

**PROPUESTA PARA LA CREACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
BASADO EN EL ANÁLISIS MODAL DE FALLA Y EFECTO (AMEF- AMFE),
APLICABLE A EMPRESAS DE IMPRESIÓN Y ARTES GRÁFICAS**

Autor:

MARIO ANDRES GARCÍA CARRIÓN

**UNIVERSIDAD ECCI
DIRECCIÓN DE POSGRADOS
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA
DE MANTENIMIENTO
BOGOTÁ D.C**

2015

**PROPUESTA PARA LA CREACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO
BASADO EN EL ANÁLISIS MODAL DE FALLA Y EFECTO (AMEF- AMFE),
APLICABLE A EMPRESAS DE IMPRESIÓN Y ARTES GRÁFICAS**

Autor:

MARIO ANDRÉS GARCIA

**Monografía para optar por el título de Especialista en
Gerencia de Mantenimiento**

Asesor:

Nelson Darío Rojas

Especialista Gerencia de mantenimiento

UNIVERSIDAD ECCI

DIRECCIÓN DE POSGRADOS

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA

DE MANTENIMIENTO

BOGOTÁ D.C

2015

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Jurado

Jurado

Bogotá, 11 de Abril de 2015.

A mi muñeca hermosa, amor de mi vida,
a mis Padres ejemplo de lucha
y fortaleza por siempre y a
mis hermanos del alma

AGRADECIMIENTOS

Principalmente a Dios por estar presente en nuestras vidas, a mis padres por su apoyo incondicional en todo momento, a todos los profesores de la Universidad "ECCI" por darnos los conocimientos y su entrega en el diario vivir la carrera como ingeniero y especialista , al Ingeniero asesor del trabajo por el soporte que fue para mi proyecto de grado durante todo el proceso de elaboración del mismo y a la Universidad "Escuela Colombia de carreras Industriales de la cual me siento orgulloso de pertenecer en conjunto con gran parte de mi familia:

Contenido

1. TITULO DE LA INVESTIGACIÓN.....	10
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	11
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	11
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
2.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
3. OBJETIVOS.....	15
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	15
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIONES.....	16
4.1. JUSTIFICACIÓN.....	16
4.2. DELIMITACIONES.....	17
5. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
5.1. MARCO TEÓRICO.....	18
5.2 ESTADO DEL ARTE.....	43
5.2.1 ESTADO DEL ARTE LOCAL.....	44
5.2.2 ESTADO DEL ARTE NACIONAL.....	46
5.2.3 ESTADO DEL ARTE INTERNACIONAL.....	48
6. TIPOS DE INVESTIGACIÓN.....	52
7. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	53
7.1. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	53
7.2. ANALISIS DE LOS DATOS.....	54
7.3. DESARROLLO OBJETIVOS.....	56
7.3.1. PRIMER OBJETIVO ESPECÍFICO.....	56
7.3.2. SEGUNDO OBJETIVO ESPECÍFICO.....	59
7.3.3. TERCER OBJETIVO ESPECÍFICO.....	65
8. FUENTES DE OBTENCION DE LA INFORMACIÓN.....	67
8.1. FUENTES PRIMARIAS.....	67
8.2. FUENTES SECUNDARIAS.....	67
9. COSTOS DEL PROYECTO.....	68
10. TALENTO HUMANO.....	69

11. CONCLUSIONES.....	71
12. RECOMENDACIONES.....	72
13. BIBLIOGRAFÍA.....	73
14. CIBERGRAFÍA.....	74

Lista de Tablas

Tabla 1. Valoración para grado de severidad.....	25
Tabla 2. Valoración para grado de Ocurrencia.....	26
Tabla 3. Valoración para nivel de detección	28
Tabla 4. Criterio de evaluación de severidad sugerido para AMEF de proceso.....	30
Tabla 5. Criterio de evaluación de Ocurrencia sugerido para AMEF de proceso ..	31
Tabla 6. Criterio de evaluación de detección sugerido para AMEF de proceso....	32
Tabla 7 Tipos de investigación.....	52
Tabla 8. Proyección personal área de mantenimiento.....	60

Lista de Gráficas

Ilustración 1 Parámetros de evaluación AMEF.....	18
Ilustración 2 Etapas para la implantación de un AMEF.....	22
Ilustración 3 Formato para la aplicación de un AMEF.....	33
Ilustración 4 Organigrama área de mantenimiento.....	60

1. TITULO DE LA INVESTIGACIÓN

Propuesta para la creación de un plan de mantenimiento basados en el análisis modal de falla y efecto (AMEF), aplicable a empresas de impresión y artes gráficas

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El mantenimiento en la actualidad se ha convertido en parte fundamental de las organizaciones, esto se debe a los modelos de producción modernos que exigen unos altos niveles de confiabilidad en sus activos esencialmente en sus máquinas. Es gracias a esta confiabilidad en las máquinas que las organizaciones pueden ofrecer a sus clientes productos de alta calidad en el tiempo acordado, logrando así satisfacer las necesidades que sus clientes demandan. Es debido a la confiabilidad en los activos que toma una mayor importancia dentro de las empresas la implementación de un buen sistema o plan de mantenimiento, teniendo en cuenta las características de los activos y el desempeño de estos en la organización. No se trata simplemente de implementar algo que ya está creado, se trata de generar y ajustar un programa de mantenimiento acorde a los requerimientos de cada organización. Es allí en donde toman una mayor importancia las diferentes metodologías para la optimización del mantenimiento y el talento humano dentro de una organización para lograr cumplir con las tareas y labores de mantenimiento programadas y diseñadas para las necesidades y requerimientos de la empresa. El mantenimiento ha dejado de ser un elemento más dentro de las organizaciones para lograr ser un parte vital para el desarrollo de las labores diarias y el desempeño óptimo de la empresa.

Años atrás la gerencia y la dirección trataba de solucionar los problemas que se presentaban en la planta a nivel de equipos con una mínima cantidad de personal en mantenimiento, el cual cumplía la función de corregir el error o la falla en el momento en que esta ocurría (mantenimiento correctivo), es decir que por cada peso que se invertía en mano de obra, se invertían también dos pesos en materiales y repuestos para la reparación o corrección de una falla determinada, en muchos casos salía muy costoso para las organizaciones desarrollar actividades de mantenimiento, además las personas de mantenimiento

desarrollaban labores que generalmente eran bastante arriesgadas y en ocasiones atentaban contra su salud y su integridad, también se presentaba una problemática en las organizaciones cuando se realizaban modificaciones en el personal que laboraba en mantenimiento, debido a que estas personas se habían formado única y exclusivamente en determinadas industrias y era bastante complicado para una empresa cambiarla porque el conocimiento que había adquirido esta persona dentro de la organización la habían hecho tan indispensable para la empresa que en ocasiones esta persona era la única que sabía con exactitud a que se debían determinadas fallas en la maquinaria de la organización y por esto a pesar de realizar cambios en el personal de mantenimiento este no tenía el mismo desempeño dentro de la organización ya que no sabían con certeza que efectos podían tener en los equipos determinadas fallas.

En la actualidad la situación ha cambiado considerablemente en algunas organizaciones, pero hay algunos sectores de la industria que no han generado políticas y directrices que permitan llegar a este cambio en el enfoque hacia el mantenimiento, uno de estos sectores es el sector de la impresión y las artes gráficas. Principalmente el problema del sector de las artes gráficas radica en la falta de una metodología definida y acorde a los requerimientos y una estructura funcional definida para el área de mantenimiento, esto se evidencia en la falta de una dirección o jefatura que establezca procedimientos y tome decisiones para el desarrollo de labores y la implementación de metodologías de mantenimiento que permitan tener una mayor eficiencia en los equipos, claro ejemplo de esto es la autoridad que tiene en la mayoría de ocasiones jefaturas como la de producción o la de ventas para determinar el funcionamiento de un equipo o la no implementación de actividades de mantenimiento para cumplir con compromisos adquiridos con clientes. Según el informe de sostenibilidad 2012 industria editorial y de la comunicación gráfica, las empresas de comunicación gráfica distribuyen el 50% de la capacidad de producción la enfocan en la impresión de editoriales y el

81% en la litográfica, es decir que la industria de las artes gráficas (empresas de impresión), cuenta con un nivel bastante elevado de maquinaria para impresión y artes gráficas con bastantes años de trabajo debido a que son muy completas y el mantenimiento que se le debe aplicar en la mayoría de las ocasiones no requiere de personal muy especializado, pero a pesar de esto el personal que requiere para desarrollar determinadas actividades de mantenimiento está centrado en una sola persona que es la que conoce cada uno de los equipos por la trayectoria que tiene dentro de la organización, es por esto que aunque se contraten técnicos para desarrollar labores de mantenimiento, la persona que va a terminar realizando la actividad o reparando la falla de los equipos normalmente es la misma para todos. Como no existe una estructura definida para el área de mantenimiento en las empresas de impresión y artes gráficas, se presentan problemas al momento de realizar la contratación de personal de mantenimiento que puede ser requerido para las empresas debido a que no existe una descripción y un análisis de los cargos que se deben de tener en el área de mantenimiento, en la mayoría de los casos esta descripción no se puede llevar a cabo porque no se ha realizado un análisis de los modos de falla y efectos en la maquinaria (AMEF), con el fin de determinar las características de las fallas que tienen los equipos, tales como fallas eléctricas, fallas mecánicas, etc., que permitan determinar con certeza las necesidades del personal que requiere cada uno de los equipos para lograr así definir las funciones y características que se necesitan en el área de mantenimiento y precisar el número de personal y las características que debe tener para desarrollar de una forma más eficiente las labores de mantenimiento.

