/A	1	X			
10	NO	PRESIÓN DE AIRE PARA TOMA DE MUESTRAS	3 - 3,7 Bar		VERIFICAR Y/O AJUSTAR	N/A	1		X		
11	NO	MANÓMETRO PRESIÓN DE LÍNEA	6 Bar		VERIFICAR Y/O AJUSTAR	N/A	1		X		
12	NO	PRESIÓN DE ACEITE	3 - 4 Bar		VERIFICAR Y/O AJUSTAR	N/A	1		X		
HCF80											
1	SI	BANDA TRANSPORTADORA DE FILTROS	BUEN ESTADO		INSPECCIONAR Y/O AJUSTAR	N/A	2				X

Fuente: Modificado de COLTABACO

3.2.5 EL ANÁLISIS COSTO - RIESGO - BENEFICIO (BRCA)

Utilizando esta metodología permitirá establecer una combinación óptima entre los costos de realizar una actividad y los beneficios generados, con base en el valor del riesgo que involucra la realización, o no, de tal acción.

Para el proceso de filtros se realiza un estudio acerca de la posibilidad de implementar y sustituir una máquina Mulfy de tecnología avanzada por las dos máquinas Mulfy's, que actualmente se encuentran en piso, ya que la capacidad de producción es de 4166 filtros/minuto, frente a los 2000 filtros/minuto que producen actualmente cada Mulfy, como se demuestra en la Tabla 4, con un costo de inversión de maquinaria de \$320.000 y de \$460.000 para cada alternativa, pero con un beneficio a corto plazo de : capacidad de producción, espacio utilizado en planta, disminución de personal, por ende disminución de costo de mano de obra, tanto en operadores, ayudantes y personal de mantenimiento.

Tabla 4: Análisis de costo-beneficio de cambio de maquinaria.

1. Equipo	[m/min] Filter length [m]	ACTUAL	MULFI E Manual	MULFI E AUTO
		480	500	500
		0,12	0,12	0,12
2. Capacidad				
velocidad (rod/min)		2.000	4.166	4.166
# of maquinas		2	1	1
Capacidad total por año 120 mm (bi rod/year)		0,61	0,64	0,64
<i>working hours / day =</i>		16	16	16
<i>working days / year =</i>		251	251	251
<i>downtime</i>				
<i>uptime =</i>		64%	64%	64%
3. Costo de inversión (\$)				
Mulfi E		0	320.000	460.000
Oscar's		0	0	0
Elevadores/Flexlink/tolvas		0	0	0
		0,0%	0,0%	0,0%
Total Capital por equipo		\$ 0	\$ 320.000	\$ 460.000

Fuente: Ingeniería & Proyectos

3.3 DEFINICIÓN DE LA PROPUESTA DE MEJORA

Para definir la propuesta de mejoramiento, se plantea los siguientes diagramas de procesos Figura 16 y Figura 17, para que el área de mantenimiento realice su gestión como un proceso, específicamente del Proceso o subproceso de Mantenimiento de procesos Productivos, se propone crear los subprocesos de Planificación y Programación del Mantenimiento, los cuales determinarán los parámetros para la elaboración de los planes y programas de mantenimientos en el proceso de Elaboración de Filtros, utilizando herramientas de confiabilidad descritas anteriormente.

Al definir el proceso de mantenimiento (Figura 22) con sus entradas: Plan de producción que se obtiene del proceso de Planificación de Producción, Activos que son las máquinas y los repuestos requeridos para el recambio tanto de importación o compra local, además de las políticas que son definidas por la gerencia de la compañía, que luego de la gestión realizada por los subprocesos de Planificación y Programación del Mantenimiento (Figura 23), proporcionan un Plan Estratégico de mantenimiento general de todos los procesos productivos, un plan de mantenimiento específico para máquina, que al final su disponibilidad sea la más alta posible, con una mantenibilidad de calidad que genere confianza en la operatividad de la misma.

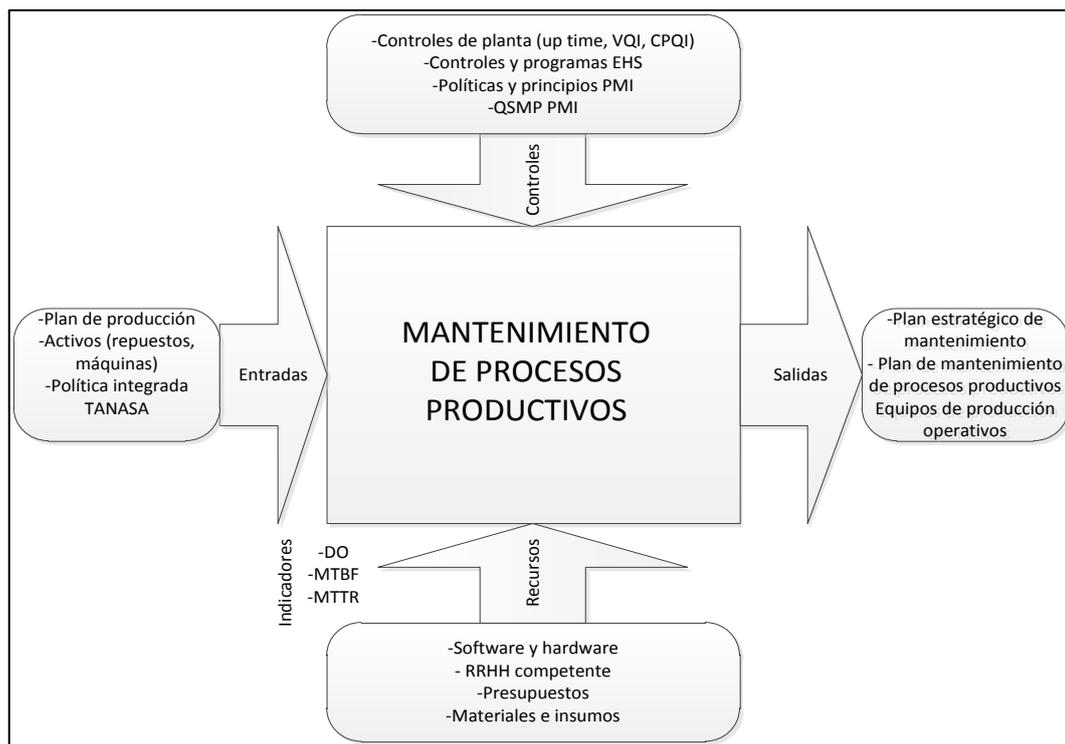
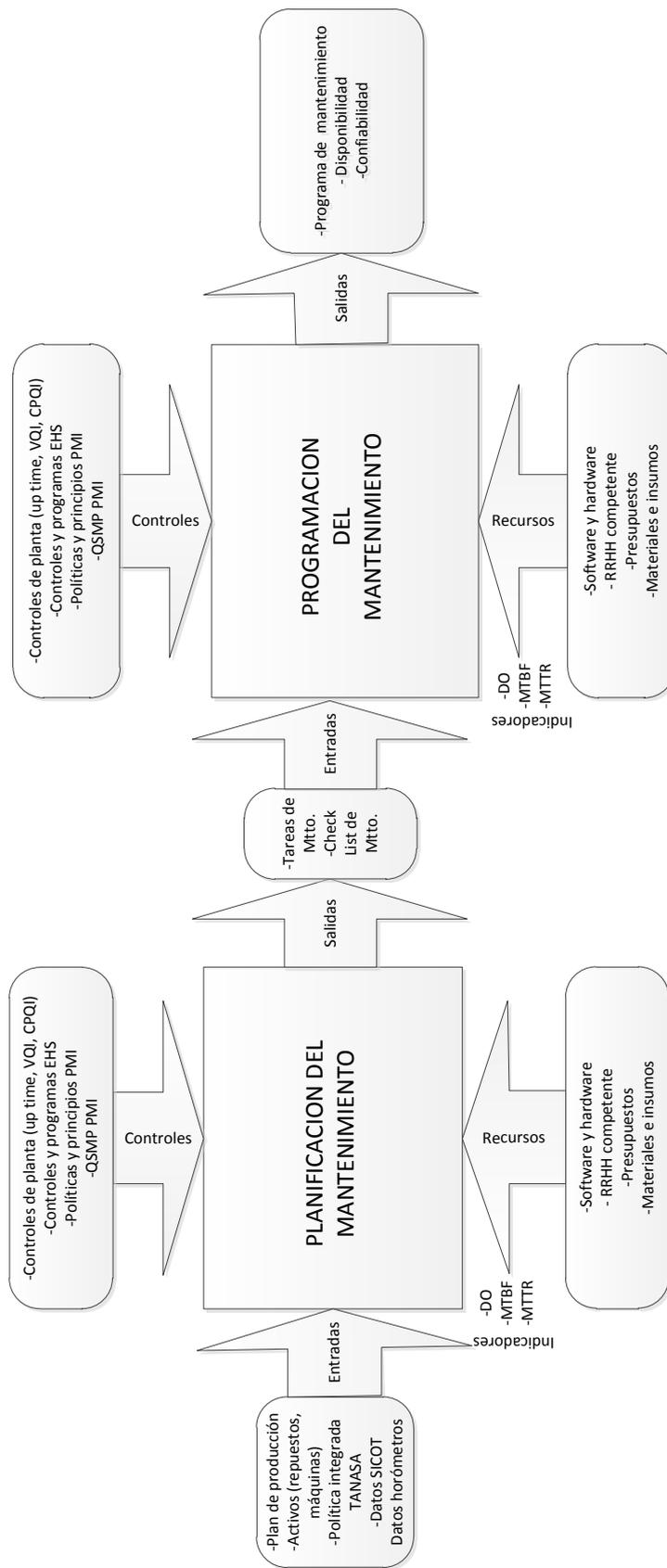


Figura 22: Diagrama del Proceso de Mantenimiento de Procesos Productivos

El subproceso de Planificación del Mantenimiento es el encargado de recopilar toda la información, tanto del SICOT (Sistema Integrado de Control de Tiempos), como de los horómetros, información de los indicadores de producción del proceso de Elaboración de Filtros, información de indicadores de calidad, etc., procesarla, analizarla y proponer planes de mantenimiento, definir tareas y actividades de mantenimiento a realizar en las máquinas y generar la documentación necesaria para realizar el mismo.

El subproceso de Programación del Mantenimiento, coordina con producción cuando intervenir en base al plan de mantenimiento desarrollado, programando recursos, tanto personal encargado, repuestos, insumos, etc., para ejecutar el mantenimiento, en base a los resultados que se obtienen en el análisis anterior, generar planes y programas que garanticen el funcionamiento continuo de las máquinas, principalmente con seguridad y calidad.



4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En este capítulo se detallan los resultados obtenidos utilizando las herramientas y estrategias de confiabilidad como lo describe la metodología de la gestión de activos, que se toma como referencia para la propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento en el proceso de Elaboración de Filtros, y garantizar que los indicadores de mantenimiento mejoren considerablemente, y así cumplir con el objetivo de este proyecto.

4.1 RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Al aplicar la metodología de la gestión de activos y sus estrategias, dan como resultado varios factores a determinar para definir la propuesta formulada, es por eso que evaluó la gestión realizada al mantenimiento, cuyos resultados se presentan a continuación.

4.1.1 EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

Para la evaluación del sistema de gestión del mantenimiento, se contempló un método cuantitativo, para determinar la capacidad de gestión del proceso en lo que respecta al “mantenimiento” mediante el análisis y calificación de los siguientes factores:

1. Organización de la empresa.
2. Organización de la función de mantenimiento.
3. Planificación, programación y control de las actividades de mantenimiento.
4. Competencia del personal.

Para la evaluación de la gestión del mantenimiento, se realizó un cuestionario en base al Manual para Evaluar los Sistemas de Mantenimiento en la Industria, (Anexo 1), la tabulación de los datos y valores obtenidos en el cuestionario (Anexo 1) realizado al Supervisor de Mantenimiento del Proceso de Filtros, se representa en el diagrama de red siguiente, Figura 18.



Figura 24: Diagrama de red de la evaluación de la gestión de Mantenimiento

Determinando en base a los resultados en la evaluación de la gestión de mantenimiento, realizada al Supervisor de Mantenimiento encargado del proceso de elaboración de Filtros, las áreas seleccionadas en orden de prioridad a mejorar son:

1. **Mantenimiento Preventivo:** El área de mantenimiento no dispone de todos los recursos para determinar la frecuencia de inspecciones, revisiones y sustituciones de piezas aplicando incluso métodos estadísticos, mediante la determinación de los tiempos entre fallas y de los tiempos de paradas, en este caso, esta implementado el Sistema de Control de Tiempos (SICOT), pero no se lo utiliza de una manera que agregue valor al área de mantenimiento.
2. **Mantenimiento Rutinario:** el área de mantenimiento en el proceso de elaboración de Filtros, no tiene preestablecidas las actividades rutinarias

de mantenimiento, asignando el personal responsable para llevar a cabo la acción de mantenimiento, las acciones de mantenimiento rutinario no se ejecutan en forma organizada, y no existen planes de mantenimiento rutinario.

3. **Mantenimiento Correctivo:** El área de mantenimiento no cuenta con la estructura para que las acciones de mantenimiento correctivo se lleven en una forma planificada. Existe registro de información de fallas en un Sistema de Control de Tiempos (SICOT), pero no se lo utiliza de una manera que permita una clasificación y estudio que facilite su corrección y seguimiento.

4.1.2 ANÁLISIS DE CRITICIDAD

Como en el capítulo anterior se realizó el análisis en varios aspectos, se puede determinar que en base a los reportes de producción equipo más crítico es la maquina KDF2, con un up time que fluctúa entre el 25,3% al 42,9%, que son los más bajos dentro del proceso.

En base a los reportes de mantenimiento, de la misma forma se puede indicar que la maquina KDF2 es el equipo más crítico por obtener un alto down-time (51,3%), es decir que más de la mitad de la jornada de trabajo estuvo con paro.

En cuanto al volumen de producción la maquina KDF2 es quien realiza la mayor cantidad de producto (30%) de la producción total del proceso de Elaboración de Filtros.

Para confirmar este estudio, se realizó un análisis de priorización de criterios, cuantificando aspectos y factores que llevan a una selección de equipos críticos:

4.1.2.1 Ponderación de factores

Se realiza una calificación de cada uno de los factores en 3 niveles, de acuerdo a los criterios más relevantes que se describen a continuación:

a) Producción

- 1 No afecta la producción
- 2 Retrasa la línea de producción
- 3 Para la línea de producción

b) Calidad del producto final

- 1 No afecta
- 2 Dentro de los parámetros
- 3 Importante

c) Costo del mantenimiento

- 1 Bajo
- 2 Medio
- 3 Alto

d) Medio Ambiente

- 1 Riesgo Nulo
- 2 Relativo
- 3 Grave

e) Seguridad

- 4 Relativo
- 5 Riesgo del equipo
- 6 Riesgo del operador

4.1.2.2 Desarrollo de la Matriz de priorización

Con el total de equipos y máquinas elaboradoras de filtros, se realiza la matriz de priorización de criterios, de esta manera se puede obtener el orden de importancia de cada uno de estos. Para posteriormente realizar la selección de la maquina a la cual se le dará prioridad al aplicar la estrategia de mantenimiento (Ver Tablas 5 y 6)

Tabla 5: Matriz de priorización de criterios

CRITERIOS	Producción	Calidad del producto final	Costo del mantenimiento	Medio ambiente	Seguridad	Total	Peso
Producción	0,5	0	0,5	1	0	2	0,16
Calidad del producto final	1	0,5	1	1	0	3,5	0,28
Costo del mantenimiento	0,5	0	0,5	0,5	0	1,5	0,12
Medio Ambiente	0	0	0,5	0,5	0	1	0,08
Seguridad	1	1	1	1	0,5	4,5	0,36
Total						12,5	1

Se determinó que el criterio más relevante es la seguridad en el proceso de

MÁQUINA	PESO	KDF1		KDF2		KDF3		MULFI 1		MULFI 2	
Seguridad	0,36	2	0,72	3	1,08	2	0,72	2	0,72	2	0,72
Calidad del producto final	0,28	3	0,84	3	0,84	3	0,84	2	0,56	2	0,56
Producción	0,16	3	0,48	3	0,48	3	0,48	3	0,48	3	0,48
Costo del mantenimiento	0,12	2	0,24	3	0,36	1	0,12	3	0,36	3	0,36
Medio Ambiente	0,08	2	0,16	2	0,16	2	0,16	2	0,16	2	0,16
Total	1		2,44		2,92		2,32		2,28		2,28

elaboración del filtro o producto final, como lo indica la tabla anterior con un valor de peso de 0.36.

Tabla 6: Matriz de priorización de selección de máquina

Realizando la matriz de priorización, se puede indicar que la criticidad en la máquina KDF2 está por encima del resto de maquinaria, con un valor de 2,92 puntos.

4.2 PROPUESTA DE MEJORA

Con los resultados obtenidos y una vez ya definida la propuesta, es necesario desarrollar los planes y programas de mantenimiento que administran los procesos, con sus actividades y relacionando las áreas y procesos que se involucran en la producción del filtro.