La importancia que tiene un buen sistema de mantenimiento en una organización no se basa simplemente en implementarlo, este debe de contar con el personal apto e idóneo para cumplir con esta función tan importante para lograr mantener los equipos en las mejores condiciones posibles con un nivel alto de confiabilidad, de manera que le brinde a toda la organización un respaldo, para cumplir con las metas propuestas y permitir un mayor crecimiento para la organización.

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué forma un alto número de fallas en la maquinaria y equipos, sin contar con bases de datos actualizadas que permitan realizar un análisis de fallas, logrando identificar las causas, características y ocurrencia de las mismas, determinando las acciones correctivas, preventivas y predictivas en cada uno de los equipos en periodos tiempo con la asignación del personal necesario, afectan la productividad en empresas de impresión y artes gráficas?

2.3. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

- ¿Qué impacto tiene la falta de una metodología que permita identificar y analizar los modos de fallas y efectos en la maquinaria a las empresas de impresión y artes gráficas?
- ¿Cuál ha sido la eficiencia de las actividades de mantenimiento realizadas por el personal asignado para tal fin en las empresas de impresión y artes gráficas?
- ¿De qué modo afecta a las empresas de impresión y artes gráficas el desarrollo de mantenimiento en el momento en que se presenta la parada de las líneas de producción?

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el plan de mantenimiento más eficiente para empresas de impresión y artes gráficas basados en el análisis de modos de falla y efecto que se presentan en las máquinas, logrando identificar las necesidades requeridas para generar mayor confiabilidad y mantenibilidad en los equipos.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar un análisis modal de falla y efecto (AMEF) que permita establecer mecanismos de mejora continua en la aplicación de mantenimiento con el único fin de disminuir en forma constante las fallas en los equipos.
- Diseñar una descripción y análisis de los cargos requeridos para un esquema organizacional más eficiente en el área de mantenimiento, fundamentado en las actividades que deben ser realizadas según el AMEF para de este modo lograr más efectividad en las actividades de mantenimiento.
- Determinar qué tipo de mantenimiento es el más factible y eficiente de aplicar en empresas de impresión y artes gráficas mediante el análisis de los efectos de las fallas detectados con la implementación de un AMEF (análisis modal de fallas y efecto) logrando precisar en qué costos se está incurriendo con las metodología que se maneja actualmente y así lograr reducir costos en el mantenimiento de los equipos.

4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIONES

4.1. JUSTIFICACIÓN

El sector de la impresión y las artes gráficas es uno de los sectores que más desarrollo y tecnificación ha venido sufriendo en los últimos años no solo en Colombia sino en todo el mundo, esto es debido a la importancia que tiene para la gran mayoría de las empresas la publicidad y el material publicitario, como forma de dar a conocer al mercado la existencia de productos y servicios desarrollados por diferentes industrias. Debido a este aumento en la demanda las empresas de impresión y artes gráficas se han visto en la necesidad de adquirir tecnología e infraestructura que les permitan satisfacer las necesidades demandadas por el mercado, logrando así un crecimiento económico, pero generando también unas necesidades para el sector de las artes gráficas entre ellas necesidades de conocimiento, necesidades de materia prima y una muy importante es la necesidad de personal.

Debido a la implementación de tecnología en lapsos de tiempo bastante cortos, el sector de la impresión y las artes gráficas ha generado cargos y áreas que anteriormente no existían dentro de la organización como son cargos asistenciales, cargos técnicos y cargos directivos de los cuales se tenía un concepto pero podían ser integrados todos dentro de un mismo cargo, ejemplo de ello es el técnico que podía desempeñar labores asistenciales en la producción e inclusive labores de mensajería, o producción que desarrollaba también labores de gestión humana y mantenimiento. La implementación de nuevos cargos a generado dentro del sector de la impresión y las artes gráficas un nuevo cuello de botella y es que se cuenta con bastante personal pero no se ha logrado definir una estructura funcional adecuada especialmente en el área de mantenimiento que se ha visto afectada en gran medida debido a que el personal que está desarrollando actividades dentro del área no tiene definidas aun las funciones correspondientes a la labor para la cual fue contratado, esto se debe a que no existe dentro de las

organizaciones un análisis modal de falla y efecto (AMEF) que permita identificar al área de mantenimiento las diversas actividades y el área específica a la cual pertenecen, que se deben desarrollar en los activos de la organización, para de esta forma lograr identificar, características de dichas actividades como pueden ser actividades de carácter eléctrica, actividades de carácter mecánico, actividades de reacondicionamiento entre otras que permitan definir de manera clara y concreta las necesidades del personal requerido y lograr de forma más acertada diseñar un análisis de la estructura funcional requerida para el área de mantenimiento y una descripción y análisis de los cargos que van a ir involucrados dentro del área logrando así proponer metas y programas de mantenimiento que permitan alcanzar unos niveles más altos de confiabilidad y disponibilidad para los activos de la compañía.

4.2. DELIMITACIONES

Fundamentados en este proyecto como requisito para optar por el título de Especialistas en Gerencia de mantenimiento, el cual se va a desarrollar en el módulo dos del periodo académico 2015-1, el proyecto está delimitado a compañías del sector de las artes gráficas en el territorio nacional.

5. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

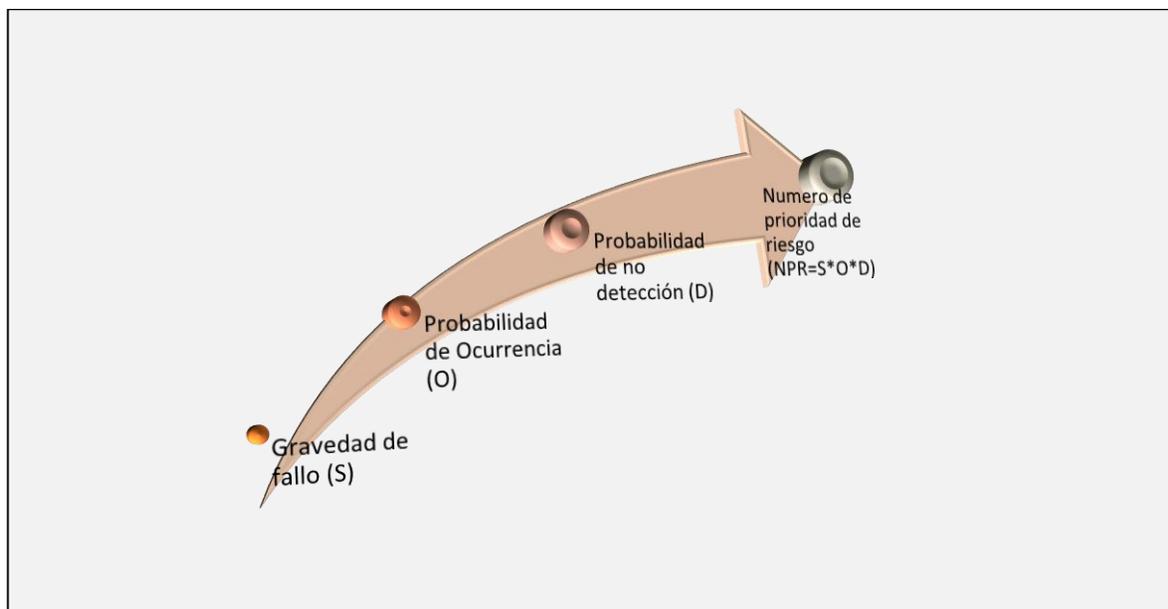
5.1. MARCO TEÓRICO

DEFINICIÓN DE AMEF O AMFE

El AMFE o análisis modal de fallos y efectos es un método dirigido a lograr el Aseguramiento de la Calidad, que mediante el análisis sistemático, contribuye a identificar y prevenir los modos de fallo, tanto de un producto en este caso asumimos como producto todos aquellos equipos que intervenga en un proceso productivo, evaluando su gravedad, ocurrencia y detección, mediante los cuales, se calculará el Número de Prioridad de Riesgo, para priorizar las causas, sobre las cuales habrá que actuar para evitar que se presenten dichos modos de fallo.