4.2.1 DESARROLLO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO DE ACTIVOS.

Tomando la información del análisis anterior que dará como resultado una colección de las acciones recomendadas, donde cada una se centrará en un modo de fallo específico, y que serán clasificadas en tres grupos: Las acciones rutinarias que el personal de mantenimiento debería realizar (inspecciones rutinarias, pruebas funcionales, reacondicionamiento) o sea los Planes de Mantenimiento Correctivo y Preventivo, las acciones que deberían realizar los operarios de producción (inspecciones rutinarias, tareas de menor importancia o pruebas funcionales) Plan de Mantenimiento Rutinario, y acciones on/off, estas acciones son realizadas por los especialistas de equipos rotativos, estáticos e instrumentación; tales como reajustes o modificación de un activo, plan de Mantenimiento Predictivo a futuro. Las estrategias de mantenimiento a implementar en el área, son el Mantenimiento Correctivo, Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Rutinario, como resultado de la evaluación anterior.

4.2.1.1 Herramientas de apoyo para el desarrollo del plan de mantenimiento

FLUJOGRAMAS

Al elaborar el plan se debe tomar en cuenta el enfoque en procesos, por lo que es necesario realizar los diagramas de flujo de los procesos de mantenimiento relacionando todas las áreas involucradas en la cadena de producción en la elaboración del filtro, no sin antes indicar la simbología utilizada en los mismos.

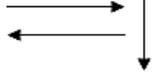
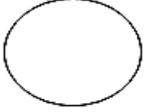
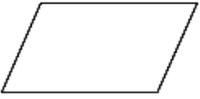
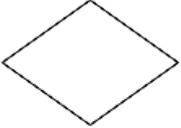
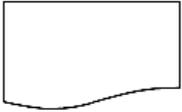
Símbolos	Nombre	Explicación
	Línea de flujo (Conexiones de Pasos o flechas).	Muestra la dirección y sentido del flujo del proceso, conectando los Símbolos.
	Terminador (Comienzo o final de procesos)	En su interior situamos materiales, información o acciones para comenzar el proceso o para mostrar el resultado en el final del mismo.
	Proceso (actividad)	Tarea o actividad llevada a cabo durante el Proceso. Puede tener muchas entradas, pero solo una salida.
	Conector (Conexión con Otro procesos)	Nombramos un proceso independiente que en algún momento aparece relacionado con el Proceso principal.
	Datos. Entrada/salida (Información de Apoyo)	Situamos en su interior la información necesaria para alimentar una actividad (datos para realizarla)
	Decisión (Decisión/ Bifurcación)	Indicamos puntos en que se toman decisiones: Si o no, abierto/cerrado.
	Documento	Se utiliza para hacer referencia a la generación o consulta de un documento específico en un punto del proceso.

Figura 25: Simbología utilizada en los diagramas de flujo

(Ron, 2001)

SICOT

Es imprescindible también mencionar e indicar el funcionamiento del SICOT (sistema de control de tiempos), (Figura 26) del cual obtenemos toda la información referente a tiempos de paros no programados, actividades realizadas y producciones realizadas, donde el operador de máquina solicita la asistencia técnica y el técnico de mantenimiento mecánico o eléctrico registra las novedades de la reparación realizada.

Administrador Operador

S.I.C.O.T.
SISTEMA INTEGRADO DE CONTROL DE TIEMPOS

TIEMPO PROGRAMADO DE OPERACION

TIEMPO POTENCIAL DE PRODUCCION

TIEMPO PRODUCCION

TIEMPO DE TIEMPO

100 Operación a velocidad Nominal

200 Reducción de velocidad

300 Pausas de Procesos

400 Tiempo de Reparación

500 Pausas por Falencias

600 Pausas Programadas

700 No demanda

SELECCION DE TIEMPO

EPICURNO OPERACIONAL

EPICURNO

VISUALIZACION DE TIEMPOS DE PARO

OPERADOR

INGRESO DE PRODUCCION POR TURNO

VER PLAN DE PRODUCCION

Máquina : M5
Operador : Tamayo Richard

USTEDES TIENEN 0 MINUTOS PARA REUNION SIMAC

05/09/2008
7:47:59

MARCA DELAUNY

"Si aprendes solo métodos estarás atado a sus métodos."

Figura 26: Pantalla principal del Sistema Integrado de Control de tiempos (SICOT)

4.2.1.2 Planificación y Programación del Mantenimiento Correctivo

Como anteriormente se definió el proceso de mantenimiento con sus subprocesos de Planificación y Programación de mantenimiento, dentro de los cuales se encuentra el mantenimiento correctivo, se plantean los siguientes Diagramas de flujo del mantenimiento correctivo aplicado al proceso de elaboración de filtros, comparando como actualmente se desarrolla (Figura 26) y como se propone organizarlo. (Figura 27).

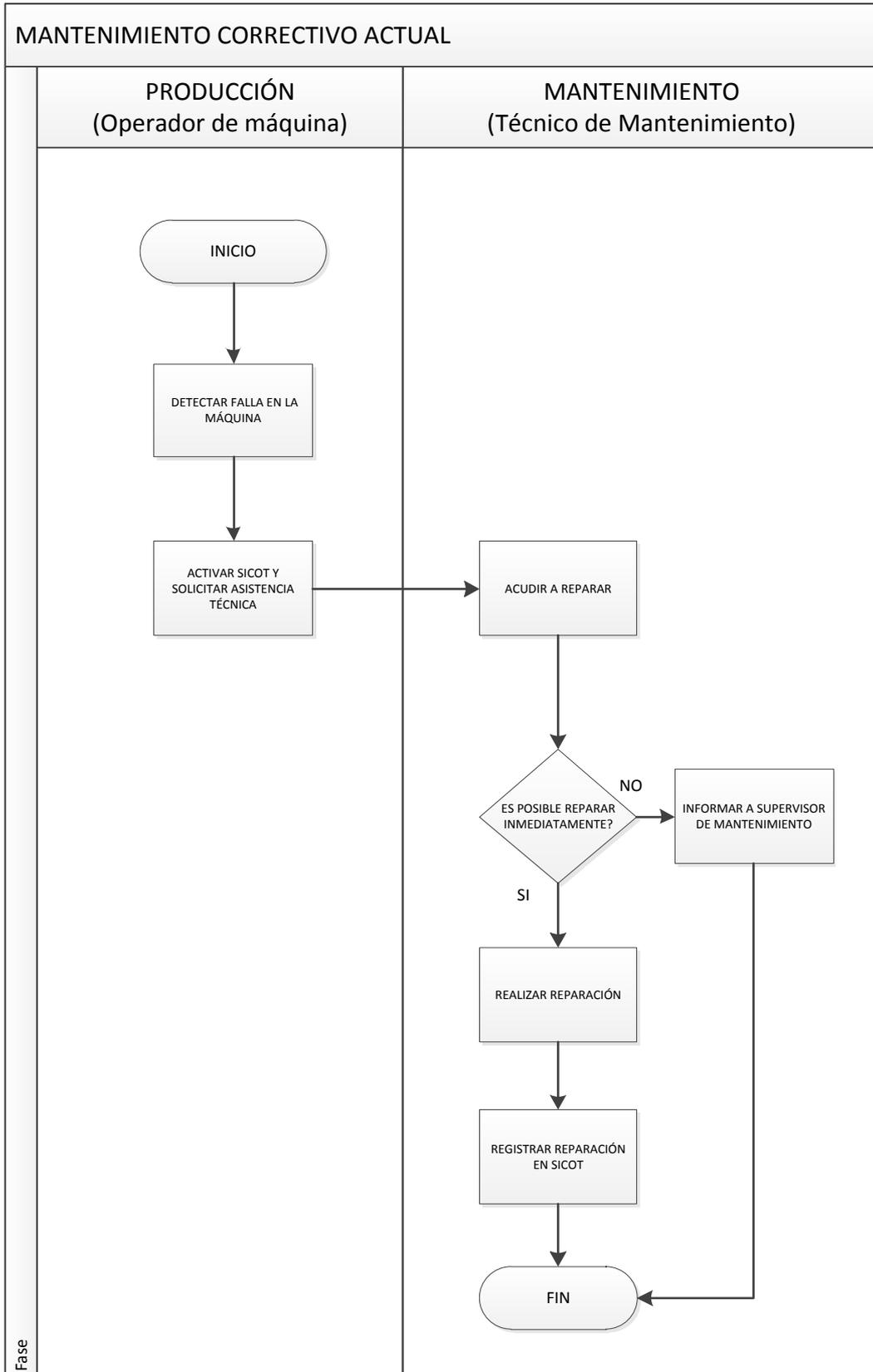


Figura 27: Diagrama de flujo actual de mantenimiento correctivo

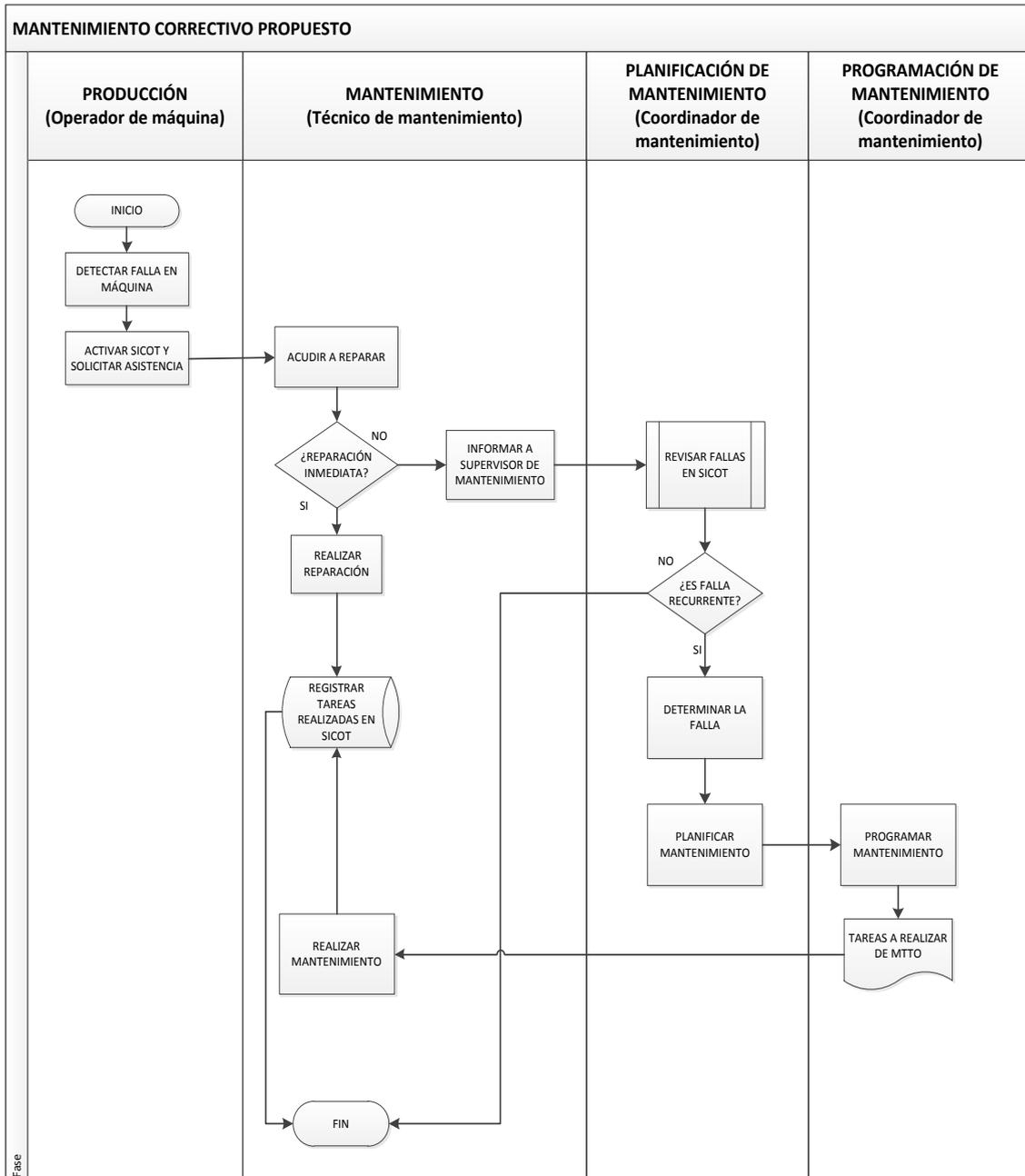


Figura 28: Diagrama de flujo propuesto para mantenimiento correctivo

Al comparar los diagramas de flujo de cómo se está realizando el mantenimiento correctivo y como se debería actuar ante un paro no programado de máquina, se identifica que la propuesta le da un seguimiento a las fallas, lo que facilita su análisis y posterior corrección.

Dentro del diagrama de flujo propuesto, se describen todas las actividades realizadas para el responsable de cada área, su responsabilidad dentro de toda la cadena de producción para la elaboración del filtro.

Para ejecutar el plan como lo describe el diagrama de flujo propuesto se requiere:

- Capacitación del Sistema de Control de Tiempos (SICOT), tanto como al personal de producción, así como al personal de mantenimiento.
- Mantener la relación y comunicación entre las áreas involucradas en la cadena de producción.
- Generar registros y datos lo más confiable posible, para su evaluación y análisis.
- Aplicar FEMA / RCFA
- Trabajo en equipo
- Para el proceso de Planificación y Programación del Mantenimiento el gestionar los indicadores de mantenimiento es necesario realizarlo con información confiable.

Los registros y documentos que se utiliza para administrar este flujo propuesto de gestión de mantenimiento, donde se detalla las tareas a realizar, personal involucrado, indicadores del equipo, etc.se encuentran detallados en el Anexo 4.

4.2.1.3 Planificación y Programación del Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo para el proceso se propone realizarlo en base a las horas de trabajo de los equipos, registrando el dato de horas de operación de los horómetros ubicados en cada máquina. Tabla 7

Tabla 7: Registro de horas de los horómetros de las máquinas

FECHA	KDF1	KDF2	KDF3	MULFY 1	MULFY 2
10/09/2013	12368	4380	34084	1955	11237
17/09/2013	12379	4404	34090	1975	11259
24/09/2013	12395	4424	34090	1991	11278
01/10/2013	12413	4478	34096	2040	11308
08/10/2013	12436	4516	34097	2083	11339
15/10/2013	12456	4555	34110	2110	11370
22/10/2013	12476	4590	34118	2130	11410
29/10/2013	12491	4629	34119	2146	11452
05/11/2013	12507	4661	34141	2174	11488
12/11/2013	12507	4661	34141	2174	11488
19/11/2013	12507	4661	34141	2174	11488
26/11/2013	12566	4774	34144	2280	11574
03/12/2013	12593	4817	34155	2331	11610
10/12/2013	12609	4854	34160	2355	11623
17/12/2013	12621	4871	3416	2368	11690

Fuente: Ingeniería y Proyectos

El mantenimiento preventivo se plantea realizarlo en base a las actividades, tareas, periodos, personal técnico asignado de acuerdo al manual de mantenimiento preventivo (Anexo 5A), la planificación y programación se lo establece gestionando con producción, coordinando fechas, turnos, tiempos y personal operativo para las pruebas de máquina posteriores al mantenimiento, mediante los chek-list de mantenimiento, (Anexo 5B), se emite un reporte de mantenimiento preventivo (Anexo 5C) y se registra todas las actividades realizadas en el sistema SICOT, alimentando a la base de datos de información concerniente al mantenimiento.

Después de realizar el mantenimiento, se ejecuta las pruebas de máquina, en vacío e inmediatamente con materiales, para que producción apruebe la máquina, y registrarlo en el formado de validación de maquinaria después de mantenimiento preventivo. (Anexo 6).