Los siguientes términos, que aparecen en la definición anterior, son los llamados parámetros de evaluación. Más adelante se analizará cada uno de ellos.

Ilustración 1. Parámetros de evaluación AMEF



Fuente: Autor

Por lo tanto, el AMEF puede ser considerado como un método analítico estandarizado para detectar y eliminar problemas de forma sistemática y total, cuyos objetivos principales son:

- Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causas asociadas con el diseño y manufactura de un producto.
- Determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema.
- Identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial.
- Analizar la confiabilidad del sistema.
- Documentar el proceso.
- Satisfacer al cliente
- Introducir en las empresas la filosofía de la prevención
- Identificar los modos de fallo que tienen consecuencias importantes respecto a diferentes criterios: disponibilidad, seguridad, etc.
- Precisar para cada modo de fallo los medios y procedimientos de detección.

¿CUÁNDO SE REALIZA UN AMEF?

¹Por definición el AMEF es una metodología orientada a maximizar la Satisfacción del cliente Mediante la reducción o eliminación de los problemas potenciales o conocidos. Para cumplir con este objetivo el AMEF se debe Comenzar tan pronto como sea posible, incluso cuando aún no se disponga de toda la información.

En concreto el AMEF se debería comenzar:

- cuando se diseñen nuevos procesos o diseños

¹ Seis Sigma, guía para principiantes, Luis Néstor Miranda Rivera, primera edición, (panorama editorial, 2006).

- cuando cambien procesos o diseños actuales sea cual fuere la razón.
- cuando se encuentren nuevas aplicaciones para los productos o procesos actuales.
- cuando se busquen mejoras para los procesos o diseños actuales.

Dentro del proceso de diseño de un producto, el AMEF es de aplicación durante las fases de diseño conceptual, desarrollo y proceso de producción. En esta fase el AMEF se complementa con otras herramientas de ingeniería de calidad como QFD, benchmarking, estudio de quejas y reclamaciones, fiabilidad y CEP.

EL AMEF se puede dar por finalizado cuando se ha fijado la fecha de comienzo de producción en el caso de AMEF de diseño o cuando todas las operaciones han sido identificadas y evaluadas y todas las características críticas se han definido en el plan de control, para el caso de AMEF de proceso. En cualquier caso, siempre se puede reabrir un AMEF para revisar, evaluar o mejorar un diseño o proceso existente, según un criterio de oportunidad que se fijará en la propia empresa.

Como regla general los archivos del AMEF habrán de conservarse durante el ciclo completo de vida del producto (AMEF de diseño) o mientras el proceso se siga utilizando (AMEF de proceso).

AMEF DE PROCESO

Es el "Análisis de modos de fallos y efectos" potenciales de un proceso de fabricación, para asegurar su calidad de funcionamiento y, en cuanto de él dependa, la fiabilidad de las funciones del producto exigidos por el cliente. En el AMEF de proceso se analizan los fallos del producto derivados de los posibles fallos del proceso hasta su entrega al cliente.

Se analizan, por tanto, los posibles fallos que pueden ocurrir en los diferentes elementos del proceso (materiales, equipo, mano de obra, métodos y entorno) y cómo éstos influyen en el producto resultante. Hay que tener claro que la fiabilidad del producto final no depende sólo del AMEF de proceso final, sino también de la calidad del diseño de las piezas que lo componen y de la calidad intrínseca con que se hayan fabricado las mismas. Sólo puede esperarse una fiabilidad óptima cuando se haya aplicado previamente un AMEF de diseño y un AMEF de proceso en proveedores externos e internos.

IMPLANTACIÓN DEL AMEF

Como requisito previo necesario para implantar el AMEF en una empresa hay que contar con el apoyo de la gerencia. Conseguir el apoyo de la gerencia es muy importante, ya que la elaboración del AMEF:

- se realiza en horas de trabajo
- implica cambios (y los cambios cuestan dinero y no son fáciles de hacer)
- se llega a conclusiones que requieren el apoyo de la dirección.

La gerencia tiene que conocer el método, apoyar su aplicación y animar al equipo de trabajo, ya que la persistencia en el esfuerzo es uno de los factores de éxito.

Las etapas para la implantación sistemática del AMEF en la empresa son las siguientes:

Ilustración 2. Etapas para la implantación de un AMEF



Fuente: Autor

PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DEL A.M.E.F – A.M.F.E

1. Determinar el proceso o producto a analizar.
 - AMEF de diseño: Enumerar que es lo que se espera del diseño del producto, que es lo que quiere y necesita el cliente, y cuáles son los requerimientos de producción. Así mismo listar el flujo que seguirá el producto a diseñar, comenzando desde el abastecimiento de materia prima, el(los) procesos (s) de producción hasta la utilización del producto por el usuario final. Determinar las áreas que sean más sensibles a posibles fallas.
 - AMEF de procesos: Listar el flujo del proceso que se esté desarrollando, comenzando desde el abastecimiento de la materia prima, el proceso de transformación hasta la entrega al cliente (proceso siguiente).

Determinar las áreas que sean más sensibles a posibles fallas. En el caso de empresas de servicios no hay materias primas, para este caso se toman en cuenta las entradas del proceso.

En este punto es importante:

- Desarrollar lista de Entradas, Salidas y Características / artículos - diagrama de bloque de referencia, QFD.
- Evaluar entradas y características de la función requerida para producir la salida.
- Evaluar Interfaz entre las funciones para verificar que todos los Posibles Efectos sean analizados.
- Asumir que las partes se manufacturan de acuerdo con la intención del diseño.

2. Establecer los modos potenciales de falla.

Para cada una de las áreas sensibles a fallas determinadas en el punto anterior se deben establecer los modos de falla posibles. Modo de falla es la manera en que podría presentarse una falla o defecto. Para determinarlas nos cuestionamos ¿De qué forma podría fallar la parte o proceso?

Ejemplos:

- Roto
- Flojo
- Fracturado
- Equivocado
- Deformado
- Agrietado
- Mal ensamblado
- Fugas
- Mal dimensionado

3. Determinar el efecto de la falla

Efecto: Cuando el modo de falla no se previene ni corrige, el cliente o el consumidor final pueden ser afectados.

Ejemplos:

Deterioro prematuro

- Ruidoso
- Operación errática
- Claridad insuficiente
- Paros de línea.

4. Determinar la causa de la falla

Causa: Es una deficiencia que se genera en el Modo de Falla.

Las causas son fuentes de Variabilidad asociada con variables de Entrada Claves (KPI's).

1. Causas relacionadas con el diseño (características de la parte)

- Selección de Material
- Tolerancias / valores objetivo
- Configuración
- Componente de Modos de Falla a nivel de Componente

2. Causas que no pueden ser Entradas de Diseño, tales como:

- Ambiente, Vibración, Aspecto Térmico

3. Mecanismos de Falla

- Rendimiento, Fatiga, Corrosión, Desgaste

5. Describir las condiciones actuales: Anotar los controles actuales que estén dirigidos a prevenir o detectar la causa de la falla.

- Cálculos

- Análisis de elementos limitados
- Revisiones de Diseño
- Prototipo de Prueba
- Prueba Acelerada

•Primera Línea de Defensa - Evitar o eliminar causas de falla.

•Segunda Línea de Defensa - Identificar o detectar falla anticipadamente.

•Tercera Línea de Defensa - Reducir impactos / consecuencias de falla.

6. Determinar el grado de severidad: Para estimar el grado de severidad, se debe de tomar en cuenta el efecto de la falla en el cliente. Se utiliza una escala del 1 al 10: el '1' indica una consecuencia sin efecto. El 10 indica una consecuencia grave.