El detalle gráfico de esta propuesta de mejora en la gestión es presentado en el diagrama de flujo del mantenimiento preventivo propuesto en el proceso de Filtros. Figura 29

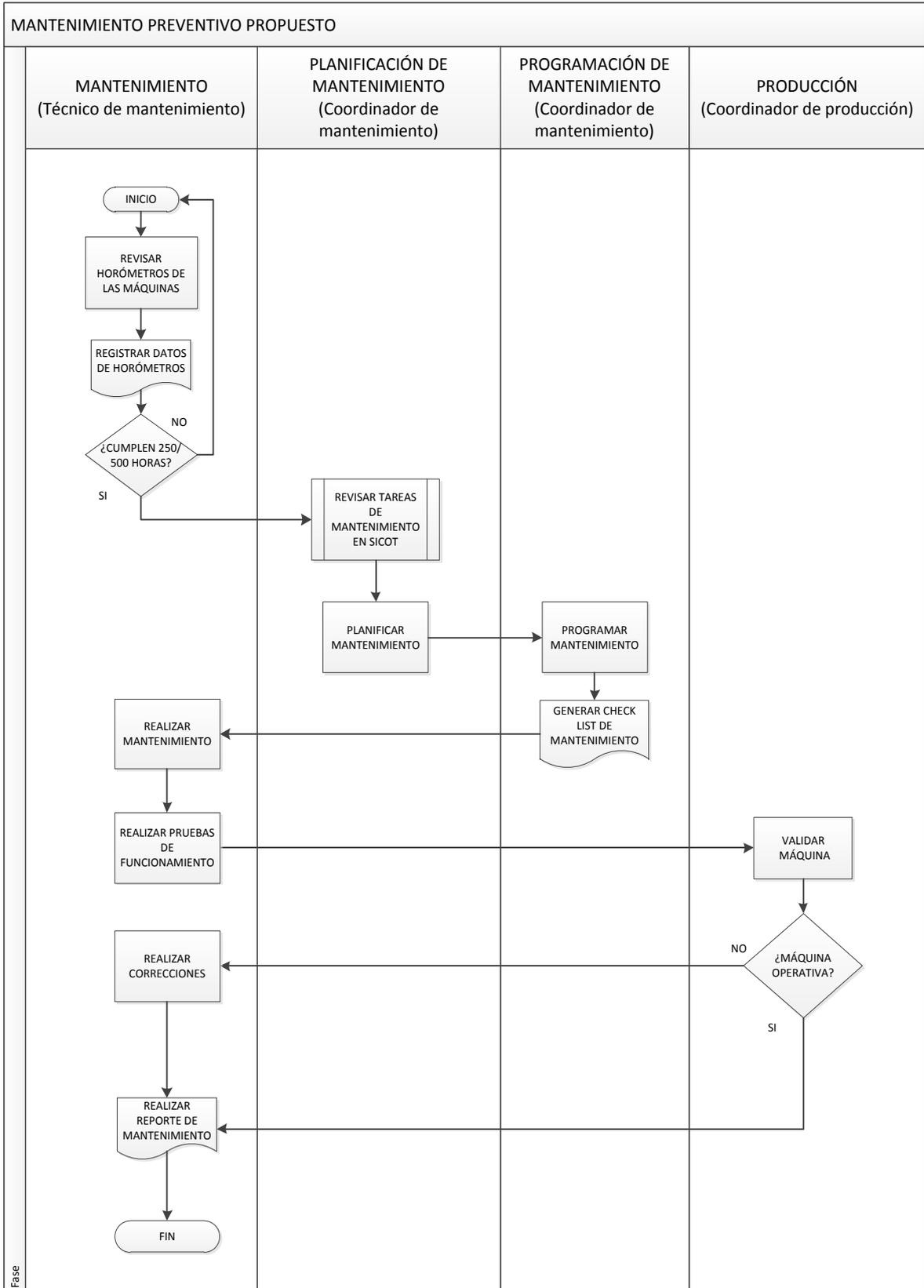


Figura 29: Diagrama de flujo propuesto para mantenimiento preventivo

Para ejecutar el plan como lo describe el diagrama de flujo propuesto se requiere:

- Recopilar datos de los horómetros lo más confiable posible, para su evaluación y análisis.
- Aplicar FEMA / RCFA para la planificación del mantenimiento.
- Trabajo en equipo
- Gestionar indicadores de mantenimiento
- Coordinar con producción los recursos para la correcta ejecución del mantenimiento, como materiales para las pruebas y operador de máquina.

Dentro del diagrama de flujo propuesto, se describen todas las actividades realizadas para el responsable de cada área, su responsabilidad dentro de toda la cadena de producción para la elaboración del filtro.

4.2.1.4 Planificación y Programación del Mantenimiento Rutinario

Para desarrollar este tipo de mantenimiento, se plantea realizarlo de dos maneras, dividir las responsabilidades del operador de máquina y del personal de mantenimiento, con respecto a la inspección, chequeo y realización de las labores de rutina, para un buen arranque y operatividad de máquina durante las ocho horas de duración del turno.

Mantenimiento rutinario para el operador

Al inicio de turno el operador realiza labores de limpieza de máquina, y lo registra en el formato Estándar de Limpieza e Inspección de Máquinas, Tabla 8, y lo registra en el mismo formato (Anexo 7).

Tabla 8: Estándar de Limpieza e Inspección de Máquinas (Operador de Máquina)

Estándar de Limpieza e Inspección de Maquinas KDF - 2																		
No.	Req. paro de equipo	Puntos a limpiar e inspeccionar	Estándar	Acción	Herramientas y/o material	Tiempo (min)	01-feb			02-feb			03-feb			04-feb		
							1T	2T	3T									
AF2																		
1	SI	RODILLOS PRETENSORES	BUEN ESTADO	VERIFICAR Y/O ALINEAR	N/A	5	x											x
2	SI	RODILLOS DE CAUCHO	BUEN ESTADO	VERIFICAR Y/O ALINEAR	LLAVE DE 5	30	x											x
3	SI	CEPILLOS DE RODILLOS	BUEN ESTADO	INSPECCIONAR Y/O CAMBIAR	N/A	3	x											x
4	SI	TOBERAS ABRIDORAS DE MECHA	LIMPIAS	INSPECCIONAR Y/O LIMPIAR	N/A	5	x											x
5	SI	CÁMARA APLICACIÓN PLASTIFICANTE	LIMPIA	INSPECCIONAR Y/O LIMPIAR	N/A	2	x											x
6	NO	MANGUERAS PLASTIFICANTE	BUEN ESTADO	VERIFICAR Y/O CAMBIAR	N/A	3	x											x
7	NO	PRESIÓN RODILLOS DE CAUCHO	2 Bar	VERIFICAR Y/O AJUSTAR	MANÓMETRO	1	x											x
8	SI	RODAMIENTOS DE RODILLOS TRASPORTADORES DE CINTA	LIBRES	INSPECCIONAR Y/O CAMBIAR	N/A	3	x											x
9	NO	TANQUES DE ADHESIVOS	SIN NATAS NI ADHESIVO CARBONIZADO	INSPECCIONAR Y/O LIMPIAR	N/A	5	x											x
10	NO	TOBERA EXTENSORA DEL BRAZO	100 mbar	VERIFICAR	MANÓMETRO	1	x											x
11	NO	TOBERA EXT. DELANTE DEL RODILLO DE FRENO	100 mbar	VERIFICAR	MANÓMETRO	1	x											x
12	NO	TOBERA EXT. DELANTE DE LA CÁMARA DE PLASTIFICACIÓN	30 mbar	VERIFICAR	MANÓMETRO	1	x											x
AC																		

Producción de Filtros, 2013

El programa de mantenimiento rutinario del operador se encuentra detallado en el siguiente diagrama de flujo. Figura 29

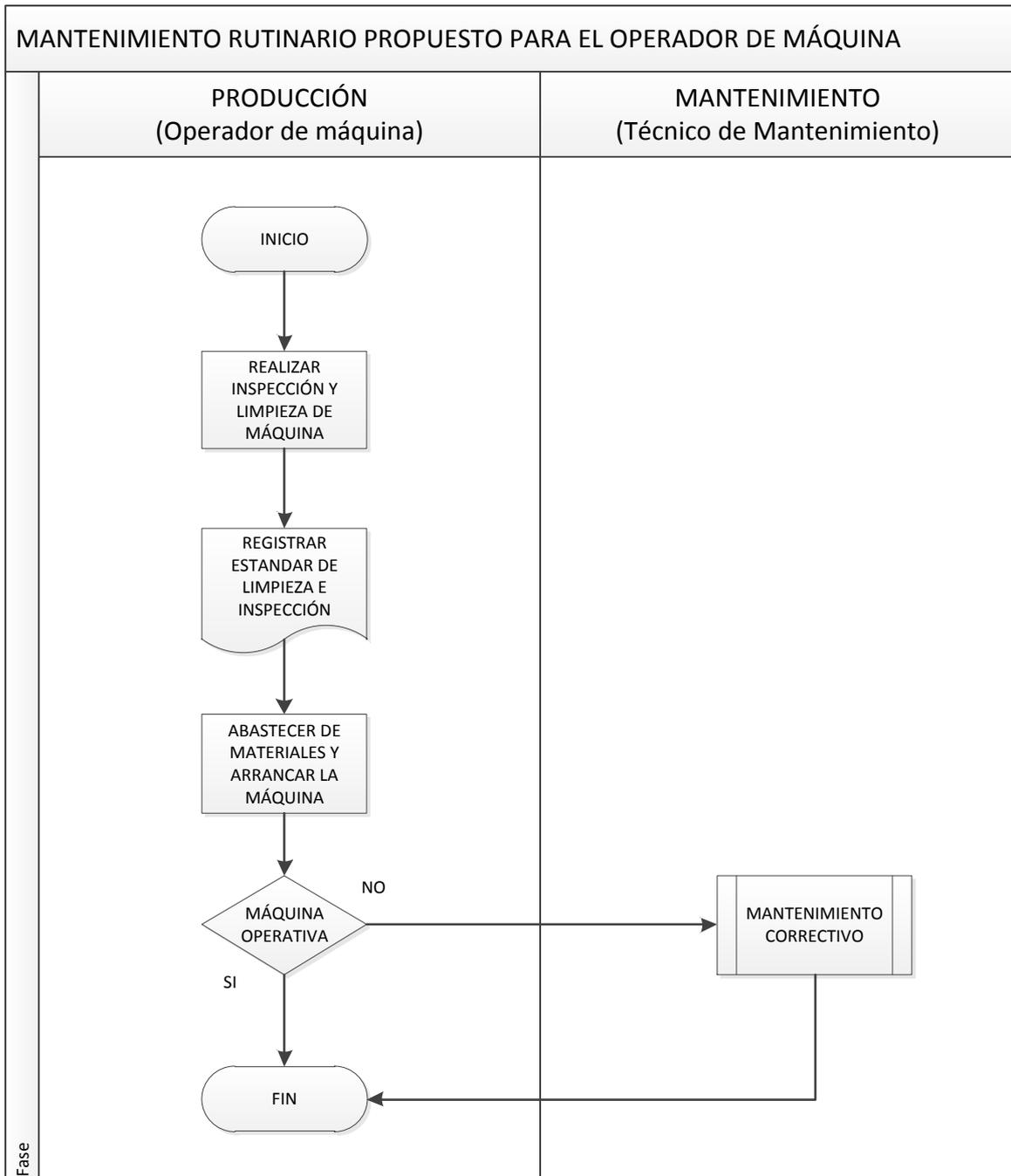


Figura 29: Diagrama de flujo propuesto para mantenimiento rutinario del operador de máquina

Mantenimiento rutinario para el técnico de mantenimiento

Las actividades a realizar por parte del personal de mantenimiento, específicamente del mecánico, son durante la jornada de trabajo en el turno que le corresponda, en este caso con una rutina diaria de inspección y chequeos, como lo describe el formato Estándar de Inspección del Mecánico, Tabla 12, y lo registra en el mismo formato.(Anexo 8)

Tabla 9: Formato de inspección del personal mecánico de filtros.

Estándar de Limpieza e Inspección MECÁNICO FILTROS											
No.	Req. Paro el equipo	Puntos a limpiar e inspeccionar	Estándar	Método	Acción	Herramientas y/o material	Tiempo (min)	Frecuencia			
								Turno	Diario	Semana	Meases
AF2											
1	SI	VARIADORES DE VELOCIDAD	SIN RUIDOS EXTRAÑOS	 	INSPECCIONAR	N/A	3				X
2	SI	BOMBA APLICACIÓN PLASTIFICANTE (ZENITH)	SIN FUGAS		INSPECCIONAR Y/O CORREGIR	N/A	3				X
3	SI	REDUCTOR DE VELOCIDAD	SIN RUIDOS EXTRAÑOS NI FUGAS	 	INSPECCIONAR Y/O CORREGIR	N/A	5				X
AC											
1	NO	SISTEMA DE SUCCION	SIN FUGAS		INSPECCIONAR Y/O CORREGIR	N/A	15		X		
2	NO	TAMBOR DE DESCARGA DE CARBON	SIN RUIDOS EXTRAÑOS NI FUGAS	 	INSPECCIONAR Y/O CORREGIR				X		
KDF2											
1	SI	ESMERILES	SIN DESGASTE	 	INSPECCIONAR Y/O CAMBIAR	GUANTES	3		X		
4	SI	TAMBOR INTRODUTOR	SIN OBSTRUCCIONES EN DUCTOS		VERIFICAR Y/O AJUSTAR	N/A	3			X	
2	SI	PASTAS DE FRENO DE PORTABOBINAS	SIN DESGASTE	 	INSPECCIONAR Y/O CAMBIAR	N/A	3			X	
3	SI	BANDA RUEDA DE TIRO	SIN DESGASTE	 	INSPECCIONAR Y/O CAMBIAR	N/A	5				X
5	SI	VENTILADOR PRINCIPAL	SIN RUIDOS EXTRAÑOS		VERIFICAR Y/O AJUSTAR	N/A	15				X
6	NO	MANGUERAS DE SUCCION	SIN FUGAS		INSPECCIONAR Y/O CAMBIAR	LLAVE DE 5	15				X
7	NO	MANGUERAS DE LUBRICACIÓN	SIN FUGAS		INSPECCIONAR Y/O CAMBIAR	LLAVE DE 5	15				X
8	NO	MANÓMETRO TRASPORJET	1,5 - 2,5 Bar		VERIFICAR Y/O AJUSTAR	N/A	1	X			
9	NO	PRESIÓN DE AIRE PARA REGULACIÓN DE DIÁMETRO	3 Bar		VERIFICAR Y/O AJUSTAR	N/A	1	X			
10	NO	PRESIÓN DE AIRE PARA TOMA DE MUESTRAS	3 - 3,7 Bar		VERIFICAR Y/O AJUSTAR	N/A	1		X		
11	NO	MANÓMETRO PRESIÓN DE LÍNEA	6 Bar		VERIFICAR Y/O AJUSTAR	N/A	1		X		
12	NO	PRESIÓN DE ACEITE	3 - 4 Bar		VERIFICAR Y/O AJUSTAR	N/A	1		X		
HCF80											
1	SI	BANDA TRANSPORTADORA DE FILTROS	BUEN ESTADO		INSPECCIONAR Y/O AJUSTAR	N/A	2				X

Fuente: COLTABACO

El diagrama de flujo respecto al mantenimiento rutinario del personal técnico de mantenimiento es el siguiente (Figura 33):

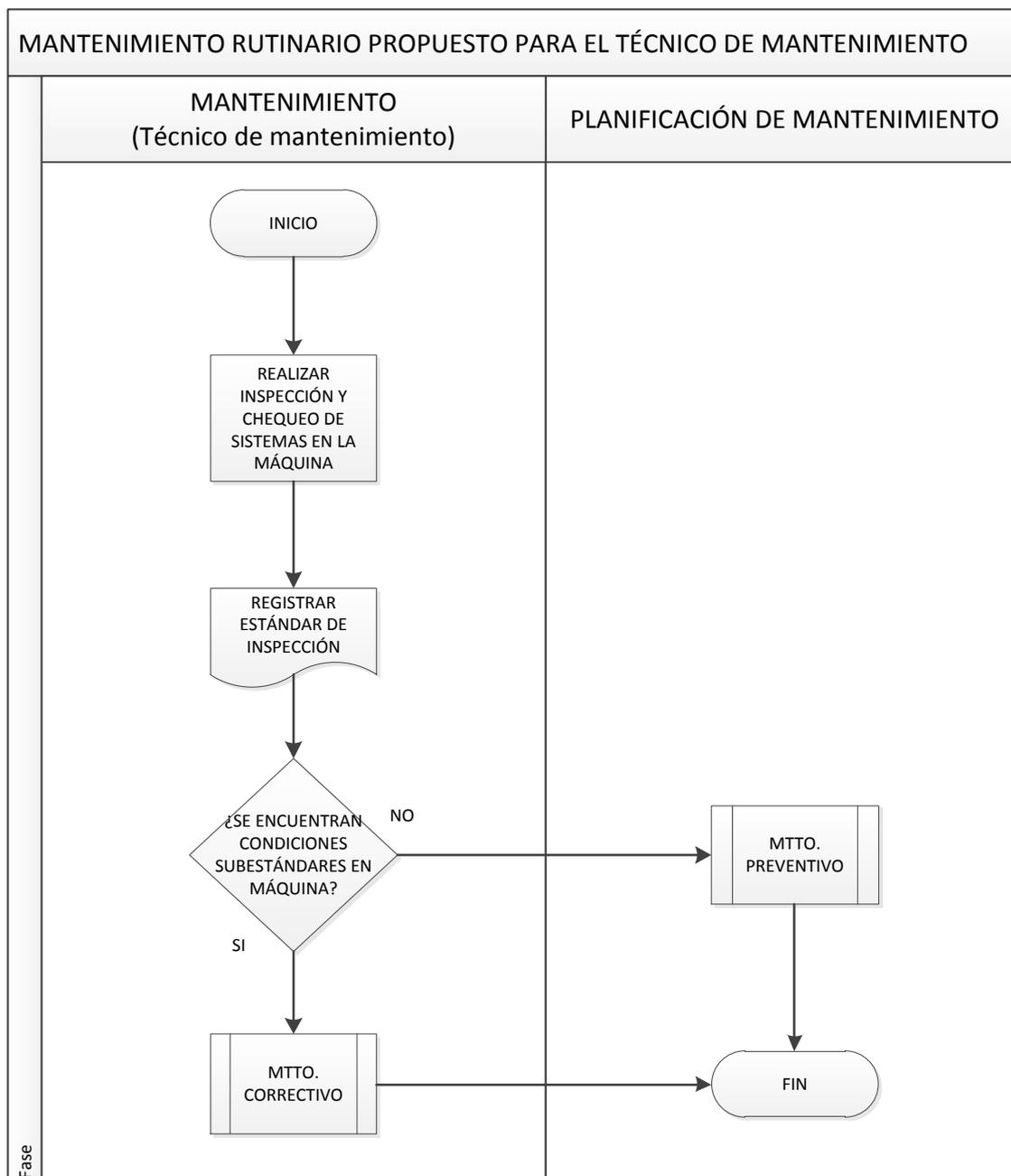


Figura 30: Diagrama de flujo propuesto para mantenimiento rutinario (técnico de mantenimiento)

Para ejecutar el plan de mantenimiento rutinario, tanto como del operador, como del mecánico, son necesarios varios requerimientos:

- Crear equipos naturales de trabajo

- Realizar las tareas descritas en los formatos respectivos con responsabilidad y compromiso.
- Trabajo en equipo
- Coordinar con producción los recursos para la correcta ejecución del mantenimiento, como materiales e insumos para la limpieza.
- Responsabilidad con la seguridad el momento de realizar tareas de limpieza e inspección

Dentro del diagrama de flujo propuesto, se describen todas las actividades realizadas para el responsable de cada área, su responsabilidad dentro de los planes y programas de mantenimiento.