Tabla 1. Valoración para grado de severidad

Efecto	Rango	Criterio
No	1	Sin efecto
Muy poco	2	Cliente no molesto. Poco efecto en el desempeño del artículo o sistema.
Poco	3	Cliente algo molesto. Poco efecto en el desempeño del artículo o sistema.
Menor	4	El cliente se siente algo insatisfecho. Efecto moderado en el desempeño del artículo o sistema.
Moderado	5	El cliente se siente algo insatisfecho. Efecto moderado en el desempeño del artículo o sistema.
Significativo	6	El cliente se siente algo inconforme. El desempeño del

		artículo se ve afectado, pero es operable y está a salvo. Falla parcial, pero operable.
Mayor	7	El cliente está insatisfecho. El desempeño del artículo se ve seriamente afectado, pero es funcional y está a salvo. Sistema afectado.
Extremo	8	El cliente muy insatisfecho. Artículo inoperable, pero a salvo. Sistema inoperable
Serio	9	Efecto de peligro potencial. Capaz de discontinuar el uso sin perder tiempo, dependiendo de la falla. Se cumple con el reglamento del gobierno en materia de riesgo.
Peligro	10	Efecto peligroso. Seguridad relacionada - falla repentina. Incumplimiento con reglamento del gobierno.

Fuente: Introducción a la gestión de la calidad, Francisco José Miranda, Delta publicaciones universitarias, primera edición. 2011.

7. Determinar el grado de ocurrencia: Es necesario estimar el grado de ocurrencia de la causa de la falla potencial. Se utiliza una escala de evaluación del 1 al 10. El “1” indica remota probabilidad de ocurrencia, el “10” indica muy alta probabilidad de ocurrencia.

Tabla 2. Valoración para grado de Ocurrencia

Ocurrencia	Rango	Criterios	Probabilidad de Falla
Remota	1	Falla improbable. No existen fallas asociadas con este proceso o con un	<1 en 1,500,000

		producto casi idéntico.	
Muy Poca	2	Sólo fallas aisladas asociadas con este proceso o con un proceso casi idéntico.	1 en 150,000
Poca	3	Fallas aisladas asociadas con procesos similares.	1 en 30,000
Moderada	4	Este proceso o uno similar ha tenido fallas ocasionales	1 en 4,500
	5		1 en 800
	6		1 en 150
Alta	7	Este proceso o uno similar han fallado a menudo.	1 en 50
	8		1 en 15
Muy Alta	9	La falla es casi inevitable	1 en 6
	10		>1 en 3

Fuente: Introducción a la gestión de la calidad, Francisco José miranda, Delta publicaciones universitarias, primera edición. 2011.

8. Determinar el grado de detección: Se estimará la probabilidad de que el modo de falla potencial sea detectado antes de que llegue al cliente. El '1' indicará alta probabilidad de que la falla se pueda detectar. El '10' indica que es improbable ser detectada.

Tabla 3. Valoración para nivel de detección

Probabilidad	Rango	Criterio	Probabilidad de detección de la falla.
Alta	1	El defecto es una característica funcionalmente obvia	99.99%
Medianamente alta	2-5	Es muy probable detectar la falla. El defecto es una característica obvia.	99.7%
Baja	6-8	El defecto es una característica fácilmente identificable.	98%
Muy Baja	9	No es fácil detectar la falla por métodos usuales o pruebas manuales. El defecto es una característica oculta o intermitente	90%
Improbable	10	La característica no se puede checar fácilmente en el proceso. Ej.: Aquellas características relacionadas con la durabilidad del producto.	Menor a 90%

Fuente: Introducción a la gestión de la calidad, Francisco José Miranda, Delta publicaciones universitarias, primera edición. 2011.

9. Calcular el número de prioridad de riesgo (NPR): Es un valor que establece una jerarquización de los problemas a través de la multiplicación del grado

de ocurrencia, severidad y detección, éste provee la prioridad con la que debe de atacarse cada modo de falla, identificando ítems críticos.

$$\text{NPR} = \text{Grado de Ocurrencia} * \text{Severidad} * \text{Detección.}$$

Prioridad de NPR:

- ❖ (500 – 1000) Alto riesgo de falla
- ❖ (125 – 499) Riesgo de falla medio
- ❖ (1 – 124) Riesgo de falla bajo
- ❖ (0) No existe riesgo de falla

Se deben atacar los problemas con NPR alto, así como aquellos que tengan un alto grado de ocurrencia no importando si el NPR es alto o bajo.

10. Acciones recomendadas: Anotar la descripción de las acciones preventivas o correctivas recomendadas, incluyendo responsables de las mismas. Anotando la fecha compromiso de implantación. Se pueden recomendar acciones encaminadas hacia:

1. Eliminar o disminuir la OCURRENCIA de la causa del modo de falla. (modificaciones al diseño o al proceso, Implementación de métodos estadísticos, ajuste a herramientas, etc.
2. Reducir la SEVERIDAD del modo de falla. (Modificaciones en el diseño del producto o proceso).
3. Incrementar la probabilidad de DETECCIÓN. (Modificaciones en el diseño del producto o proceso para ayudar a la detección).

11. Una vez realizadas las acciones correctivas o preventivas, se recalcula el grado de ocurrencia, severidad, detección y el NPR.

12. Cada vez que haya alguna modificación en el proceso o en el producto se debe de actualizar el A.M.E.F.

Tabla 4. Criterio de evaluación de severidad sugerido para AMEF de proceso

Esta calificación resulta cuando un modo de falla potencial resulta en un defecto con un cliente final y/o una planta de manufactura / ensamble. El cliente final debe ser siempre considerado primero. Si ocurren ambos, use la mayor de las dos severidades			
Efecto	Efecto en el cliente	Efecto en Manufactura /Ensamble	Calif.
Peligros o sin aviso	Calificación de severidad muy alta cuando un modo potencial de falla afecta la operación segura del producto y/o involucra un no cumplimiento con alguna reaulación	Puede exponer al peligro al operador (máquina o ensamble) sin aviso	10
Peligros o con aviso	Calificación de severidad muy alta cuando un modo potencial de falla afecta la operación segura del producto y/o involucra un no cumplimiento con alguna reaulación	Puede exponer al peligro al operador (máquina o ensamble) sin aviso	9
Muy alto	El producto / ítem es inoperable (pérdida de la función primaria)	El 100% del producto puede tener que ser desechado o reparado con un tiempo o costo infinitamente mayor	8
Alto	El producto / ítem es operable pero con un reducido nivel de desempeño. Cliente muy insatisfecho	El producto tiene que ser seleccionado y un parte desechada o reparada en un tiempo y costo muy alto	7
Moderado	Producto / ítem operable, pero un ítem de confort/conveniencia es inoperable. Cliente insatisfecho	Una parte del producto puede tener que ser desechado sin selección o reparado con un tiempo y costo alto	6
Bajo	Producto / ítem operable, pero un ítem de confort/conveniencia son operables a niveles de desempeño bajos	El 100% del producto puede tener que ser re trabajado o reparado fuera de línea pero no necesariamente va al área de re trabajo	5
Muy bajo	No se cumple con el ajuste, acabado o presenta ruidos y rechinidos. Defecto notado por el 75% de los clientes	El producto puede tener que ser seleccionado, sin desecho, y una parte re trabajada	4
Menor	No se cumple con el ajuste, acabado o presenta ruidos y rechinidos. Defecto notado por el 50% de los clientes	El producto puede tener que ser re trabajada, sin desecho, en línea, pero fuera de la estación	3
Muy menor	No se cumple con el ajuste, acabado o presenta ruidos, y rechinidos. Defecto notado por clientes muy críticos (menos del 25%)	El producto puede tener que ser re trabajado, sin desecho en la línea, en la estación	2
Ninguno	Sin efecto perceptible	Ligero inconveniente para la operación u operador, o sin efecto	1

Fuente: Introducción a la gestión de la calidad, Francisco José Miranda, Delta publicaciones universitarias, primera edición. 2011.

Tabla 5. Criterio de evaluación de Ocurrencia sugerido para AMEF de proceso

Probabilidad	Índices Posibles de falla	Ppk	Calif.
Muy alta: Fallas persistentes	≥ 100 por mil piezas	< 0.55	10
	50 por mil piezas	> 0.55	9
Alta: Fallas frecuentes	20 por mil piezas	> 0.78	8
	10 por mil piezas	> 0.86	7
Moderada: Fallas ocasionales	5 por mil piezas	> 0.94	6
	2 por mil piezas	> 1.00	5
	1 por mil piezas	> 1.10	4
Baja: Relativamente pocas fallas	0.5 por mil piezas	> 1.20	3
	0.1 por mil piezas	> 1.30	2
Remota: La falla es improbable	< 0.01 por mil piezas	> 1.67	1

Fuente: Introducción a la gestión de la calidad, Francisco José Miranda, Delta publicaciones universitarias, primera edición. 2011.