4.2.2 PLAN DE ACCIÓN DE COBERTURA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Se definen las técnicas a utilizar en un correcto Mantenimiento Predictivo, así como los elementos necesarios para implementar un correcto monitoreo de la condición. Se considera la aplicación de las técnicas de Mantenimiento Predictivo en equipos dinámicos y en estáticos, eléctricos e instrumentación

El programa de Mantenimiento Predictivo o Basado en la Condición (PMBC) aplicado de manera sistemática brinda beneficios que impactan la confiabilidad, seguridad y productividad del proceso en un corto plazo, los pasos para su implementación son las siguientes:

1) Identificar los activos a incluir en el programa:

Como se definió en el análisis de criticidad en las fases anteriores, la máquina que debe tener prioridad a la hora de aplicar Mantenimiento Predictivo en orden de prioridad es primero la KDF2 de semifiltro de carbón, luego la KDF1 de semifiltro blanco y la KDF3 de filtro blanco, y al final las Mulfy's, sin embargo como son equipos similares en su estructura y subconjuntos, se

puede realizar las mediciones, muestras, y posterior análisis de manera conjunta.

2) Determinar el modo y efecto de falla de los equipos seleccionados:

Se debe conocer cuáles son los mecanismos que pueden desencadenar en una falla y las consecuencias de esto. Esta información es importante a fin de seleccionar la tecnología y los procedimientos óptimos de inspección, de igual manera en la Fase 3 de estrategias de confiabilidad se desarrollaron el FMEA (Análisis de los modos de falla) para la máquina de semifiltro de carbón KDF2, se propone realizar para las demás máquinas y efectuar una capacitación respecto a este tema al resto del equipo.

3) Seleccionar la tecnología predictiva:

Existen varias tecnologías predictivas, para el caso del proceso de Elaboración de Filtros, se detalla a continuación el programa de mantenimiento predictivo a desarrollarse. Tabla 10.

Tabla 10: Plan del mantenimiento predictivo

PRIORIDAD	MAQUINA	DESCRIPCION	SUBMAQUINA	CONJUNTO	SUBCONJUNTO	TECNICAS PREDICTIVAS	
1	KDF 2	Semifrito de Carbon	KDF2	Ventilador principal	Motor	Análisis de vibraciones, termografía, análisis de corriente	
				Transmisión principal	Ventilador	Análisis de vibraciones	
				Alimentación de carbon	Motor Principal	Análisis de vibraciones, termografía, análisis de corriente	
					Caja de engranajes	Análisis de aceite	
					Ventilador de succión	Análisis de vibraciones	
					Tuberías	Ultrasonido	
					Motor	Análisis de vibraciones, termografía, análisis de corriente	
					Ventilador principal	Análisis de vibraciones	
					PIV 1	Caja de engranajes	Análisis de aceite
					PIV 2	Caja de engranajes	Análisis de aceite
2	KDF 1	Semifrito blanco	KDF2	Ventilador principal	Motor	Análisis de vibraciones, termografía, análisis de corriente	
				Transmisión principal	Ventilador	Análisis de vibraciones	
					Motor Principal	Análisis de vibraciones, termografía, análisis de corriente	
					Caja de engranajes	Análisis de aceite	
					Ventilador principal	Análisis de vibraciones	
					PIV 1	Caja de engranajes	Análisis de aceite
					PIV 2	Caja de engranajes	Análisis de aceite
					Ventilador principal	Motor	Análisis de vibraciones, termografía, análisis de corriente
					Transmisión principal	Ventilador	Análisis de vibraciones
					Caja de engranajes	Motor Principal	Análisis de vibraciones, termografía, análisis de corriente
2	KDF 3	Semifrito blanco	KDF2	Ventilador principal	Motor	Análisis de vibraciones, termografía, análisis de corriente	
				Transmisión principal	Ventilador	Análisis de vibraciones	
					Motor Principal	Análisis de vibraciones, termografía, análisis de corriente	
					Caja de engranajes	Análisis de aceite	
					Ventilador principal	Motor	Análisis de vibraciones, termografía, análisis de corriente
					PIV 1	Caja de engranajes	Análisis de aceite
					PIV 2	Caja de engranajes	Análisis de aceite
					Ventilador principal	Motor	Análisis de vibraciones, termografía, análisis de corriente
					Transmisión principal	Ventilador	Análisis de vibraciones
					Caja de engranajes	Motor Principal	Análisis de vibraciones, termografía, análisis de corriente
3	MULFY 1	Filtro Dual	KDF2	Ventilador principal	Motor	Análisis de vibraciones, termografía, análisis de corriente	
				Transmisión principal	Ventilador	Análisis de vibraciones	
					Motor Principal	Análisis de vibraciones, termografía, análisis de corriente	
					Caja de engranajes	Análisis de aceite	
					Ventilador succión	Análisis de vibraciones, termografía, análisis de corriente	
					Transmisión principal	Ventilador	Análisis de vibraciones
					Ventilador auxiliar	Caja de engranajes	Análisis de grasa
					Ventilador auxiliar hcf	Motor	Análisis de vibraciones, termografía, análisis de corriente
					Ventilador principal	Ventilador	Análisis de vibraciones
					Transmisión principal	Motor Principal	Análisis de vibraciones, termografía, análisis de corriente
4	MULFY2	Filtro Dual	KDF2	Ventilador principal	Motor	Análisis de vibraciones, termografía, análisis de corriente	
				Transmisión principal	Ventilador	Análisis de vibraciones	
					Motor Principal	Análisis de vibraciones, termografía, análisis de corriente	
					Caja de engranajes	Análisis de aceite	
					Ventilador succión	Análisis de vibraciones, termografía, análisis de corriente	
					Transmisión principal	Ventilador	Análisis de vibraciones
					Ventilador auxiliar	Caja de engranajes	Análisis de grasa
					Ventilador auxiliar hcf	Motor	Análisis de vibraciones, termografía, análisis de corriente
					Ventilador principal	Ventilador	Análisis de vibraciones
					Transmisión principal	Motor Principal	Análisis de vibraciones, termografía, análisis de corriente

4.2.3 PROGRAMA DE SEGURIDAD PROPUESTO PARA MANTENIMIENTO

La gestión para mitigar los Riesgos, se efectúan mediante varios Programas de Seguridad que aplican al proceso de Mantenimiento. Estos programas tienen como objetivo final, minimizar la probabilidad de las lesiones, daño a la salud del personal e impactos al ambiente. Estos programas incluyen los siguientes controles:

- **Programas Generales**
 - Programa de Protección Auditiva
 - Programa de Protección Respiratoria
 - Programa Ergonómico
 - Programa EPI's (equipos de protección individual)
 - Programa de Protección en Manos
 - Programa de Permisos de Trabajo
 - Programa de Respuesta ante emergencias
 - Programa de Comunicación
 - Programa de Capacitación
 - Programa de Cumplimiento Legal

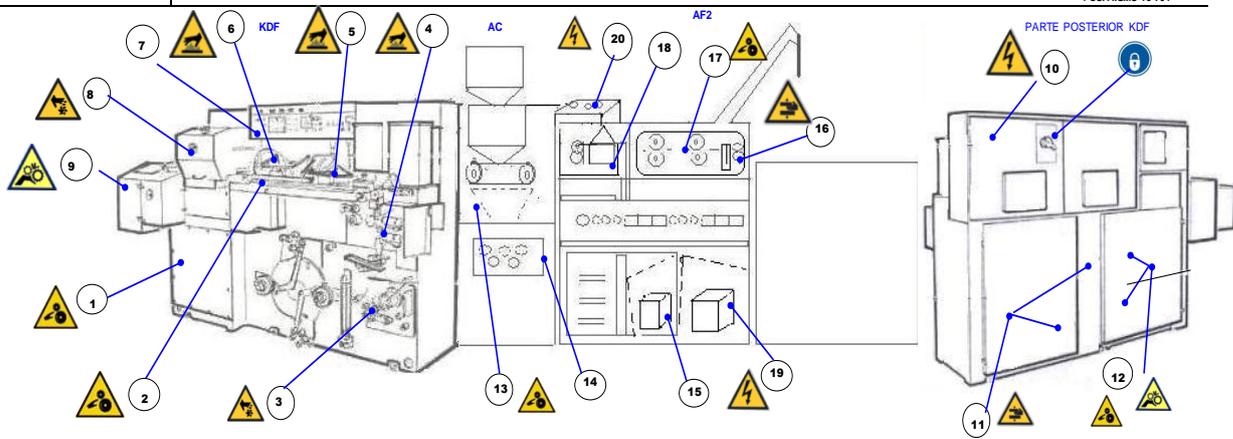
- **Programas Específicos**
 - Programa OAT (Organización de las Áreas de Trabajo)
 - Programa de Control de Contratistas
 - Reglas de Oro

Se realiza un mapa de riesgos (Tabla 11) para cada máquina del proceso de elaboración de filtros, en este caso específico la máquina KDF2, por ser la más crítica dentro del proceso como ya se había determinado, para determinar los

principales riesgos que se pueden incurrir durante la operación y ejecución del mantenimiento.

El trabajo con seguridad es una premisa de la propuesta de mejora, todas las actividades realizadas dentro de la gestión de mantenimiento deben ser de manera responsable y siempre pensando en seguridad.

Tabla 11: Mapa de riesgos de maquinaria

		MAPA DE RIESGOS DE MAQUINARIA					
Maquina: <u>KDF # 2</u>		Area o proceso: <u>FILTROS</u>					
4-SSA-IIGMS-15-F01							
							
SEMANA # 1		RESPONSABLE:					
CHECK	Ubicación del Riesgo	Tipo de riesgo	CHECK	Ubicación del Riesgo	Tipo de riesgo	 Sistema de Bloque de energía, use su Lock Out Tag Out	
KDF			11	Guarda de bomba de aceite y de succión	Atrapamiento	 Sistema de aislamiento de partes en movimiento, PROHIBIDO BLOQUEAR MICROS O REMOVER GUARDAS	
1	Guarda del motor principal (micro)	Atrapamiento	12	Guarda de motor principal - sistema de frenado (micro)	Atrapamiento		
2	Guarda del volante de arrastre de la banda formadora	Atrapamiento		AC			
3	Cuchilla de corte de papel	Corte	13	Guarda frontal	Atrapamiento		 Sistema de inspección
4	Conjunto de aplicadores de hot meal	Quemadura	14	Tablero de control			
5	Calefactores	Quemadura		AF2			OBSERVACIONES: SIN MICRO CHECK 2 Y13
6	Pre-calentador	Quemadura	15	Depósito de plastificante	Derrame		
7	Tablero de control			SISTEMA ELECTRICO			
8	Guarda de cabezal de corte (micro)	Corte - atrapamiento	17	Guarda frontal de rodillos (micro)	Atrapamiento		
9	Guarda del tambor introductor (micro)	Atrapamiento	18	Depósito de triacetina (plastificante)	Derrame		
SISTEMA ELECTRICO				SISTEMA ELECTRICO			
10	Armaño de distribución	Descarga	19	Transformador	Choque eléctrico		
			20	Tablero Eléctrico	Choque eléctrico		

Fuente: Procedimiento de Elaboración de Filtros, 2013

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este capítulo describe las conclusiones y recomendaciones del proyecto realizado, proponiendo mejoras en la gestión del mantenimiento, utilizando estrategias y herramientas de confiabilidad, y al mejorar la gestión realizada en el mantenimiento, los indicadores de Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad de la maquinaria, también mejoran.

5.1 CONCLUSIONES

1. Utilizando la metodología de la gestión integral de activos, como guía para realizar la propuesta nos damos cuenta que puede ser aplicada a los procesos de mantenimiento y mejorarlos en su gestión.
2. En el diagnóstico de la situación actual, se analizó el proceso de mantenimiento dentro del sistema de gestión implementado en la compañía, su mapa de procesos, misión, visión y objetivos, los cuales estaban de manera general y no especificaba como debía gestionarse el mismo.
3. Al utilizar estrategias de confiabilidad, podemos jerarquizar equipos por su importancia dentro de la cadena de producción, y estos son los que determinan los planes de mantenimiento.
4. Se crean los subprocesos de Planificación y Programación del Mantenimiento, los cuales son los encargados de planificar y programar respectivamente todas las actividades del mantenimiento sea este correctivo, preventivo y rutinario, facilitando y gestionando recursos, coordinando disponibilidad de equipos y tiempos con producción.
5. Al evaluar la gestión del mantenimiento, se puede ver claramente las áreas que necesitan mejorar, y desarrollar planes que permitan optimizar recursos durante la ejecución de los distintos mantenimientos.

6. La información generada por el SICOT, es de mucha importancia para que la propuesta de mejora obtenga resultados favorables, porque todos los datos ingresados y obtenidos son la base para alcanzar el cumplimiento de los planes de mantenimiento.
7. Los formatos generados durante todas las etapas de los planes de mantenimiento, son el apoyo que se requiere para recopilar la información necesaria para una buena gestión del mantenimiento.
8. El análisis de soluciones aplicadas en el proyecto, permite ampliar la visión estratégica de la empresa y cumplir con la filosofía OPEN, incentivando la mejora continua.

5.2 RECOMENDACIONES

1. Desarrollar planes de capacitación al personal involucrado específicamente en temas de confiabilidad.
2. El ingreso de datos, reportes, comentarios, en el sistema SICOT, y en general todo la información requerida para el diagnóstico y posterior análisis debe ser lo más confiable posible, esto quiere decir que los datos registrados en el Sistema de Control de Tiempos (SICOT), deben ser lo más real posible, así se garantiza que el análisis sea fidedigno y de esta manera planificar y programar los mantenimientos con responsabilidad.
3. Realizar una capacitación inmediata del Sistema de Control de Tiempos (SICOT), a todo el personal involucrado, para garantizar la información registrada.
4. Crear Equipos Naturales de Trabajo y un Líder de confiabilidad, para que sean quienes analicen, evalúen y propongan las mejores alternativas de mejora.

5. Continuar con iniciativas de mejora (Kaizen) y afianzar la filosofía OPEN.
6. Crear planes de desarrollo al personal técnico del proceso de mantenimiento.
7. Gestionar el conocimiento, aprovechando el sistema satélite de PMI (Phillip Morris Inc.), que consiste en coordinar acciones de mejora conjuntamente con la filial de Coltabaco en Colombia.
8. Coordinar con las áreas involucradas en el proceso de mantenimiento de una manera que las actividades a realizar, no influya en generar desperdicios de recursos.
9. El servicio que el proceso de mantenimiento entrega a sus clientes debe ser de calidad, a tiempo y dentro de los parámetros de la gestión de activos.
10. Implementar un Plan Mantenimiento Predictivo o Basado en la condición, con todos los parámetros necesarios para una buena realización del mismo como se propone en el capítulo 4.

REFERENCIAS

- Améndola, L. (2002). *Modelos Mixtos de Confiabilidad*. Recuperado el Abril de 2013, de www.mantenimientomundial.com.
- Barabady, J. (2008). Programación de mantenimiento basado en confiabilidad. *Riesgo y confiabilidad*.
- Cáceres, B. (2004). Como incrementar la competitividad mediante estrategias para gerenciar mantenimiento. *VI Congreso Internacional de Mantenimiento*. Bogota, Colombia: ACEIM.
- CEFE. (2008). *Seminario dse Administracion de la producción*. Quito.
- Chiavenato, A. (2001). *“Administración de recursos Humanos”, 5ta.* México: Edición, Mc Graw Hill,.
- Durán, José Bernardo. (2000). Qué es Confiabilidad Operacional? Revista Club Mantenimiento. Año 1. Nº 2. Septiembre 2000
- Grupo Novatech. (2012). *Seminario de Calidad NTC-T 25 versión 1*.
- Kardek, A., & Nascif, J. (2002). *Mantenimiento, Función estratégica*. Rio de Janeiro: CIP Brasil.
- Lafraia, J. R. (2001). *Manual de confiabilidade, Manutenibilidade e disponibilidade*. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora.
- Lefcovich, M. (2010). *Mantenimiento Productivo Total TPM*. Recuperado el 15 de Agosto de 2012, de <http://www.monografias.com>
- Mendizabal, A. (2010). *Seminario de Mantenimiento E P N Fac. Ing. Elec.* Quito.
- Mertens, L. (1997). *Competencia Laboral: sistemas, surgimiento y modelos*. . Montevideo.: Interfor/OIT. .
- Morrow L.C. (2006). *Manual de Mantenimiento Industrial Pág34-35*. México: McGraw.Hill Book Company.
- Pérez, C. M. (4 de Abril de 2008). *RCM: Soporte & cia sas*. Recuperado el 12 de Agosto de 2012, de <http://www.rcm2-soporte.com>
- Pinto, A. (1995). *Gerenciamiento moderno de Manutenção*. Sao Paulo.

- Ron, F. (2001). *“Metodología de la Investigación”*,, Pág. 35, . Quito: ED. Escuela Politécnica Nacional.
- Sexto. (Febrero de 2005). *Confiabilidad Integral del Activo*. Recuperado el 20 de Mayo de 2013, de <http://www.cujae.edu.cu>
- Sexto, L. F. (14 de Enero de 2005). *El enfoque basado en Procesos*. Recuperado el 26 de Julio de 2012, de <http://www.cujae.edu.cu>
- Sondalini, M. (2005). *The Japanese Path To Maintenance Excellence*. ED E-Books: Products.
- Sotuyo, B. (2001). *Optimizaciòn Integral de Mantenimiento*. Recuperado el 20 de Marzo de 2013, de www.confianilidad.net.
- Werthe, W., & Davis, J. (2009). *Administración de Personal y Recursos Humanos*. Bogotá: Norma.

ANEXOS

ANEXO 1:

- a) Manual para Evaluar los Sistemas de Mantenimiento en la Industria**
- b) Cuestionario para la evaluación del mantenimiento**
- c) Cuantificación de los resultados de la evaluación**

a) MANUAL PARA EVALUAR LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO EN LA INDUSTRIA

1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma contempla un método cuantitativo, para la evaluación de sistemas de mantenimiento en empresas, para determinar la capacidad de gestión de la empresa en lo que respecta al “mantenimiento” mediante el análisis y calificación de los siguientes factores:

5. Organización de la empresa.
6. Organización de la función de mantenimiento.
7. Planificación, programación y control de las actividades de mantenimiento.
8. Competencia del personal.

El manual está enfocado para su aplicación en empresas o plantas en funcionamiento. Para aquellas en fase de proyecto se requiere de una planificación que contemple aspectos funcionales y de ingeniería tales como criterios de selección de equipos y maquinarias, especificación de materiales de construcción, distribución de plantas, u otros.

2. PROCEDIMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN

Es necesario antes de la elaboración de un manual disponer de la definición de los conceptos de principios básicos y deméritos, de igual manera que el establecimiento de los criterios para su ponderación.

Definiciones:

Principio básico: es aquel concepto que refleja las normas de organización y funcionamiento, sistemas y equipos que deben existir y aplicarse en mayor o menor proporción para lograr los objetivos del mantenimiento.

Deméritos: es aquel aspecto parcial referido a un principio básico, que por omisión o su incidencia negativa origina que la efectividad de este no sea completa, disminuyendo en consecuencia la puntuación total de dicho principio.

Criterios para la ponderación del Principio Básico:

- El evaluador debe mantener una entrevista con el sector dirigente de la empresa con el objetivo de efectuar un análisis de los aspectos cualitativos recogidos en los distintos principios básicos.
- En el contacto inicial no debe profundizarse en el análisis, por lo tanto no deben considerarse los posibles deméritos, limitando la investigación a los aspectos contemplados en el Principio básico.
- Si de este primer contacto se desprende que existe el principio básico, aun desconociendo su eficiencia real en la práctica, el evaluador asignará la puntuación completa correspondiente dependiendo del valor respectivo.
- Si en la entrevista inicial se deduce la no existencia del principio básico el evaluador procederá a evaluarlo en cero puntos, en consecuencia no será necesario entrar en el análisis de los posibles deméritos del principio básico.

Criterios para la ponderación de los deméritos:

- Para determinar la existencia real de deméritos en cada principio básico que se haya comprobado su existencia, el evaluador hará una investigación exhaustiva y minuciosa, en el mismo lugar en que cada aspecto pueda dar lugar a su existencia, considerando cada detalle que pueda contribuir a disminuir la eficacia del contenido del principio básico.
- Los deméritos restantes al principio básico hasta la cantidad máxima que se indica para cada uno de ellos en la columna correspondiente a cada capítulo, pueden restar cualquier valor comprendido entre cero y el valor máximo que se indica para cada uno de ellos, dependiendo de la intensidad con que el demérito se presenta.

b) CUESTIONARIO PARA LA EVALUACION DE LA GESTION DEL MANTENIMIENTO EN EL PROCESO DE ELABORACION DE FILTROS EN TABACALERA ANDINA S. A TANASA

NOMBRE: _____

CARGO: _____

AREA 1 ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES. PRINCIPIOS

Principio Básico (60 puntos)

“La empresa posee un organigrama general y por departamentos. Se tienen definidas por escrito las descripciones de las diferentes funciones con su correspondiente asignación de responsabilidades para todas las unidades estructurales de la organización”

Deméritos

- La empresa no posee organigramas acordes con su estructura o no están actualizados; tanto a nivel general como a nivel de departamentos. ____/20
- Las funciones y la correspondiente asignación de responsabilidades, no están especificadas por escrito o presentan falta de claridad. ____/20
- La definición de funciones y la asignación de responsabilidades no llega hasta el último nivel supervisorio necesario, para el logro de los objetivos deseados. ____/20

AUTORIDAD Y AUTONOMÍA

Principio Básico (40 puntos)

“Las personas asignadas al desarrollo y cumplimiento de las diferentes funciones, cuentan con el apoyo necesario de la dirección de la organización, y tienen la suficiente autoridad y autonomía para el cumplimiento de las funciones y responsabilidades establecidas”

Deméritos

- La línea de autoridad no está claramente definida ____/10
- Las personas asignadas a cada puesto de trabajo no tiene pleno conocimiento de sus funciones ____/10
- Existe duplicidad de sus funciones ____/10
- La toma de decisiones para la resolución de problemas rutinarios en cada dependencia o unidad, tiene que ser efectuada previa consulta a los niveles superiores. ____/10

SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Principio Básico (50 puntos)

“La empresa cuenta con una estructura técnica administrativa para la recolección, depuración, almacenamiento, procesamiento y distribución de la información que el sistema productivo requiere.”

Deméritos

- La empresa no cuenta con un diagrama de flujo para el sistema de información, donde estén involucrados todos los componentes estructurales partícipes en la toma de decisiones. ____/10
- La empresa no cuenta con mecanismos para evitar que se introduzca información errada o incompleta en. Sistema de información. ____/5
- La empresa no cuenta con un archivo ordenado y jerarquizado técnicamente. ____/5
- No existen procedimientos normalizados (formatos) para llevar a comunicar la información entre las diferentes secciones o unidades, así como almacenamiento (archivo) para su cabal recuperación. ____/10
- La empresa no dispone de los medios para el procesamiento de la información en base a los resultados que se desean obtener. ____/10
- La empresa no dispone de los mecanismos para que la información recopilada y procesada llegue a las personas que deben manejarla. ____/10

AREA II ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO**FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES****Principio Básico (80 puntos)**

“La función de mantenimiento, está bien definida y ubicada dentro de la organización y posee un organigrama para este departamento. Se tienen por escrito las diferentes funciones y responsabilidades para los diferentes componentes dentro de la organización de mantenimiento. Los recursos asignados son adecuados, a fin de que la función pueda cumplir con los objetivos planteados.”

Deméritos

- La empresa no tiene organigramas acordes a su estructura o no están actualizados para la organización de mantenimiento. ____/15
- La organización de mantenimiento, no está acorde con el tamaño del sistema operativo, tipo de objetos a mantener, tipo de personal, tipo de proceso, distribución geográfica, u otro. ____/15
- La unidad de mantenimiento no se presenta en el organigrama general, independiente del departamento de producción. ____/15
- Las funciones y la correspondiente asignación de responsabilidades no están definidas por escrito o no están claramente definidas dentro de la unidad. ____/10
- La asignación de funciones y responsabilidades no llegan hasta el último nivel supervisorio necesario, para el logro de los objetivos deseados. ____/10

- La empresa no cuenta con el personal suficiente tanto en cantidad como en calificación, para cubrir las actividades de mantenimiento. ____/15

AUTORIDAD Y AUTONOMÍA

Principio Básico (50 puntos)

“Las personas asignadas para el cumplimiento de las funciones y responsabilidades cuentan con el apoyo de la gerencia y poseen la suficiente autoridad y autonomía para el desarrollo y cumplimiento de las funciones y responsabilidades establecidas”

Deméritos

- La unidad de mantenimiento no posee claramente definidas las líneas de autoridad. ____/15
- El personal asignado a mantenimiento no tiene pleno conocimiento de sus funciones. ____/15
- Se presentan solapamientos y/o duplicidad en las funciones asignadas cada componente estructural de la organización de mantenimiento. ____/10
- Los problemas de carácter rutinario no pueden ser resueltos sin consulta a niveles superiores. ____/10

SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Principio Básico (70 puntos)

“La organización de mantenimiento posee un sistema que le permite manejar óptimamente toda la información referente a mantenimiento (registro de fallas, programación de mantenimiento, estadísticas, costos información sobre equipos, u otra).”

Deméritos

- La organización de mantenimiento no cuenta con un diagrama de flujo para el sistema de información, donde estén claramente definidos todos los componentes estructurales involucrados en la toma de decisiones. ____/15
- La organización de mantenimiento no dispone de los medios para el procesamiento de la información de las diferentes secciones o unidades en base a los resultados que se desean obtener. ____/15
- La organización de mantenimiento no cuenta con mecanismos para evitar que se introduzca información errada o incompleta en Sistema de información. ____/10
- La organización de mantenimiento no cuenta con un archivo ordenado y jerarquizado técnicamente. ____/10
- No existen procedimientos normalizados (formatos) para llevar a comunicar la información entre las diferentes secciones o unidades, así como almacenamiento (archivo) para su cabal recuperación. ____/15
- La organización de mantenimiento no dispone de los mecanismos para que la información recopilada y procesada llegue a las personas que deben manejarla. ____/10

AREA III PLANIFICACION DE MANTENIMIENTO

OBJETIVOS Y METAS

Principio Básico (70 puntos)

“Dentro de la organización de mantenimiento la función de planificación tiene establecidos los objetivos y metas en cuanto a las necesidades de los objetos de mantenimiento, y el tiempo de realización de acciones de mantenimiento para garantizar la disponibilidad de los sistemas, todo esto incluido en forma clara y detallada en un plan de acción.”

Deméritos

- No se encuentran definidos por escrito los objetivos y metas que debe cumplir la organización de mantenimiento. ____/20
- La organización de mantenimiento no posee un plan donde se especifiquen detalladamente las necesidades reales y objetivas de mantenimiento para los diferentes objetos a mantener. ____/20
- La organización no tiene establecido un orden de prioridades para la ejecución de las acciones de mantenimiento de aquellos sistemas que lo requieren. ____/15
- Las acciones de mantenimiento que se ejecutan no se orientan hacia el logro de los objetivos. ____/15

POLÍTICAS PARA LA PLANIFICACIÓN

Principio Básico (70 puntos)

“La gerencia de mantenimiento ha establecido una política general que involucre su campo de acción, su justificación, los medios y objetivos que persigue. Se tiene una planificación para la ejecución de cada una de las acciones de mantenimiento utilizando los recursos disponibles.”

Deméritos

- La organización no posee un estudio donde se especifiquen detalladamente las necesidades reales y objetivas de mantenimiento para los diferentes objetivos de mantenimiento. ____/15
- No se tiene establecido un orden de prioridades para la ejecución de las acciones de mantenimiento de aquellos sistemas que lo requieran. ____/15
- A los sistemas solo se le realiza mantenimiento cuando fallan. ____/15
- El equipo gerencial no tiene coherencia en torno a las políticas de mantenimiento establecidas. ____/15

CONTROL DE EVALUCIÓN

Principio Básico (60 puntos)

“La organización cuenta con un sistema de señalización o codificación lógica y secuencial que permite registrar información del proceso o de cada línea, máquina o equipo en el sistema total.

Se tiene elaborado un inventario técnico de cada sistema: su ubicación, descripción y datos de mantenimiento necesarios para la elaboración de los planes de mantenimiento.”

Deméritos

- No existen procesos normalizados para recabar y comunicar información así como su almacenamiento para su posterior uso. ____/10
- No existe una codificación secuencial que permita la ubicación rápida de cada objeto dentro del proceso, así como catálogos de piezas y partes de cada objeto a mantener. ____/10
- La empresa no posee inventario de manuales de mantenimiento y operación, así como catálogos de piezas y partes de cada objeto a mantener. ____/10
- No se dispone de un inventario técnico de objetos de mantenimiento que permita conocer la función de los mismos dentro del sistema al cual pertenece, recogida ésta información en formatos normalizados. ____/10
- No se llevan registros de fallas y causas por escrito. ____/5
- No se llevan estadísticas de tiempos de parada y de tiempo de reparación. ____/5
- No se tiene archivada y clasificada la información necesaria para la elaboración de los planes de mantenimiento. ____/5
- La información no es procesada y analizada para la futura toma de decisión. ____/5

AREA IV MANTENIMIENTO RUTINARIO

PLANIFICACIÓN

Principio Básico (100 puntos)

“La organización de mantenimiento tiene preestablecidas las actividades diarias y hasta semanales que se van a realizar a los objetos de mantenimiento, asignando los ejecutores responsables para llevar a cabo la acción de mantenimiento.

La organización de mantenimiento cuenta con una infraestructura y procedimientos para que las acciones de mantenimiento rutinario se ejecuten en forma organizada.

La organización de mantenimiento tiene un programa de mantenimiento rutinario, así como también un stock de materiales y herramientas de mayor uso para la ejecución de este tipo de mantenimiento.”

Deméritos

- No están descrita de forma clara y precisa las instrucciones técnicas que permitan al operario o en su defecto a la organización de mantenimiento aplicar correctamente mantenimiento rutinario a los sistemas. ____/20
- Falta de documentación sobre instrucciones de mantenimiento para la generación de acciones de mantenimiento rutinario. ____/20
- Los operarios no están bien informados sobre el mantenimiento a realizar. ____/20

- No se tiene establecida una coordinación con la unidad de producción para ejecutar las labores de mantenimiento rutinario. ____/20
- Las labores de mantenimiento rutinario no son realizadas por el personal más adecuado según la complejidad y dimensiones de la actividad a ejecutar. ____/10
- No se cuenta con un stock de materiales y herramientas de mayor uso para la ejecución de este tipo de mantenimiento. ____/10

PROGRAMACIÓN E IMPLANTACIÓN

Principio Básico (80 puntos)

Las acciones de mantenimiento rutinario están programadas de manera que el tiempo de ejecución no interrumpa el proceso productivo, la frecuencia de ejecución de las actividades son menores o iguales a una semana.

La implantación de las actividades de mantenimiento rutinario lleva consigo una supervisión que permita controlar la ejecución de dichas actividades.

Deméritos

- No existe un sistema donde se identifique el programa de mantenimiento rutinario. ____/15
- La programación de mantenimiento rutinario no está definido de manera clara y detallada. ____/10
- Existe el programa de mantenimiento pero no se cumple con la frecuencia estipulada, ejecutando las acciones de manera variable y ocasionalmente. ____/10
- Las actividades de mantenimiento rutinario están programadas durante todos los días de la semana, impidiendo que exista holgura para el ajuste de la programación. ____/10
- La frecuencia de las acciones de mantenimiento rutinario (limpieza, ajuste, calibración y protección) no están asignadas a un momento específico de la semana. ____/10
- No se cuenta con el personal idóneo para la implantación del plan de mantenimiento rutinario ____/10
- No se tienen claramente identificados a los sistemas que formarán parte de las actividades de mantenimiento rutinario. ____/10
- La organización no tiene establecida una supervisión para el control de ejecución de las actividades de mantenimiento rutinario. ____/5

CONTROL Y EVALUACIÓN

Principio Básico (70 puntos)

“El departamento de mantenimiento dispone de mecanismos que permitan llevar registros de las fallas, causas, tiempos de parada, materiales y herramientas utilizadas. Se lleva un control del mantenimiento de los diferentes objetos.

El departamento dispone de medidas necesarias para verificar que se cumplan las acciones de mantenimiento rutinario programadas. Se realizan evaluaciones periódicas de los resultados de la aplicación del mantenimiento rutinario.”

Deméritos

- No se dispone de una ficha para llevar el control de los manuales de servicio, operación y partes. ____/10
- No existe un seguimiento desde la generación de las acciones técnicas de mantenimiento rutinario, hasta su ejecución. ____/15
- No se llevan registros de las acciones de mantenimiento rutinario realizadas. ____/5
- No existen formatos de control que permitan verificar si se cumple el mantenimiento rutinario y a su vez emitir órdenes para arreglos o reparaciones a las fallas detectadas. ____/10
- No existen formatos que permitan recoger información en cuanto a consumo de ciertos insumos requeridos para ejecutar mantenimiento rutinario permitiendo presupuestos más reales. ____/5
- El personal encargado de las labores de acopio y archivo de información no esta bien adiestrado para la tarea, con el fin de realizar evaluaciones periódicas para este tipo de mantenimiento. ____/5
- La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento rutinario basándose en los recursos utilizados y la incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento. ____/5

AREA V MANTENIMIENTO PROGRAMADO

PLANIFICACIÓN

Principio Básico (100 puntos)

“La organización de mantenimiento cuenta con una infraestructura y procedimiento para que las acciones de mantenimiento programado se lleven en una forma organizada.