Tabla 6. Criterio de evaluación de detección sugerido para AMEF de proceso

Detección	Criterio	Tipos de Inspección			Métodos de seguridad de Rangos de Detección	Calif
		A	B	C		
Casi imposible	Certeza absoluta de no detección			X	No se puede detectar o no es verificada	10
Muy remota	Los controles probablemente no detectarán			X	El control es logrado solamente con verificaciones indirectas o al azar	9
Remota	Los controles tienen poca oportunidad de detección			X	El control es logrado solamente con inspección visual	8
Muy baja	Los controles tienen poca oportunidad de detección			X	El control es logrado solamente con doble inspección visual	7
Baja	Los controles pueden detectar		X	X	El control es logrado con métodos gráficos con el CEP	6
Moderada	Los controles pueden detectar		X		El control se basa en mediciones por variables después de que las partes dejan la estación, o en dispositivos Pasa NO pasa realizado en el 100% de las partes después de que las partes han	5
Moderadamente Alta	Los controles tienen una buena oportunidad para detectar	X	X		Detección de error en operaciones subsiguientes, o medición realizada en el ajuste y verificación de primera pieza (solo para causas de ajuste)	4
Alta	Los controles tienen una buena oportunidad para detectar	X	X		Detección del error en la estación o detección del error en operaciones subsiguientes por filtros múltiples de aceptación: suministro, instalación, verificación. No puede aceptar parte	3
Muy Alta	Controles casi seguros para detectar	X	X		Detección del error en la estación (medición automática con dispositivo de paro automático). No puede pasar la parte discrepante	2
Muy Alta	Controles seguros para detectar	X			No se pueden hacer partes discrepantes porque el ítem ha pasado a prueba de errores dado el diseño del proceso/producto	1
Tipos de inspección: A) A prueba de error B) Medición automatizada C) Inspección visual/manual						

Fuente: Introducción a la gestión de la calidad, Francisco José Miranda, Delta publicaciones universitarias, primera edición. 2011.

Ilustración 3. Formato para la aplicación de un AMEF

A. M. E. F.

A. M. E. F. DE:		ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE LA FALLA						GERENCIA: ING. PROCESOS		INGENIERO: A. RAMIREZ								
<input checked="" type="checkbox"/> PROCESO <input type="checkbox"/> DISEÑO		A. M. E. F. No.: 001		FECHA DE JUNTA DE REVISIÓN:				DEPARTAMENTO: PROCESOS 1		FECHA: 10 / AGO. / 90								
PROVEEDOR (ES) AFECTADO (S): Productos A Z 0		DESCRIPCIÓN		NOMBRE DE LA PZA. O PROCESO DE FAB:		NUMERO: 1302-DF001		DEPARTAMENTOS INVOLUCRADOS: INSPECCION, MTTQ.		HOJA 1 DE 1								
DESCRIPCIÓN DE LA PARTE O PROCESO		FUNCIÓN DE LA PARTE O PROCESO		MODO DE LA FALLA	EFECTO DE LA FALLA	CAUSA DE LA FALLA	SITUACIÓN ACTUAL			ACCIONES RECOMENDADAS	RESPONSABLE	EVALUACIÓN DE MEJORAS						
							ACCIONES ACTUALES	OCURR	SEVER	DETECC	NPR	ACCIONES ADOPTADAS	OCURR	SEVER	DETECC	NPR		
Maquinado de freno de disco		Torneado de desbaste		Excentricidad	Vibración del freno	Diferencias de espesores en paredes por fundición desplazada.	Control dimensional de espesores de pared.	5	5	7	175	Verificación periódica de centrado de cajas de fundición y del estado de los bujes al inicio de cada corrida. Verificación dimensional del modelo cada 500 ciclos.	Prov.	Se implantó lo recomendado	5	3	3	45
				Sujeción incorrecta.	No existen	2	5	7	70	Auditoría una vez por turno de condiciones de sujeción. Verificación dimensional en escantillón.	Prov.	Se implantó lo recomendado	2	5	2	20		
		Torneado de acabado		Caras fuera de paralelismo	Vibración del freno	Ajuste incorrecto de herramienta de corte.	Checar la primera y la 20ava pzas.	4	5	8	160	Verificar la 1era. y 20 ava. piezas y aumentar el muestreo a 5 Pzas. por hora. Introducir CEP.	Prov.	Se implantó lo recomendado	4	5	2	40
				Paredes muy delgadas.	Desgaste prematuro	Ajuste incorrecto de herramienta de corte.	Checar la primera y la 20ava pzas.	4	7	7	196	Verificar la 1era. y 5 Pzas. Introducir CEP.	Prov.	Se implantó lo recomendado	4	7	2	56
				Rugosidad fuera de especificación.	Ruido	Ajuste incorrecto de herramienta de corte.	Checar la primera y la 20ava pzas.	4	5	9	180	Verificar con rugosímetro cada hora.	Prov.	Se implantó lo recomendado	2	5	2	20

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LA FALLA:		RANGOS DE SEVERIDAD DE LA FALLA:		PROBABILIDAD DE DETECCIÓN DE LA FALLA:		NUMERO DE PRIORIDAD DE RIESGO (NPR):		OCURRENCIA -) CAUSA	
ALTAMENTE IMPROBABLE	= 1	MUY BAJA SEVERIDAD	= 1	ALTA PROBABILIDAD	= 1	ALTO RIESGO DE FALLA	= 500 - 1000	SEVERIDAD -) EFECTO	
MUY BAJA PROBABILIDAD	= 2 - 3	SEVERIDAD BAJA	= 2 - 3	PROB. MEDIANAMENTE ALTA	= 2 - 5	PROB. MEDIA DE RIESGO	= 125 - 499	DETECCION -) MODO	
PROBABILIDAD MEDIA	= 4 - 6	SEVERIDAD PROMEDIO	= 4 - 6	MUY BAJA PROBABILIDAD	= 6 - 8	BAJO RIESGO DE FALLA	= 1 - 194		
ALTA PROBABILIDAD	= 7 - 8	SEVERIDAD ALTA	= 7 - 8	ALTAMENTE IMPROBABLE	= 9	NO EXISTE RIESGO	= 0		
MUY ALTA PROBABILIDAD	= 9 - 10	MUY ALTA SEVERIDAD	= 9 - 10		= 10				

Fuente: Seis Sigma, guía para principiantes, Luis Néstor Miranda Rivera, Pag.78

BENEFICIOS DEL AMEF

La eliminación de los modos de fallas potenciales tiene beneficios tanto a corto como a largo plazo. A corto plazo, representa ahorros de los costos de reparaciones, las pruebas repetitivas y el tiempo de paro. El beneficio a largo plazo es mucho más difícil medir puesto que se relaciona con la satisfacción del cliente con el producto y con su percepción de la calidad; esta percepción afecta las futuras compras de los productos y es decisiva para crear una buena imagen de los mismos.

ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE CARGOS

Pretende estudiar y determinar todos los requisitos, las responsabilidades comprendidas y las condiciones que el cargo exige para poder desempeñarlo de manera adecuada. Este análisis es la base para la evaluación y la clasificación que se harán de los cargos para efectos de comparación.

²Hay distintas maneras de agrupar y organizar las tareas y los deberes, y habrá variaciones según se trate de puestos manuales, de oficina, de producción, y demás. Las principales categorías de análisis que se podrían incluir son:

- a. Procedimientos, equipos y materias que el empleado debe conocer; problemas y solicitudes típicas que recibirá.
- b. Alcance de su responsabilidad; magnitud de la discreción; "período de control".
- c. c) Normas sobre desempeño y carga de trabajo.
- d. Relaciones; interfaces del cargo.
- e. Supervisión; relaciones de dependencia.
- f. Período de calificación, prueba y adiestramiento.
- g. Condiciones de trabajo; peligros.
- h. Promoción y oportunidades de carrera.

² Análisis y descripción de puestos de trabajo, Fernández Ríos Manuel, ediciones Díaz de Santos S.A., 1995.

El análisis de cargos tiene una estructura que se refiere a cuatro áreas de requisitos: intelectuales, físicos, responsabilidades implícitas, condiciones de trabajo. Cada una de estas cuatro áreas está dividida en varios factores de especificaciones, como la experiencia, por ejemplo, en el área de requisitos intelectuales. Estos factores de especificación son puntos de referencia que permiten analizar una gran cantidad de cargos de manera objetiva; son verdaderos instrumentos de medición, contruidos de acuerdo con la naturaleza de los cargos existentes en la empresa. Si la naturaleza de los cargos que van a analizarse varía, así mismo variarán no sólo los factores de especificaciones considerados, sino también su amplitud de variación y sus características de comportamiento.

Existen varios métodos de descripción y análisis de cargos, entre ellos: La observación directa del trabajador ejecutando la labor; los cuestionarios a trabajadores y sus jefes directos; la entrevista directa al empleado; métodos mixtos que combinen dos o más de los anteriores. Estos últimos brindan la posibilidad de contrarrestar las desventajas de cada uno de los métodos, haciendo de esta manera más confiable el estudio.