La organización de mantenimiento tiene un programa de mantenimiento programado en el cual se especifican las acciones con frecuencia desde quincenal y hasta anuales a ser ejecutadas a los objetos de mantenimiento.

La organización de mantenimiento cuenta con estudios previos para determinar las cargas de trabajo por medio de las instrucciones de mantenimiento recomendadas por los fabricantes, constructores, usuarios, experiencias conocidas, para obtener ciclos de revisión de los elementos más importantes.

Deméritos

- No existen estudios previos que conlleven a la determinación de las cargas de trabajo y ciclos de revisión de los objetos de mantenimiento, instalaciones y edificaciones sujetas a acciones de mantenimiento. ____/20
- La empresa no posee un estudio donde se especifiquen las necesidades reales y objetivas para los diferentes objetos de mantenimiento, instalaciones y edificaciones. ____/15
- No se tienen planificadas las acciones de mantenimiento programado en orden de prioridad, y en el cual se especifiquen las acciones a ser ejecutadas a los objetos de mantenimiento, con frecuencias desde quincenales hasta anuales. ____/15
- La información para la elaboración de instrucciones técnicas de mantenimiento programado, así como sus procedimientos de ejecución, es deficiente. ____/20

- No se dispone de los manuales y catálogos de todas las máquinas. ____/10
- No se ha determinado la fuerza laboral necesaria para llevar a cabo todas las actividades de mantenimiento programado. ____/10
- No existe una planificación conjunta entre la organización de mantenimiento, producción, administración y otros entes de la organización para la ejecución de las acciones de mantenimiento programado. ____/10

PROGRAMACIÓN E IMPLANTACIÓN

Principio Básico (80 puntos)

“La organización tiene establecidas instrucciones detalladas para revisar cada elemento de los objetos sujetos a acciones de mantenimiento, con una frecuencia establecida para dichas revisiones, distribuidas en un calendario anual.

La programación de actividades posee la elasticidad necesaria para llevar a cabo las acciones en el momento conveniente sin interferir con las actividades de producción y disponer del tiempo suficiente para los ajustes que requiere la programación”

Deméritos

- No existe un sistema donde se identifique el programa de mantenimiento programado. ____/20
- Las actividades están programadas durante todos los días de la semana, impidiendo que exista holgura para el ajuste de la programación. ____/10
- Existe el programa de mantenimiento pero no se cumple con la frecuencia estipulada, ejecutando las acciones de manera variable y ocasionalmente. ____/15
- No existe un estudio de las condiciones reales de funcionamiento y las necesidades de mantenimiento. ____/10
- No se tiene un procedimiento para la implantación de los planes de mantenimiento programado. ____/10
- La organización no tiene establecida una supervisión para el control de ejecución de las actividades de mantenimiento programado ____/15

CONTROL Y EVALUACIÓN

Principio Básico (70 puntos)

La organización dispone de mecanismos eficientes para llevar a cabo el control y la evaluación de las actividades de mantenimiento enmarcadas en la programación.

Deméritos

- No se controla la ejecución de las acciones de mantenimiento programado. ____/15
- No se llevan las fichas de control de mantenimiento por cada objeto de mantenimiento. ____/10
- No existen planillas de programación anual por semanas para las acciones de mantenimiento a ejecutarse y su posterior evaluación de ejecución. ____/10

- No existen formatos de control que permitan verificar si se cumple mantenimiento programado y a su vez emitir órdenes para arreglos o reparaciones a fallas detectadas. ____/5
- No existen formatos que permitan recoger información en cuanto consumo de ciertos insumos requeridos para ejecutar mantenimiento programado para estimar presupuestos más reales. ____/5
- El personal encargado de las labores de acopio y archivo de información no está bien adiestrado para la tarea, con el fin de realizar evaluaciones periódicas para este tipo de mantenimiento. ____/5
- La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento programado basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento. ____/20

AREA VI MANTENIMIENTO CIRCUNSTANCIAL

PLANIFICACIÓN

Principio Básico (100 puntos)

“La ejecución de actividades de objetos de mantenimiento que se utilizan de forma circunstancial o alterna, está dentro de los planes de la organización de mantenimiento y la ejecución de estas actividades, está en coordinación con el departamento de producción y otros entes de la organización.”

Deméritos

- Los objetivos que van a ser sometidos a acciones de mantenimiento circunstancial no están claramente definidos. ____/20
- No existen formularios con datos de los objetos sujetos a acciones de mantenimiento circunstancial para cuando se tome la decisión de utilizar dichos objetos. ____/20
- No existe coordinación con el departamento de producción para la ejecución de las acciones de mantenimiento circunstancial. ____/20
- El personal no está en capacidad de absorber la carga de trabajo de mantenimiento circunstancial. ____/20
- La organización no concede dentro de la estructura general de mantenimiento, la importancia que tiene el mantenimiento circunstancial a la hora de llevar a cabo la planificación. ____/20

PROGRAMACION E IMPLANTACIÓN

Principio Básico (80 puntos)

“Dentro de la programación de las actividades de mantenimiento, se tiene claramente definido y diferenciado el mantenimiento circunstancial.

Cada una de las actividades a ejecutarse posee la debida y correspondiente prioridad, frecuencia y tiempo de ejecución.

Las actividades de mantenimiento circunstancial están programadas en forma racional, con cierta elasticidad para atacar fallas.

Se tienen previstos los sistemas que sustituirán a los equipos desincorporados por defectos de los mismos.”

Deméritos

- El mantenimiento circunstancial se realiza sin ningún tipo de basamento técnico. ____/15
- No existe información clara y detallada sobre las acciones a ejecutarse en mantenimiento circunstancial en el momento en que sea requerido. ____/20
- La organización de mantenimiento realiza las actividades de mantenimiento circunstancial sin considerar a los otros entes de la empresa. ____/15
- No se tiene previsto que sistemas sustituirán a los objetos desincorporados. ____/15
- Las actividades de mantenimiento circunstancial se realizan según el programa existente, pero no se dispone de la holgura necesaria para atender situaciones imprevistas. ____/15

CONTROL Y EVALUACIÓN**Principio Básico (70 puntos)**

“La empresa dispone de medios efectivos para llevar a cabo el control de ejecución de las actividades de mantenimiento circunstancial en el momento establecido.

Se llevan registros y estos son tomados en cuenta para determinar la incidencia del mantenimiento circunstancial en el sistema, además se evalúa continuamente para realizar las mejoras pertinentes.”

Deméritos

- La organización no cuenta con los procedimientos de control de ejecución para las actividades de mantenimiento circunstancial. ____/15
- La organización no cuenta con medios para la evaluación de las acciones de mantenimiento circunstancial, de acuerdo con los criterios tanto técnicos como económicos. ____/15
- No se cuenta con un sistema de recepción y procesamiento de información para la evaluación del mantenimiento circunstancial en el momento oportuno. ____/10
- No se cuenta con mecanismos que permitan disminuir las interrupciones en la producción como consecuencia de las actividades de mantenimiento circunstancial. ____/10
- La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento circunstancial basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento. ____/20

AREA VII MANTENIMIENTO CORRECTIVO**PLANIFICACIÓN****Principio Básico (100 puntos)**

“La organización cuenta con la infraestructura y procedimiento para que las acciones de mantenimiento correctivo se lleven en una forma planificada.

El registro de información de fallas permite una clasificación y estudio que facilite su corrección.”

Deméritos

- No se llevan registros por escrito de aparición de fallas para actualizarlas y evitar su futura presencia. ____/30
- No se clasifican las fallas para determinar cuales se van a atender o a eliminar por medio de la corrección. ____/30
- No se tiene establecido un orden de prioridades, con la participación de la unidad de producción para ejecutar las labores de mantenimiento correctivo. ____/20
- La distribución de las labores de mantenimiento correctivo no son analizadas por el nivel superior, a fin de que según la complejidad y dimensiones de las actividades a ejecutar se tome la decisión de detener una actividad y emprender otra que tenga más importancia. ____/20

PROGRAMACIÓN E IMPLANTACIÓN**Principio Básico (80 puntos)**

“Las actividades de mantenimiento correctivo se realizan siguiendo una secuencia programada, de manera que cuando ocurra una falla no se pierda tiempo ni se pare la producción.

La organización de mantenimiento cuenta con programas, planes, recursos y personal para ejecutar mantenimiento correctivo de la forma más eficiente y eficaz posible.

La implantación de los programas de mantenimiento correctivo se realiza en forma progresiva”

Deméritos

- No se tiene establecida la programación de ejecución de las acciones de mantenimiento correctivo. ____/20
- La unidad de mantenimiento no sigue los criterios de prioridad, según el orden de importancia de las fallas, para la programación de las actividades de mantenimiento correctivo. ____/20
- No existe una buena distribución del tiempo para hacer mantenimiento correctivo. ____/20
- El personal encargado para la ejecución del mantenimiento correctivo, no esta capacitado para tal fin. ____/20

CONTROL Y EVALUACIÓN**Principio Básico (70 puntos)**

“La organización de mantenimiento posee un sistema de control para conocer como se ejecuta el mantenimiento correctivo. Posee todos los formatos, planillas o fichas de control de materiales, repuestos y horas- hombre utilizadas en este tipo de mantenimiento.

Se evalúa la eficiencia y cumplimiento de los programas establecidos con la finalidad de introducir los correctivos necesarios. “

Deméritos

- No existen mecanismos de control periódico que señale el estado y avance de las operaciones de mantenimiento correctivo. ____/15

- No se llevan registros del tiempo de ejecución de cada operación. ____/15
- No se llevan registros de la utilización de materiales y repuestos en la ejecución de mantenimiento correctivo. ____/20
- La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento correctivo basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento. ____/20

AREA VIII MANTENIMIENTO PREVENTIVO

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS

Principio Básico (80 puntos)

“La organización tiene establecido por objeto lograr efectividad del sistema asegurando la disponibilidad de objetos de mantenimiento mediante el estudio de confiabilidad.

La organización dispone de todos los recursos para determinar la frecuencia de inspecciones, revisiones y sustituciones de piezas aplicando incluso métodos estadísticos, mediante la determinación de los tiempos entre fallas y de los tiempos de paradas.”

Deméritos

- la organización no cuenta con el apoyo de los diferentes recursos de la empresa para la determinación de los parámetros de mantenimiento. ____/20
- La organización no cuenta con estudios que permitan determinar la confiabilidad de los objetos de mantenimiento. ____/20
- No se tiene estudios estadísticos para determinar la frecuencia de las revisiones y sustituciones de piezas claves. ____/20
- No se llevan registros con los datos necesarios para determinar los tiempos de parada y los tiempos entre fallas. ____/10
- El personal de la organización de mantenimiento no está capacitado para realizar estas mediciones de tiempos de parada y entre fallas. ____/10

PLANIFICACIÓN

Principio Básico (40 puntos)

“La organización dispone de un estudio previo que le permita conocer los objetos que requieren mantenimiento preventivo.

Se cuenta con una infraestructura de apoyo para realizar mantenimiento preventivo.”

Deméritos

- No existe una clara delimitación entre los sistemas que forman parte de los programas de mantenimiento preventivo de aquellos que permanecen en régimen inmodificable hasta su desincorporación, sustitución o reparación correctiva. ____/20
- La organización no cuenta con fichas o tarjetas normalizadas donde se recoja la información técnica básica de cada objeto de mantenimiento inventariado. ____/20

PROGRAMACIÓN E IMPLANTACIÓN

Principio Básico (70 puntos)

“Las actividades de mantenimiento preventivo están programadas en forma racional, de manera que el sistema posea la elasticidad necesaria para llevar a cabo las acciones en el momento conveniente, no interferir con las actividades de producción y disponer del tiempo suficiente para los ajustes que requiera la programación.

La implantación de los programas de mantenimiento preventivo se realiza en forma progresiva.”

Deméritos

- Las frecuencias de las acciones de mantenimiento preventivo no están asignadas a un día específico en los periodos de tiempo correspondientes. ____/20
- Las órdenes de trabajo no se emiten con la suficiente antelación a fin de que los encargados de la ejecución de las acciones de mantenimiento puedan planificar sus actividades. ____/15
- Las actividades de mantenimiento preventivo están programadas durante todas las semanas del año, impidiendo que exista holgura para el ajuste de la programación. ____/15
- No existe apoyo hacia la organización que permita la implantación progresiva del programa de mantenimiento preventivo. ____/10
- Los planes y políticas para la programación de mantenimiento preventivo no se ajustan a la realidad de la empresa, debido al estudio de las fallas realizado. ____/10

CONTROL Y EVALUACIÓN

Principio Básico (60 puntos)

“En la organización existen recursos necesarios para el control de la ejecución de las acciones de mantenimiento preventivo.

Se dispone de una evaluación de las condiciones reales del funcionamiento y de las necesidades de mantenimiento preventivo.”

Deméritos

- No existe un seguimiento desde la generación de las instrucciones técnicas de mantenimiento preventivo hasta su ejecución. ____/15
- No existen los mecanismos idóneos para medir la eficiencia de los resultados a obtener en el mantenimiento preventivo. ____/15
- La organización no cuenta con fichas o tarjetas donde se recoja la información básica de cada equipo inventariado. ____/10
- La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento preventivo basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento. ____/20

AREA IX MANTENIMIENTO POR AVERIA

ATENCIÓN A LAS FALLAS

Principio Básico (100 puntos)

“La organización está en capacidad para tender de una forma rápida y efectiva cualquier falla que se presente.

La organización mantiene en servicio el sistema, logrando funcionamiento a corto plazo, minimizando los tiempos de parada, utilizando para ellos planillas de reporte de fallas, ordenes de trabajo, salida de materiales, órdenes de compra y requisición de trabajo, que faciliten la atención oportuna al objeto averiado.”

Deméritos

- Cuando se presenta una falla ésta no se ataca de inmediato provocando daños a otros sistemas interconectados y conflictos entre el personal. ____/20
- No se cuenta con instructivos de registros de fallas que permitan el análisis de las averías sucedidas para cierto periodo. ____/20
- La emisión de órdenes de trabajo para atacar una falla no se hace de una manera rápida. ____/15
- No existen procedimientos de ejecución que permitan disminuir el tiempo fuera de servicio del sistema. ____/15
- Los tiempos administrativos de espera por materiales o repuestos, y de localización de la falla están presentes en alto grado durante la atención de la falla. ____/15
- No se tiene establecido un orden de prioridades en cuanto a atención de fallas con la participación de la unidad de producción. ____/15

SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN

Principio Básico (80 puntos)

“Los ajustes, arreglos de defectos y atención a reparaciones urgentes se hacen inmediatamente después de que ocurre la falla.

La supervisión de las actividades se realiza frecuentemente por personal con experiencia en el arreglo de sistemas, inmediatamente después de la aparición de la falla, en el periodo de prueba. Se cuenta con los diferentes recursos para la atención de las averías.”

Deméritos

- No existe un seguimiento desde la generación de las acciones de mantenimiento por avería hasta su ejecución. ____/20
- La empresa no cuenta con el personal de supervisión adecuado para inspeccionar los equipos inmediatamente después de la aparición de la falla. ____/15
- La supervisión es escasa o nula en el transcurso de la reparación y puesta en marcha del sistema averiado. ____/10
- El retardo de la ejecución de las actividades de mantenimiento por avería ocasiona paradas prolongadas en el proceso productivo. ____/10

- No se llevan a registros para analizar las fallas y determinar la corrección definitiva o la prevención de las mismas. ____/5
- No se llevan a registros sobre el consumo, de materiales o repuestos utilizados en la atención de las averías. ____/5
- No se cuenta con las herramientas, equipos e instrumentos necesarios para la atención de las averías. ____/5
- No existe personal capacitado para la atención de cualquier tipo de falla. ____/10

INFORMACIÓN SOBRE LAS AVERÍAS

Principio Básico (70 puntos)

“La organización de mantenimiento cuenta con el personal adecuado para la recolección, depuración, almacenamiento, procesamiento y distribución de la información que se derive de las averías, así como, analizar las causas que las originaron con el propósito de aplicar mantenimiento preventivo a mediano plazo o eliminar la falla mediante mantenimiento correctivo.”

Deméritos

- No existen procedimientos que permitan recopilar la información sobre las fallas ocurridas en los sistemas en un tiempo determinado. ____/20
- La organización no cuenta con el personal capacitado para el análisis y procesamiento de la información sobre fallas. ____/10
- No existe un historial de fallas de cada objeto de mantenimiento, con el fin de someterlo a análisis y clasificación de las fallas; con el objeto, de aplicar mantenimiento preventivo o correctivo. ____/20
- La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento por avería basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento. ____/20

AREA X PERSONAL DE MANTENIMIENTO

CUANTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DEL PERSONAL

Principio Básico (70 puntos)

“La organización, a través de la programación de las actividades de mantenimiento, determina el número óptimo de personas que se requiere en la organización de mantenimiento para el cumplimiento de los objetivos propuestos.”

Deméritos

- No se hace uso de los datos que proporciona el proceso de cuantificación del personal. ____/30
- La cuantificación de personal no es óptima y en ningún caso ajustado a la realidad de la empresa. ____/20

- La organización de mantenimiento no cuenta con formatos donde se especifique, el tipo y número de ejecutores de mantenimiento por tipo de frecuencia, tipo de mantenimiento y para cada semana de programación. ____/20

SELECCIÓN Y FORMACIÓN

Principio Básico (80 puntos)

“La organización selecciona su personal atendiendo a la descripción escrita de los puestos de trabajo (experiencia mínima, educación, habilidades, responsabilidades u otra).

Se tienen establecidos programas permanentes de formación y actualización del personal, para mejorar sus capacidades y conocimientos.”

Deméritos

- La selección no se realiza de acuerdo a las características del trabajo a realizar: educación, experiencia, conocimiento, habilidades, destrezas y actitudes personales en los candidatos. ____/10
- No se tienen procedimientos para la selección de personal con alta calificación y experiencia que requiera la credencial del servicio determinado. ____/10
- No se tienen establecidos periodos de adaptación del personal. ____/10
- No se cuenta con programas permanentes de formación del personal que permitan mejorar sus capacidades, conocimientos y la difusión de nuevas técnicas. ____/10
- Los cargos en la organización de mantenimiento no se tienen por escrito. ____/10
- La descripción del cargo no es conocida plenamente por el personal. ____/10
- La ocupación de cargos vacantes no se da con promoción interna. ____/10
- Para la escogencia de cargos no se toman en cuenta las necesidades derivadas de la cuantificación del personal. ____/10

MOTIVACIÓN E INCENTIVOS

Principios Básicos (50 puntos)

“La dirección de la empresa tiene conocimiento de la importancia del mantenimiento y su influencia sobre la calidad y la producción, emprendiendo acciones y campañas para transmitir esta importancia para el personal.

Existen mecanismos de incentivos para mantener el interés y elevar el nivel de responsabilidad del personal en el desarrollo de sus funciones.

La organización de mantenimiento posee un sistema de evaluación periódica del trabajador, para fines de ascensos o aumentos salariales.”

Deméritos

- El personal no da la suficiente importancia a los efectos positivos con que incide el mantenimiento para el logro de las metas de calidad y producción. ____/20

- No existe evaluación periódica del trabajo para fines de ascenso o aumento salariales. ____/10
- La empresa no otorga incentivos o estímulos basados en la puntualidad, en la asistencia al trabajo, calidad del trabajo, iniciativa, sugerencias para mejorar el desarrollo de la actividad de mantenimiento. ____/10
- No se estimula al personal con cursos que aumenten su capacidad y por ende su situación dentro del sistema. ____/10

AREA XI APOYO LOGISTICO

APOYO ADMINISTRATIVO

Principio básico (40 puntos)

“La organización de mantenimiento cuenta con el apoyo de la administración de la empresa; en cuanto a recursos humanos, financieros y materiales. Los recursos son suficientes para que se cumpla los objetivos trazados por la organización “

Demerito

- Los recursos asignados a la organización de mantenimiento no son suficientes. ____/10
- La administración no tiene políticas bien definidas, en cuanto al apoyo que se debe prestar a la organización de mantenimiento. ____/10
- La administración no funciona en coordinación con la organización de mantenimiento. ____/10
- Se tiene que desarrollar muchos trámites dentro de la empresa, para que se le otorguen los recursos necesarios al mantenimiento. ____/5
- La gerencia no posee políticas de financiamientos referidas a inversiones, mejoramiento de objeto de mantenimiento u otros. ____/5

APOYO GERENCIAL

Principio básico (40 puntos)

“La gerencia posee información necesaria sobre la situación y el desarrollo de los planes de mantenimientos formulados por el ente de mantenimiento, permitiendo así asesorar a la misma, en cualquier situación que atañe a sus operaciones. La gerencia le da a mantenimiento el mismo nivel de las unidades principales en el organigrama funcional de la empresa.”

Demerito

- La organización de mantenimiento no tiene el nivel jerárquico adecuado dentro de la organización en general. ____/10
- Para la gerencia, mantenimiento solo es la reparación de los sistemas. ____/10
- La gerencia considerada que no es primordial la existencia de una organización de mantenimiento, que permita prevenir las paradas innecesarias de los sistemas;

por lo tanto, no le da el apoyo requerido para que se cumpla los objetivos establecidos. ____/10

- La gerencia no delega autoridad en la toma de decisiones. ____/5
- La gerencia general no demuestra confianza en las decisiones tomadas por la organización de mantenimiento. ____/5

APOYO GENERAL

Principio básico (20 puntos)

“La organización de mantenimiento cuenta con el apoyo de la organización total, y trabaja en coordinación con cada uno de los entes que la conforman.”

Deméritos

- No se cuenta con apoyo general de la organización, para llevar a cabo todas las acciones de mantenimiento en forma eficiente. ____/10
- No se aceptan sugerencias por parte de ningún ente de la organización que no esté relacionado con mantenimiento. ____/10

AREA XII RECURSOS

EQUIPOS

Principio Básico (30 puntos)

“La organización de mantenimiento posee los equipos adecuados para llevar a cabo todas las acciones de mantenimientos, para facilitar la operatividad de los sistemas.

Para la selección y adquisición de equipos, se tienen en cuenta las diferentes alternativas tecnológicas, para lo cual se cuenta con la suficiente casa fabricantes y proveedores.

Se dispone de sitios adecuados para el almacenamiento de equipo permitiendo el control de su uso.”

Deméritos

- No se cuenta con los equipos necesarios para que el ente de mantenimiento opere con efectividad. ____/5
- Se tienen los equipos necesarios, pero no se le da el uso adecuado. ____/5
- En ente de mantenimiento no conoce o no tiene acceso a información (catálogos, revista u otros), sobre las diferentes alternativas económicas para la adquisición de equipos. ____/5
- Los parámetros de operación, mantenimiento y capacidad de los equipos no son plenamente conocidos o la información es diferente. ____/5
- No se lleva registro de entrada y salida de equipos. ____/5
- No se cuenta con controles de uso y estado de los equipos. ____/5

HERRAMIENTAS

Principio básico (30 puntos)

“La organización de mantenimiento cuenta con las herramientas necesarias, en un sitio de fácil alcance, logrando así que el ente de mantenimiento opere satisfactoriamente reducido el tiempo por espera de herramientas.

Se dispone de sitios adecuados para el almacenamiento de las herramientas permitiendo el control de su uso.”

Deméritos

- No se cuenta con las herramientas necesarias, para que el ente de mantenimiento opere eficientemente. ____/5
- No se dispone de un sitio para la localización de las herramientas donde se facilite y agilice su obtención. ____/5
- Las herramientas existen no son las adecuadas para ejecutar las tareas de mantenimiento. ____/5
- No se llevan registro de entrada y salida de herramientas. ____/5
- No se cuenta con controles de uso y estado de herramienta. ____/5

INSTRUMENTOS**Principio básico (30 puntos)**

La organización de mantenimiento posee los instrumentos adecuados para llevar a cabo las acciones de mantenimientos.

Para la selección de dichos instrumentos se toma en cuenta las diferentes casas fabricantes y proveedores.

Se dispone se sitios adecuados para el almacenamiento de instrumentos permitidos el control de su uso.

Deméritos

- No se cuenta con los instrumentos necesarios para que el ente de mantenimiento opere con efectividad. ____/5
- No se toma en cuenta para la selección de los instrumentos, la efectividad y exactitud de lo mismo. ____/5
- El ente de mantenimiento no tiene acceso a la información (catálogos, revista u otros), sobre diferentes alternativas tecnológicas de los instrumentos. ____/5
- Se tiene los instrumentos necesarios para operar con eficiencia pero no se le da el uso adecuado. ____/5
- No se llevan registro de entrada y salida de instrumentos. ____/5
- No se cuenta con controles de uso y estado de los instrumentos. ____/5

MATERIALES**Principio básico (30 puntos)**

“La organización de mantenimiento cuenta con un stock de materiales de buena calidad y con facilidad para su obtención y así evitar prolongar el tiempo de espera por materiales, existiendo seguridad de que el sistema opere en forma eficiente.

Se posee una buena clasificación de materiales para su fácil ubicación y manejo.

Se conocen los diferentes proveedores para cada material, así como también los plazos de entrega.

Se cuenta con políticas de inventarios para los materiales utilizados en mantenimiento.”

Deméritos

- No se cuenta con los materiales que se requiera para ejecutar las tareas de mantenimiento. ____/3
- El material se daña con frecuencia por no disponer de un área adecuada de almacenamiento. ____/3
- Los materiales no están identificados plenamente en el almacén (etiquetas, sellos, rótulos, colores u otros). ____/3
- No se ha determinado el costo por falta de material. ____/3
- No se ha establecido cuales materiales se tiene en stock y cuales compran de acuerdo a pedidos. ____/3
- No se poseen formatos de control de entrada y salida de materiales de circulación permanente. ____/3
- No se lleva el control (formatos) de los materiales desechados por mala calidad. ____/3
- No se tiene información precisa de los diferentes proveedores de cada material. ____/3
- No se conoce los plazos de entrega de los materiales por los proveedores. ____/3

REPUESTOS

Principio básico (30 puntos)

“La organización de mantenimiento cuenta con un stock de repuestos, de buena calidad y con facilidad para su obtención, y así evitar prologar el tiempo de espera por repuestos, existiendo seguridad de que el sistema opere en forma eficiente. Los repuestos se encuentran identificados en el almacén para su fácil ubicación y manejo. Se conoce los diferentes proveedores para cada repuesto, así como también los plazos de entrega. Se cuenta con políticas de inventarios para los repuestos utilizados en mantenimiento.”

Deméritos

- No se cuenta con los repuestos que se requiere par ejecutar las tareas de mantenimiento. ____/3
- Los repuestos se dañan con frecuencia por no disponer de un área adecuada de almacenamiento. ____/3
- Los repuestos no están identificados plenamente en el almacén (etiquetas, sellos, rótulos, colores u otros). ____/3

- No se ha determinado el costo por falta de repuestos. ____/3
- No se ha establecido cuales repuestos tienen en stock y cuales comprar de acuerdo a pedidos. ____/3
- No se poseen formatos de control de entradas y salida de repuestos de circulación permanente. ____/3
- No se lleva el control (formato) de los repuestos desechados por mala calidad. ____/3
- No se tiene información precisa de los diferentes proveedores de cada repuesto. ____/3
- No se conocen los plazos de entrega de los repuestos por los proveedores. ____/3
- No se conocen los mínimos y máximos para cada tipo de repuesto. ____/3

c) Cuantificación de los resultados de la evaluación

AREA	PRINCIPIO BASICO	PTOS	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	TOTAL	%
I ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	1. FUNCION Y RESPONSABILIDADES	60	17	18	16								51	85,0
	2. AUTORIDAD Y AUTONOMIA	40	10	8	2	9							29	72,5
	3.SISTEMA DE INFORMACION	50	8	2	5	9	8	7					39	78,0
	TOTAL OBTENIBLE	150											119	79,3
II ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO	1. FUNCION Y RESPONSABILIDADES	80	15	13	15	10	9	12					74	92,5
	2. AUTORIDAD Y AUTONOMIA	50	15	15	8	10							48	96,0
	3.SISTEMA DE INFORMACION	70	13	14	9	10	10	8					64	91,4
	TOTAL OBTENIBLE	200											186	93,0
III PLANIFICACION DE MANTENIMIENTO	1. OBJETIVOS Y METAS	70	15	15	10	15							55	78,6
	2. POLITICAS PARA PLANIFICACION	70	14	15	15	14							58	82,9
	3.CONTROL Y EVALUACION	60	8	6	6	8	0	5	4	5			42	70,0
	TOTAL OBTENIBLE	200											155	77,5
IV MANTENIMIENTO RUTINARIO	1. PLANIFICACION	100	16	15	10	20	10	8					79	79,0
	2. PROGRAMACION E IMPLANTACION	80	10	5	2	2	0	10	5	5			39	48,8
	3. CONTROL Y EVALUACION	70	7	12	0	3	5	5	4				36	51,4
	TOTAL OBTENIBLE	250											154	61,6
V MANTENIMIENTO PROGRAMADO	1. PLANIFICACION	100	10	10	12	15	0	5	10				62	62,0
	2. PROGRAMACION E IMPLANTACION	80	20	8	12	4	5	15					64	80,0
	3. CONTROL Y EVALUACION	70	12	5	5	3	5	5	18				53	75,7
	TOTAL OBTENIBLE	250											179	71,6
VI MANTENIMIENTO CIRCUSTANCIAL	1. PLANIFICACION	100	19	15	15	20	15						84	84,0
	2. PROGRAMACION E IMPLANTACION	80	15	15	8	10	13						61	76,3
	3. CONTROL Y EVALUACION	70	10	15	10	8	10						53	75,7
	TOTAL OBTENIBLE	250											198	79,2
VIII MANTENIMIENTO CORRECTIVO	1. PLANIFICACION	100	10	20	20	20							70	70,0
	2. PROGRAMACION E IMPLANTACION	80	15	20	20	20							75	93,8
	3. CONTROL Y EVALUACION	70	5	0	0	5							10	14,3
	TOTAL OBTENIBLE	250											155	62,0

VIII MANTENIMIENTO PREVENTIVO	1. DETERMINACION Y PARAMETROS	80	20	20	5	10	10							65	81,3
	2. PLANIFICACION	40	15	10										25	62,5
	3. PROGRAMACION E IMPLANTACION	70	10	5	5	5	5							30	42,9
	4. CONTROL Y EVALUACION	60	10	5	0	5								20	33,3
	TOTAL OBTENIBLE	250												140	56,0
IX MANTENIMIENTO POR AVERIA	1. ATENCION A LAS FALLAS	100	15	15	0	15	12	15						72	72,0
	2.SUPERVISION Y EJECUCION	80	12	15	8	10	5	5	4	10				69	86,3
	3.INFORMACION SOBRE LAS AVERIAS	70	10	10	15	15								50	71,4
	TOTAL OBTENIBLE	250												191	76,4
X PERSONAL DE MANTENIMIENTO	1. CUANTIFICACION DE LAS NECESIDADES PERSONALES	70	30	15	20									65	92,9
	2. SELECCIÓN Y FORMACION	80	10	10	5	8	10	8	10					61	76,3
	3.MOTIVACION E INCENTIVOS	50	20	10	10	10								50	100,0
	TOTAL OBTENIBLE	200												176	88,0
XI APOYO LOGISTICO	1. APOYO ADMINISTRATIVO	40	10	10	8	5	5							38	95,0
	2. APOYO GERENCIAL	40	8	10	10	5	5							38	95,0
	3. APOYO GENERAL	20	8	10										18	90,0
	TOTAL OBTENIBLE	100												94	94,0
X RECURSOS	1. EQUIPOS	30	4	4	5	5	3	3						24	80,0
	2. HERRRAMIENTAS	30	3	3	3	5	5							19	63,3
	3. INSTRUMENTOS	30	3	4	0	3	2	2						14	46,7
	4. MATERIALES	30	2	3	3	3	3	3	2	3	2	3		27	90,0
	5. REPUESTOS	30	2	3	3	3	3	3	2	3	2	3		27	90,0
	TOTAL OBTENIBLE	150												111	74,0

ANEXO 2: Análisis de modo y Efecto de falla FMEA

ANEXO 3: Catálogo de fallas SICOT

CATALOGO FALLAS FILTROS

CONJUNTO/ENSAMBLE	CONJUNTOS / AREA / SECTOR	CAUSAS MECANICAS	CAUSAS ELECTRICAS	
MOTOR PRINCIPAL	Motor Principal	Desgaste/Rotura de la correa motriz	Arranques continuos en periodos cortos	
			Bajo voltaje de alimentacion	
			Bobinado en mal estado / recalentado	
TABLEROS ELÉCTRICOS	Tablero de Fuerza		Rodamientos en mal estado	
			Sobrecarga	
			Otros	
	Tablero de Control			Elementos en mal estado
				Cables en mal estado
				Breakers o guardamotores disparados
				Fusibles quemados
				Otros
				Elementos en mal estado
				Lámparas quemadas
Tarjeta electrónica en mal estado				
Actualización de programación				
Cables en mal estado				
VENTILADOR Y DUCTOS	Ventilador de succión (tambor introductor)	Rotor desgastado	Otros	
		Rodamientos en mal estado		
		Carcaza perforada		
		Desgaste/Rotura de bandas de transmisión		
		Otros		
	Ventilador tangencial soplador (apertura de acetato)	Rotor desgastado		
		Rodamientos en mal estado		
		Carcaza perforada		
		Desgaste/Rotura de bandas de transmisión		
		Filtro sucio/taponado		
	Ventilador Externo de Enfriamiento Interno	Rotor desgastado		Ventilador quemado
		Rodamientos en mal estado		Filtro sucio
		Carcaza perforada		Conectores en mal estado
		Otros		Cables en mal estado
		Otros		Otros
Ductos		Taponados / Sucios		
		Rotos		
		Otros		