La descripción de cargos es importante, ya que trata temas claves; el qué, el cómo, el cuándo y el porqué. Estas preguntas dan las bases de la limitación de un cargo, permiten delimitar obligaciones y todas las tareas y atribuciones que son los elementos que conforman un trabajo y que debe cumplir el ocupante.

Se hace de vital importancia el análisis de cargos porque por medio de éste: se deduce, analiza y desarrolla datos ocupacionales relativos a los cargos, cualidades necesarias para ocupar los cargos y características del ocupante, que sirven de base para la orientación profesional, la evaluación de salarios, la utilización de trabajadores y otras prácticas de personal. Estudia cargos desempeñados en industrias, comercios y otras organizaciones y produce descripciones de elementos de los cargos y de los requisitos físicos e intelectuales que debe poseer el ocupante. Define, clasifica y correlaciona datos

ocupacionales; desarrolla medios de orientación para trabajadores inexpertos o que desean cambiar de cargo, y prepara procedimientos de entrevista para facilitar la colocación de trabajadores; utiliza datos para desarrollar sistemas de evaluación de salarios y recomienda cambios en la clasificación de los cargos; prepara organigramas, elabora monografías (mediante la descripción de patrones y tendencias industriales); diseña pruebas para medir conocimientos ocupacionales y habilidades de los trabajadores y realiza la búsqueda ocupacional relacionada.

La descripción y el análisis de cargos tienen que ver directamente con la productividad y competitividad de las empresas, ya que implica una relación directa con el recurso humano que en definitiva es la base para el desarrollo de cualquier organización. Son herramientas que permiten la eficiencia de la administración de personal, en cuanto que son la base para la misma. Una descripción y análisis de cargo concienzudas y juiciosas dan como resultado simplificación en otras tareas propias de este sector de la organización.

EL MANTENIMIENTO

El mantenimiento es un conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que éstos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados.

Como es evidente, debido a la incapacidad para que los equipos e instalaciones se mantengan en buen funcionamiento por sí mismos, debe organizarse un grupo de personas para que se encargue de esto y se constituya así una "organización de mantenimiento".

Desde el punto de vista de quien administra el mantenimiento, el objetivo principal es la conservación del servicio. Esto es, ³la máquina debe recibir un mantenimiento no por ella misma, sino para su conservación y para garantizar que la función que ella realiza dentro del proceso productivo se cumpla a cabalidad y

³ El Mantenimiento General Administración de Empresas. García, Oliverio

se mantenga la capacidad productiva en el nivel deseado. Lo anterior se debe basar siempre en el equilibrio de los siguientes factores:

- Minimizar los costos de parada del equipo por daños y reparaciones.
- Maximizar la utilización del capital invertido en instalaciones y equipos, aumentando así su vida útil.
- Minimizar los costos de operación y mantenimiento, para aumentar los beneficios de la actividad industrial.

Es también una función del mantenimiento garantizar la seguridad industrial. En la práctica, el alcance del mantenimiento depende del tipo de industria o instalación, así como de la magnitud y desarrollo industrial de la misma. Cada industria en particular y cada departamento de mantenimiento, dependiendo de su formación académica y técnica y de las características de los equipos y sistemas que deben mantenerse, desarrollarán sus propias técnicas y estilos administrativos.

Se ha visto que tradicionalmente los ingenieros y técnicos que operan en el campo de la ingeniería de mantenimiento, dan una mayor importancia a los aspectos de tipo técnico, dejando en segundo plano lo concerniente a la gestión administrativa y aspectos logísticos, lo cual siempre redundará en bajo nivel de servicio, altos costos y demasiadas tensiones y fricciones en la ejecución del trabajo.

Los temas siguientes dan las bases para que el ingeniero y el técnico práctico puedan corregir esas deficiencias.

TIPOS DE MANTENIMIENTO

Existen diversas formas de realizar el mantenimiento a un equipo de producción, cada una de las cuales tiene sus propias características como lo describiremos a continuación.

- Mantenimiento correctivo.
- Mantenimiento periódico.
- Mantenimiento programado.
- Mantenimiento predictivo.
- Mantenimiento bajo condiciones.
- Mantenimiento preventivo.

MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Como su nombre lo indica, es un mantenimiento encaminado a corregir una falla que se presente en determinado momento.

En otras palabras, es el equipo quien determina las paradas. Su función primordial es poner en marcha el equipo lo más rápido y con el mínimo costo posible. Este mantenimiento es generalmente el único que se realiza en pequeñas empresas. Las etapas por seguir cuando se presente un problema de mantenimiento correctivo, pueden ser las siguientes:

1. Identificar el problema y sus causas.
2. Estudiar las diferentes alternativas para su reparación.
3. Evaluar las ventajas de cada alternativa y escoger la óptima.
4. Planear la reparación de acuerdo con personal y equipo disponibles.
5. Supervisar las actividades por desarrollar.
6. Clasificar y archivar la información sobre tiempos, personal y repuesta de la labor realizada, así como las diferentes observaciones al respecto.

Este tipo de mantenimiento presenta una serie de inconvenientes en diversas áreas de la empresa a saber:

Personal: En un comienzo, o sea cuando el equipo es nuevo, tan solo será necesario un reducido grupo de técnicos para atender las fallas que se presenten, pero con el transcurso del tiempo, el desgaste del equipo será mayor y traerá

como consecuencia un incremento en el número de fallas, que ya no podrán ser atendidas por el mismo grupo de personas, lo cual hace necesario el que se contrate más personal de mantenimiento para atender todos los daños. Por otro lado, si una falla suspende el proceso productivo, el personal de producción se encontrará, inactivo y devengando por un largo tiempo; pero si además recibe bonificación por la producción, estará presionando para una pronta reparación, y esto influye para que la reparación realizada no sea la mejor.

Maquinaria: Una pequeña deficiencia que no se manifieste, puede con el tiempo hacer fallar otras partes del mismo equipo, convirtiéndose así, un arreglo pequeño en una reparación mayor que incrementa los costos debido al aumento y el tiempo de parada del equipo. Esto se podría haber evitado efectuando a tiempo el cambio del elemento, daño que hubiera sido detectado durante una revisión preventiva.

Inventario: Casi podría afirmarse que el repuesto requerido para solucionar una falla no se encuentra en ese momento en el almacén, por no existir la información de la clase y cantidad de repuestos necesarios. La consecución de estos elementos exteriormente hace que la demora sea mayor y se incrementen los costos. Esta información, al igual que en el caso anterior, se hubiera podido obtener mediante continuas revisiones preventivas.

Seguridad: La seguridad se verá afectada sí la falla coincide con un evento inaplazable en la producción y se obliga a los equipos a trabajar en condiciones de riesgo tanto para el personal, como para la maquinaria.

Calidad Por último, la calidad del producto se verá seriamente afectada, ya que el desgaste progresivo de los equipos ocasionará una caída de esta, lo cual dará como resultado un aumento en la calidad de "segundas" al final del proceso. Aunque lo anterior muestra claramente que hoy en día, para una empresa media los costos de mano de obra y lucro cesante hacen imposible su administración

únicamente con un sistema de mantenimiento correctivo, muchas empresas desarrolladas persisten en la idea de reparar sola mente las fallas que se van presentando. Es demasiado complejo explicar por qué sucede esto, pero se puede decir que algo que influye sobremanera es el deseo de los empresarios de producir el máximo (si es posible las 24 horas del día y los 365 días del año). Aunque en las organizaciones hay personas preparadas profesionalmente que se oponen a esto, no son escuchadas.

De todas maneras, la práctica enseña que el mantenimiento correctivo es inevitable, así se haya implantado un programa de mantenimiento preventivo, ya que en cualquier momento se pueden presentar fallas que no fueron previstas.

Cabe anotar la existencia de equipos o instrumentos que, debido a la gran necesidad de ajustes para un funcionamiento óptimo o por poseer una delicada conformación (equipos electrónicos) o, porque llevan buen tiempo trabajando sin molestar, es preferible no revisarlos para evitar la pérdida del ajuste adquirido con el tiempo o dañarlos; entonces se recomienda esperar a que fallen, para en ese momento hacerles una reparación total que los deje en condiciones óptimas de funcionamiento. Esta práctica es común cuando se tiene un equipo de reserva.