CATALOGO FALLAS FILTROS			
CONJUNTO/ENSAMBLE	CONJUNTOS / AREA / SECTOR	CAUSAS ELECTRICAS	
SISTEMA NEUMATICO		Otros	
	Aire a Presión (Panel Electroválvulas)	Mangueras extranguladas	Solenoides en mal estado
		Elementos desgastados	Cables en mal estado
		Mangueras rotas	Otros
	Toberas Extensoras	Otros	
		Ranura obstruida	
		Ductos taponados	
		Desalineamiento de la tobera	
		Placas desgastadas	
	Par de Rodillos de frenado	Otros	
		Rodamientos en mal estado	
		Rodillo metálico desgastado/rayado	
	Primer par de rodillos de estiramiento	Rodillo de goma desgastado/rayado	
		Otros	
		Rodamientos en mal estado	
Rodillo metálico acanalado desgastado/rayado			
Rodillo de goma desgastado/rayado			
Segundo par de rodillos de estiramiento	Desgaste/Rotura de banda de transmisión		
	Otros		
	Rodamientos en mal estado		
Cilindros de aire comprimido	Rodillo metálico acanalado desgastado/rayado		
	Rodillo de goma desgastado/rayado		
	Desgaste/Rotura de banda de transmisión		
AF2	Otros		
	Desgaste/Rotura de diafragmas		
	Eje del cilindro remordido		
	Otros		
	Tuberías, depósito obstruidas/rotas		
Nivel alto/bajo (mal funcionamiento del flotador)			
Problemas en la bomba de suministro de plastificante			

CATALOGO FALLAS FILTROS	
AF2	<p>Primer par de rodillos de estiramiento</p> <p>Rodamientos en mal estado</p> <p>Rodillo metálico acanalado desgastado/rayado</p> <p>Rodillo de goma desgastado/rayado</p> <p>Desgaste/Rotura de banda de transmisión</p> <p>Otros</p>
	<p>Segundo par de rodillos de estiramiento</p> <p>Rodamientos en mal estado</p> <p>Rodillo metálico acanalado desgastado/rayado</p> <p>Rodillo de goma desgastado/rayado</p> <p>Desgaste/Rotura de banda de transmisión</p> <p>Otros</p>
	<p>Cilindros de aire comprimido</p> <p>Desgaste/Rotura de diafragmas</p> <p>Eje del cilindro remordido</p> <p>Otros</p>
	<p>Sistema de rociado de plastificante</p> <p>Tuberías, depósito obstruidas/rotas</p> <p>Nivel alto/bajo (mal funcionamiento del flotador)</p> <p>Problemas en la bomba de suministro de plastificante</p> <p>Problemas en la bomba dosificadora de plastificante</p> <p>Cepillo rociador de plastificante desgastado</p> <p>Rodamientos del cepillo en mal estado</p> <p>Falta de limpieza en la cámara de rociado</p> <p>Otros</p>
	<p>Rodillos Guía (deflectores o de entrega)</p> <p>Rodillo guía superior desgastado/rayado</p> <p>Rodillo guía inferior desgastado/rayado</p> <p>Rodamientos en mal estado</p> <p>Rodillos desalineados</p> <p>Sistema de transmisión defectuoso</p> <p>Otros</p>
	<p>Mal funcionamiento del Engranaje intermedio</p>

ANEXO 4: Trabajos puntuales de mantenimiento

ANEXO 5:

- a) Manual de Mantenimiento Preventivo**
- b) Checklist de mantenimiento**
- c) Reporte de mantenimiento**

CONJUNTO/ENSAMBLE	SUBCONJUNTO	TAREAS A REALIZAR	PERIODO	PERSONAL	REPUESTOS	TIEMPO DE EJECUCION	
MOTOR PRINCIPAL	Motor Principal	Revisar amperaje del motor	500 horas	1 Eléctrico		15 min	
		Revisar el Desgaste y tensión de la correa motriz	500 horas	1 Mecánico	Banda 1955X 35 (mm)	10 min	
		Revisión/cambio de rodamientos	2000 horas	1 Electromecánico			
VENTILADOR Y DUCTOS	Ventilador de succión (tambor introduuctor)	Revisar desgaste del rotor	2000 horas	1 Mecánico			
		Revisión/cambio de rodamientos	2000 horas	1 Mecánico			
	Ventilador tangencial soplador (apertura de acetato)	Revisar desgaste de la carcasa	2000 horas	1 Mecánico			
		Revisión/cambio de banda de transmisión	2000 horas	1 Mecánico			
		Limpieza y/o cambio del filtro de manga	10 horas	1 Operador		5 min	
		Revisar desgaste del rotor	2000 horas	1 Mecánico			
		Revisión/cambio de rodamientos	2000 horas	1 Mecánico			
		Revisar desgaste de la carcasa	2000 horas	1 Mecánico			
		Revisión/cambio de banda de transmisión	2000 horas	1 Mecánico			
		Limpieza del filtro	1 Operador				
SISTEMA NEUMÁTICO	Ductos	Revisar si existe taponamientos/limpiar	500 horas	1 Mecánico			
		Revisión de perforaciones/repair	500 horas	1 Mecánico			
	Aire a Presión (Panel Electroválvulas)	Revisión/cambio de mangueras	500 horas	1 Mecánico			
		Revisión/cambio de válvulas	500 horas	1 Mecánico			
	Toberas Extensoras	Limpieza de la ranura de la tobera	500 horas	1 Mecánico			
		Revisión/cambio de los ductos	500 horas	1 Mecánico			
	AF2	Par de Rodillos de frenado	Alineación de la tobera				
			Revisión/cambio de rodamientos	2000 horas	1 Mecánico		
		Primer par de rodillos de estiramiento	Revisión/cambio del rodillo metálico	2000 horas	2 Mecánico		
			Revisión/cambio del rodillo de goma	2000 horas	2 Mecánico		
Segundo par de rodillos de estiramiento		Revisión de paralelismo en rodillos	500 horas	1 Mecánico			
		Revisión/cambio de rodamientos	2000 horas	1 Mecánico			
Cilindros de aire comprimido		Revisión/cambio del rodillo metálico	2000 horas	1 Mecánico			
		Revisión/cambio de la banda de transmisión	2000 horas	1 Mecánico			
AF2		Sistema de rociado de plastificante	Revisión de paralelismo en rodillos	500 horas	1 Mecánico		
			Revisión/cambio de rodamientos	2000 horas	1 Mecánico		
	Rodillos Guía (deflectores o de entrega)	Revisión/cambio del rodillo de goma	2000 horas	1 Mecánico			
		Revisión/cambio del rodillo metálico	2000 horas	1 Mecánico			
	Sistema de transmisión AF2	Revisión/cambio de la banda de transmisión	2000 horas	1 Mecánico			
		Revisión de paralelismo en rodillos	500 horas	1 Mecánico			
	AF2	Sistema de rociado de plastificante	Revisión/cambio de diafragmas	2000 horas	1 Mecánico		
			Revisión/cambio de tuberías rotas/obstruidas	500 horas	1 Mecánico		
		Rodillos Guía (deflectores o de entrega)	Limpieza del flotador	500 horas	1 Mecánico		
			Revisión del funcionamiento de la bomba de suministro de triacetina	2000 horas	1 Mecánico		
Sistema de rociado de plastificante		Revisión del funcionamiento de la bomba dosificadora de triacetina	2000 horas	1 Mecánico			
		Cambio de rodillo rociador	2000 horas	1 Mecánico			
Rodillos Guía (deflectores o de entrega)		Cambio de rodamientos del cepillo rociador	2000 horas	1 Mecánico			
		Limpieza de la cámara de rociado	250 horas	1 Operador			
Sistema de transmisión AF2		Cambio de rodillo deflector	2000 horas	2 Mecánico			
		Cambio de rodillo guía inferior	2000 horas	2 Mecánico			
Sistema de transmisión AF2	Cambio de rodamientos del rodillo deflector	2000 horas	1 Mecánico				
	Revisión/ajuste de los rodillos	2000 horas	1 Mecánico				
Sistema de transmisión AF2	Revisión/cambio de banda de transmisión del rodillo deflector	2000 horas	1 Mecánico				
	Desmontaje/revisión del engranaje intermedio	2000 horas	1 Mecánico				
Sistema de transmisión AF2	Revisión/ Cambio de banda de transmisión AF/ADF	2000 horas	1 Mecánico				
	Revisión y ajuste de cadena del PIV I	2000 horas	1 Mecánico				
Sistema de transmisión AF2	Revisión/cambio de banda del PIV I	2000 horas	1 Mecánico				
	Revisión y ajuste de cadena del PIV II	2000 horas	1 Mecánico				
Sistema de transmisión AF2	Revisión/cambio de banda del PIV II	2000 horas	1 Mecánico				
	Revisión y ajuste de cadena del PIV III	2000 horas	1 Mecánico				
Sistema de transmisión AF2	Revisión/cambio de banda del PIV III	2000 horas	1 Mecánico				
	Revisión/cambio de banda del PIV III	2000 horas	1 Mecánico				

CONJUNTO/ENSAMBLE	SUBCONJUNTO	TAREAS A REALIZAR	PERIODO	PERSONAL	REPUESTOS	TIEMPO DE EJECUCION
AF2MKDF2	Sistema de circulación de aceite	Revisión/cambio de filtro	2000 horas	1Mecánico		
		Revisión de la válvula	500 horas	1Mecánico		
		Revisión de la bomba	500 horas	1Mecánico		
		Revisión del presostato	500 horas	1Mecánico		
	Curso de papel	Revisión/cambio de rodillos	2000 horas	1Mecánico		
		Revisión/cambio de rodamientos	2000 horas	1Mecánico		
		Revisar alineación de los rodillos	500 horas	1Mecánico		
		Revisar alineación de la guía de papel	500 horas	1Mecánico		
	Portabobina	Revisión/cambio de rodillos del portabobinas	2000 horas	1Mecánico		
		Revisión/cambio de rodamientos	2000 horas	1Mecánico		
		Revisar alineación de los rodillos	2000 horas	1Mecánico		
		Revisión/cambio de zapatas	2000 horas	1Mecánico		
	Sistema de cambio de bobina	Calibración del portabobinas	500 horas	1Mecánico		
		Revisión/cambio de banda de transmisión	2000 horas	1Mecánico		
		Revisión del embrague electromagnético	2000 horas	1Mecánico		
		Revisión/cambio de rodillo	2000 horas	1Mecánico		
	Sistema Formador de mecha	Revisión/cambio de rodamientos	2000 horas	1Mecánico		
		Revisar alineación de los rodillos	500 horas	1Mecánico		
		Cambio de cuchillas	2000 horas	1Mecánico		
		Calibración del sistema	500 horas	1Mecánico		
KDF2	Sistema Formador de mecha	Limpieza del transport jet	500 horas	1Mecánico		
		Revisión de Calibración del dedo de entrada	500 horas	1Mecánico		
		Limpieza de dedo de entrada	500 horas	1Mecánico		
		Calibración de formadores	500 horas	1Mecánico		
Sistema de Enfriamiento y secado de mecha	Sistema de Enfriamiento y secado de mecha	Cambio de formadores	2000 horas	1Mecánico		
		Cambio de lecho formador	2000 horas	1Mecánico		
		Revisión del sistema de enfriamiento	2000 horas	1Mecánico		
		Calibración de la cámara de enfriamiento	2000 horas	1Mecánico		
Sistema de Enfriamiento y secado de mecha	Sistema de Enfriamiento y secado de mecha	Calibración del calefactor	2000 horas	1Mecánico		
		Cambio de la placa de enfriamiento	2000 horas	1Mecánico		
		Revisión de fugas del refrigerante	2000 horas	1Mecánico		
		Cambio de mangueras	2000 horas	1Mecánico		

ANEXO 6: Validación de máquina



VALIDACIÓN DE MAQUINARIA DESPUES DE MANTENIMIENTO

(MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS > 8 HRS)

EQUIPOS A VALIDAR: KDF2 PERIODO DE VALIDACION: 10-jul-2012 / 12-jul-2012

TIPO DE MANTENIMIENTO:

Correctivo	Planeado	Preventivo
Trabajo:		

DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO: En máquina KDF2 se realizaron tareas de mantenimiento de 500 horas.
A más del check list se ejecutaron trabajos puntuales y limpieza.

Up Time esperado: > 45% % Desp: < 2% FPQI: < 80

VERIFICAR SEGURIDAD

(REALIZADO POR OPERADOR Y MEC./ELEC.)

GUARDAS DE SEGURIDAD (BTR.10) BIEN <input type="checkbox"/> MAL <input type="checkbox"/> SENSORES DE MAQUINARIA BIEN <input type="checkbox"/> MAL <input type="checkbox"/> MICROS DE SEGURIDAD BIEN <input type="checkbox"/> MAL <input type="checkbox"/> PAROS DE EMERGENCIA BIEN <input type="checkbox"/> MAL <input type="checkbox"/> ORDEN Y LIMPIEZA BIEN <input type="checkbox"/> MAL <input type="checkbox"/> INTERRUPTOR PRINCIPAL BIEN <input type="checkbox"/> MAL <input type="checkbox"/>	FILTROS BIEN <input type="checkbox"/> MAL <input type="checkbox"/> FUGAS (AGETE, AGUA, AIRE, VACIO, VAPO) BIEN <input type="checkbox"/> MAL <input type="checkbox"/> INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN BIEN <input type="checkbox"/> MAL <input type="checkbox"/> CALIBRACIÓN DE CONTROLADOR DE PESO BIEN <input type="checkbox"/> MAL <input type="checkbox"/>
--	---

SEMIFILTRO DE CARBON:

OBSERVACIONES: _____

UP TIME [%] = 46,15% PRODUCCION REAL X 100

FAROLES [%] = 2,12% DESPERDICIO DE FILTROS X 100

VELOC. DISEÑO X TIEMPO DE VALIDACION = 2,30% PRODUCCION BUENA + DESP. DE FILTROS

FECHA	UPTIME	CUMPLE		DESP	CUMPLE		FPQI	CUMPLE		ASESOR
		SI	NO		SI	NO		SI	NO	
10-jul	48,00%	SI	NO	2,60%	SI	NO		SI	NO	
11-jul	49,5%	SI	NO	2,30%	SI	NO		SI	NO	
12-jul	44,30%	SI	NO	1,45%	SI	NO		SI	NO	
PROMEDIO	46,15%	SI	NO	2,12%	SI	NO		PROMEDIO		

VALORES ACUMULADOS DE 3 DIAS CONSECUTIVOS MAYORES O IGUALES A OBJETIVOS ESPERADOS: ≥

Se acepta: SI NO

OBSERVACIONES: _____

JEFE PRODUCCION: Alejandro Loza / Carlos Poveda NOMBRES Y FIRMAS: Ma. Lourdes Villamar	JEFE ING & MTO: Julián Salazar NOMBRES Y FIRMAS: David Ortiz / Albaro Aguilar	MTO ELECTRICO: Pablo Contreras NOMBRES Y FIRMAS: Pablo Contreras
--	---	--

ANEXO 7: Registro estándar mensual de inspección y limpieza del operador

ANEXO 8: Registro mensual de inspección y limpieza del mecánico

Estándar de Limpieza e Inspección MECÁNICO FILTROS										
No.	Req. Para el equipo	Puntos a limpiar e inspeccionar	Estándar	Método	Acción	Herramientas y/o material	Tiempo (min)	Frecuencia		
								Turno	Diario	Semanal
AF2										
1	SI	VARIADORES DE VELOCIDAD BOMBA APLICACION PLASTIFICANTE (ZENITH)	SIN RUIDOS EXTRAÑOS		INSPECCIONAR	N/A	3			X
2	SI	REDUCTOR DE VELOCIDAD	SIN FUGAS		INSPECCIONAR Y/O CORREGIR	N/A	3			X
3	SI	REDUCTOR DE VELOCIDAD	SIN RUIDOS EXTRAÑOS NI FUGAS		INSPECCIONAR Y/O CORREGIR	N/A	5			X
KDF2										
1	SI	ESMERILES	SIN DESGASTE		INSPECCIONAR Y/O CAMBIAR	GUANTES	3		X	
4	SI	TAMBOR INTRODUCOR	SIN OBSTRUCCIONES EN DUCTOS		VERIFICAR Y/O AJUSTAR	N/A	3			X
2	SI	PASTAS DE FRENO DE PORTABOBINAS	SIN DESGASTE		INSPECCIONAR Y/O CAMBIAR	N/A	3			X
3	SI	BANDA RUEDA DE TIRO	SIN DESGASTE		INSPECCIONAR Y/O CAMBIAR	N/A	5			X
5	SI	VENTILADOR PRINCIPAL	SIN RUIDOS EXTRAÑOS		VERIFICAR Y/O AJUSTAR	N/A	15			X
6	NO	MANGUERAS DE SUCCIÓN	SIN FUGAS		INSPECCIONAR Y/O CAMBIAR	LLAVE DE 5	15			X
7	NO	MANGUERAS DE LUBRICACIÓN	SIN FUGAS		INSPECCIONAR Y/O CAMBIAR	LLAVE DE 5	15			X
8	NO	MANÓMETRO TRASPORJET	1,5 - 2,5 Bar		VERIFICAR Y/O AJUSTAR	N/A	1	X		
9	NO	PRESIÓN DE AIRE PARA REGULACIÓN DE DIÁMETRO	3 Bar		VERIFICAR Y/O AJUSTAR	N/A	1	X		
10	NO	PRESIÓN DE AIRE PARA TOMA DE MUESTRAS	3 - 3,7 Bar		VERIFICAR Y/O AJUSTAR	N/A	1		X	
11	NO	MANÓMETRO PRESIÓN DE LÍNEA	6 Bar		VERIFICAR Y/O AJUSTAR	N/A	1		X	
12	NO	PRESIÓN DE ACEITE	3 - 4 Bar		VERIFICAR Y/O AJUSTAR	N/A	1		X	
HCF80										
1	SI	BANDA TRANSPORTADORA DE FILTROS	BUEN ESTADO		INSPECCIONAR Y/O AJUSTAR	N/A	2			X