MANTENIMIENTO PERIODICO

Este tipo de mantenimiento, como su nombre lo indica, es aquel que se realiza después de un período de tiempo generalmente largo (entre seis y doce meses). Este mantenimiento se practica por lo regular en plantas de procesos tales como petroquímicas, azucareras, papeleras, de cemento, etc. y consiste en realizar grandes paradas en las que se efectúan reparaciones mayores. Para implantar este tipo de mantenimiento, se requiere una excelente planeación e interrelación del área de mantenimiento con las demás áreas de la empresa, para lograr llevar a cabo las acciones en el menor tiempo posible. Generalmente la decisión de

implantar este tipo de mantenimiento no queda en manos del departamento de mantenimiento debido a la complejidad y a los costos tan altos que se manejan.

MANTENIMIENTO PROGRAMADO

⁴Este es otro sistema de mantenimiento que se práctica hoy en día y se basa en la suposición de que las piezas se desgastan siempre en la misma forma y en el mismo período de tiempo, así se esté trabajando bajo condiciones diferentes.

En este tipo de mantenimiento se lleva a cabo un estudio detallado de los equipos de la fábrica a través de él se determina, con ayuda de datos estadísticos e información del fabricante, las partes que se deben cambiar, así como la periodicidad con que se deben hacer los cambios. Una vez hecho esto, se elabora un programa de trabajo que satisfaga las necesidades del equipo. Aunque este sistema es superior al mantenimiento correctivo, presenta algunas fallas. La principal es el hecho de que, con el fin de prestar el servicio que ordena el programa a una determinada parte del equipo, sea necesario retirar o desarmar partes que están trabajando en forma perfecta.

MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Este tipo de mantenimiento consiste en hacer mediciones o ensayos no destructivos mediante equipos sofisticados a partes de maquinaria que sean muy costosas o a las cuales no se les pueda permitir fallar en forma imprevista, pues arriesgan la integridad de los operarios o causan daños de cuantía. La mayoría de las inspecciones se realiza con el equipo en marcha y sin causar paros en la producción. Las más frecuentes son:

- **De desgaste** Con espectrofotómetro de absorción atómica, aplicando sobre los aceites de lubricación que sí muestran un contenido de metal superior al normal, nos indican dónde está ocurriendo un desgaste excesivo.

⁴ Un buen mantenimiento de la planta es un buen negocio. Guayaquil: Centro de Desarrollo Industrial del Ecuador, 1980.

- **De espesor** Con ultrasonido.
- **De fracturas** Con rayos X, partículas magnéticas, tintas reveladoras o corrientes parásitas, ultrasonido.
- **De ruido** Con medidores de nivel de ruido o decibelímetro.
- **De vibraciones** Con medidores de amplitud, velocidad y aceleración.
- **De temperatura:** Con rayos infrarrojos o sea la termografía.
- El mantenimiento predictivo sólo informa y sirve de base para un buen programa de mantenimiento preventivo.

MANTENIMIENTO BAJO CONDICIONES

Este, más que un tipo de mantenimiento, es una práctica que se debe seguir cuando se tiene implantado un determinado sistema de mantenimiento y consiste en adecuar el programa según varíen las condiciones de producción (de uno a dos turnos) o las condiciones de operación (el ambiente de operación), teniendo en cuenta principalmente el efecto que cause esto sobre el equipo. En otras palabras, mediante esta práctica se mantiene actualizado el programa existente.

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

⁵Para evitar que se confunda este mantenimiento con una combinación del periódico y el programado, se debe hacer énfasis en que la esencia de éste son las revisiones e inspecciones programadas que pueden o no tener como consecuencia una tarea correctiva o de cambio. Este sistema se basa en el hecho de que las partes de un equipo se gastan en forma desigual y es necesario prestarles servicio en forma racional, para garantizar su buen funcionamiento.

El mantenimiento preventivo es aquel que se hace mediante un programa de actividades (revisiones y lubricación), previamente establecido, con el fin de anticiparse a la presencia de fallas en instalaciones y equipos. Este programa se

⁵ Organización del mantenimiento preventivo, Peiró, José María 2da. Edición Zaragoza. Distresa, 1982.

fundamenta en el estudio de necesidades de servicio de un equipo, teniendo en cuenta cuáles de las actividades se harán con el equipo detenido y cuáles cuando está en marcha. Además, se estima el tiempo que se toma cada operación y la periodicidad con que se efectúa, con el fin de poder determinar así las horas-hombre que requiere una tarea de mantenimiento, al igual que las personas que se van a emplear en determinados momentos del año.

El éxito de un programa de mantenimiento preventivo, estriba en el análisis detallado del programa de todas y cada una de las máquinas y en el cumplimiento estricto de las actividades, para cuyo efecto se debe realizar un buen control.

Dependiendo del tipo de empresa, del desarrollo alcanzado por ella, así como de las políticas establecidas, se pueden conjugar para efectos de un mejor mantenimiento, varias de las alternativas antes mencionadas, realizándose de esta manera un MANTENIMIENTO MIXTO.

5.2 ESTADO DEL ARTE

Las empresas de impresión y artes gráficas deben contemplar los procedimientos del mantenimiento dentro de sus tareas prioritarias y fundamentales, no existe un programa específico a seguir del mantenimiento, sino que por el contrario, cada empresa debe diseñar e implementar su propio plan de mantenimiento de acuerdo a sus características específicas y únicas teniendo en cuenta sus necesidades. Sin embargo la creación de un nuevo departamento en una empresa, busca entre otras cosas, cubrir las funciones a causa del crecimiento de su operación, ampliar su presencia operativa hacia otros sectores del mercado o enfocar de una manera más específica su labor en un mercado que ya se atiende.

Por lo anterior se realizaron consultas de estudios académicos, sobre tesis de grado a nivel profesional, o maestrías en las áreas de mantenimiento industrial en preventivo, correctivo y procedimientos.

5.2.1 ESTADO DEL ARTE LOCAL

- En el año 2004, en la Escuela Colombiana de Carreras Industriales (ECCI), y la Universidad Santiago de Cali, el Estudiante Camilo Fernando Hidalgo López, con su monografía “Implementación de estrategias para la mejora de mantenimiento preventivo de equipos biomédicos en el departamento de ingeniería hospitalaria en la clínica Nuestra Señora de Fátima”, propuso la creación de un plan de mantenimiento para los equipos biomédicos, el cual inició con la realización de un diagnóstico preventivo tendiente a establecer el estado inicial de los equipos, construyendo las hojas de vida, las ordenes de servicio, los protocolos de mantenimiento, para posteriormente realizar correcciones de las averías encontradas. La información recopilada del equipamiento biomédico, fue sistematizada y estructurada en una base de datos, que sirvió como base y soporte para que el departamento de ingeniería hospitalaria, continuara alimentándolo con las nuevas solicitudes de servicio, actualizando las hojas de vida de los equipos y dando continuidad al desarrollando de el plan de mantenimiento diseñado.
- En el año 1998, en la Escuela Colombiana de Carreras Industriales (ECCI), y la Universidad Santiago de Cali, el estudiante Germán Herrera Castellanos, en su monografía “Proyecto y creación de una empresa de mantenimiento dedicada a prestar servicios a compañías embotelladoras de líquidos” presentó un estudio administrativo y técnico, para la creación en la empresa EFESE, con el ánimo de solucionar una necesidad técnica del sector industrial de embotelladoras, donde explicó el alcance de los requerimientos legales, estudio de mercado y componentes económicos necesarios para la creación de la empresa, en el aspecto técnico hizo una completa descripción de la maquinaria de la embotelladora, su

funcionamiento, y los procedimientos y rutinas de mantenimiento a realizar en cada máquina.

- En el año 2004, en la Escuela Colombiana de Carreras Industriales (ECCI), y la Universidad Santiago de Cali, los estudiantes Pedro Solano Y Guillermo Solano, en su monografía “mantenimiento preventivo en la industria de plásticos” realizaron un análisis del funcionamiento de la máquina de inyección de plástico, buscando las posibles causas de las fallas y de esta forma lograr determinar qué tipo de mantenimiento debe ser aplicado máquina para lograr un mejor desarrollo de su desempeño con mayor calidad y un mayor índice de confiabilidad. Se realizó una descripción más detallada sobre los productos que elabora la empresa y son desarrollados por una maquina inyectora la cual carece de dispositivos de seguridad y a los pocos dispositivos con los que cuenta no se les aplica un plan de mantenimiento programado, con lo cual se está generando costo elevado en la reparación de los equipos comparado con una adecuada planeación de mantenimiento a la maquinaria.
- En el año 2009, en la Escuela Colombiana de Carreras Industriales (ECCI), los estudiantes Omar Romero Martínez y Nelson Yesid Organista, en su monografía “evaluación de mantenimiento preventivo”, investigaron como un sistema de evaluación de mantenimiento preventivo en la empresa, genera una mayor pro actividad de servicios y actividades que se desarrollan, logrando así ventajas a nivel interno en la organización con un mejor manejo de los recursos y estándares en la calidad tanto de los servicios como de repuestos que sean empleados por el área de mantenimiento.
- En el año 2008, en la Escuela Colombiana de Carreras Industriales (ECCI), los estudiantes Héctor Javier Sánchez y Jon Mario Bravo Calderón, en su monografía “mantenimiento preventivo para empresa del sector industrial Tecnofres”, desarrollaron un programa de mantenimiento preventivo a partir

de las condiciones en que se encontraba la empresa y sus equipos. Esto se logró con la recopilación y el análisis de la información suministrada por el departamento de mantenimiento logrando así generar un sistema de evaluación que permita determinar las actividades de mantenimiento que deben ser llevadas a cabo para lograr una mayor eficiencia del departamento.

5.2.2 ESTADO DEL ARTE NACIONAL

- En el año 2007, en la Universidad Tecnológica de Pereira, el Ingeniero Víctor Mario Delgado Restrepo con su tesis “Plan de Mantenimiento preventivo para las plantas desmontadoras de la Empresa Agroindustriales Remolino S.A”, investigo que el desarrollo del plan de mantenimiento de la empresa Remolino S.A, es fundamentado por el completo desarrollo de los principales componentes del mantenimiento preventivo, como son el empadronamiento de los equipos, la posterior elaboración de las tarjetas maestras y hojas de vida de estos, luego hizo el listado de requerimientos y se redactó los instructivos correspondientes mediante el sistema LEM, posteriormente se elaboraron los tableros de control para así lograr la ejecución adecuada del plan de mantenimiento en los equipos desmotadores de las ciudades del Espinal y Chicoral, Tolima. **Tesis 620.0046D352**
- En el año 2007, en la Universidad Tecnológica de Pereira, el Ingeniero Daniel Aristizabal Torres con su tesis “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Centrifugados Concisa Ltda.”, investigo que dicha empresa no contaba con un plan de mantenimiento que permitiera prevenir fallas inesperadas en el funcionamiento de sus equipos en el proceso de elaboración de productos en concreto. La ausencia de este se debe a que solo existía una persona encargada del mantenimiento, por lo tanto él elige cuando y que debe realizarse a cada máquina.se decidió

elaborar un plan básico preventivo basado en el tiempo con el objeto de base para la posterior aplicación de un Plan de Mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM) o un Plan de Mantenimiento Productivo total (TPM). **Tesis 620.0046 A715**

- En el año 2007, en la Universidad Tecnológica de Pereira, los ingenieros Carlos Eduardo y Silva Martínez con su tesis “Diseño de un sistema de mantenimiento para equipos móviles de transporte de carga terrestre”, investigaron que en el campo automotor y en la gama de equipos móviles en general, ya sean de transporte de personas, transporte de carga, o de máquinas pesadas, es común encontrar que se ha relegado el mantenimiento a la corrección de fallas y varadas en el instante que aparecen. Por esta razón este trabajo recopiló conceptos, datos estadísticos, formatos de registro y reportes de información, relacionados en especial, con los vehículos diesel de transporte de carga, usados como ejemplo de aplicación. Toda esta información proveniente de empresas como Riopaila S.A y Coordinadora Mercantil S.A. **Tesis 620.0046 S586ds**
- En el año 2010, en la Universidad Tecnológica de Pereira, el Ingeniero Jorge Mario Benjumea Aguirre con su tesis “Plan de mantenimiento de la planta de tratamiento Villa santana S.A ESP”, investigó que el municipio de dos quebradas tenía la necesidad de implementar un sistema que permita garantizar el correcto funcionamiento de los equipos que intervienen en dicho proceso. La importancia de la gestión de Mantenimiento se basa principalmente en el deterioro de los equipos industriales y las consecuencias que esto conlleva, debido al alto costo que supone este detrimento para las empresas, se hace necesario aumentar la fiabilidad de las máquinas. Con este trabajo se mostró un plan de mantenimiento, encaminado a la preparación, control y evaluación, tanto de los recursos y actividades propias de la empresa permitiendo mostrar la gestión del mantenimiento. **Tesis 620.00460288 B468**

- En el año 2012, en la Universidad Tecnológica de Pereira, el ingeniero Jaime Andrés Gutiérrez Gallego con su monografía “Desarrollo de una metodología centrado en confiabilidad (RCM) para líneas de transmisión de alta tensión” investigó que uno de los objetivos de un sistema de potencia es suministrar un servicio continuo a sus clientes; para esto, fue necesario garantizar que cada uno de los elementos que lo conforman permanezca en continuo y efectivo funcionamiento. Las líneas de transmisión son el medio para llevar la energía eléctrica entre dos puntos del sistema y actualmente su operación se rige bajo leyes estatales que regulan su disponibilidad y continuidad, por lo que estas dos últimas se convierten en el objetivo a lograr por parte de muchos ingenieros. Es así como los encargados del mantenimiento desarrollaron un grupo de tareas clasificadas entre mantenimiento preventivo y predictivo cuyo fin era mantener la función objetivo de las líneas (transmitir potencia a un nivel de tensión). **Tesis 621.3192 G984.**

5.2.3 ESTADO DEL ARTE INTERNACIONAL

- En el año 2003, en la Universidad de San Carlos de Guatemala, los Ingenieros Walter Reynaldo y Fabián Grijalva con la tesis “Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para una planta de café soluble”, investigaron sobre la importancia que debe tener el mantenimiento dentro de la estructura de una empresa, este trabajo define cada una de las actividades a realizar en cada área, así también la frecuencia del mantenimiento y el personal que lo realiza, también determina la función del departamento de mantenimiento y del encargado del mismo; además se diseñaron las hojas o fichas de control para llevar un detallado estudio sobre la actividades que se realiza en una determinada máquina o equipo.

- En el año 2009, en la Escuela Superior Politécnica del Litoral Ecuador, los Ingenieros Álvaro Pesántez y Rodrigo Sarzosa con la monografía “Elaboración De Un Plan De Mantenimiento Predictivo Y Preventivo En Función De La Criticidad De Los Equipos Del Proceso Productivo De Una Empresa Empacadora De Camarón”, investigaron una guía confiable de los tipos de mantenimiento para los equipos de mayor criticidad del proceso productivo de una empresa empacadora de camarón, la cual ha venido trabajando de una manera informal y con muy poca atención a los registros confiables. En ese estudio se comenzó por hacer el levantamiento de la condición actual de los equipos principales de la empresa y de la información actual que manejaba el departamento de mantenimiento, se determinó cual era la etapa más crítica del proceso productivo; por medio de la cual se hizo el plan anual de mantenimiento para los equipos que la comprenden sobre la base de los manuales técnicos de cada equipo y/o las recomendaciones de los técnicos de la empresa. Con este plan de mantenimiento se pretendió disminuir el número de reparaciones y fallas imprevistas, así como también alargar la vida útil de los equipos y poder lograr de esta manera la satisfacción de los clientes y mantener la calidad del producto en todo momento.
- En el año 2009, en la Escuela Superior Politécnica del Litoral Ecuador, los Ingenieros C.Quintero, J.Razzo, M.Solórzano y G.Rubio con la monografía “Análisis Y Diseño De Un Modelo Experimental De Mantenimiento Centrado En La Confiabilidad Para El Sector Industrial”, investigaron que el mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC) en el sector industrial se ha venido aplicando obteniéndose una optimización de los recursos utilizados en el mantenimiento de cada sistema. Actualmente este tipo de mantenimiento se ha implementado en las áreas donde su aplicación pueda ser realizada. La aplicación de este sistema de mantenimiento en los equipos de una industria nace del concepto de confiabilidad de los sistemas, estableciendo cuales serían las posibles causas de fallo y las

tareas que se deben establecer para que puedan eliminar esos riesgos o reducirlos a un valor aceptable.

- En el año 2009, en la Escuela Superior Politécnica del Litoral Ecuador, el Ingeniero Andrés David Cevallos Salcedo con la tesis “Análisis De Procesos En Departamento De Materiales De Una Fábrica De Fundas Plásticas Para El Desarrollo De Un Plan De Mejoras E Indicadores De Desempeño”, investigo que el departamento de materiales de una fábrica de fundas plásticas presentaba muchos problemas en los procesos que se realizaban a diario, debido a la falta de una buena organización. La tesis consta de tres partes; la primera una evaluación tanto de condiciones externas como internas de la empresa; en estas se evalúan tanto los procesos como los recursos utilizados dentro del departamento. Una vez evaluadas estas condiciones se hace una jerarquización de los problemas del departamento y se selecciona el más grave. Seleccionado el problema se elabora un plan de mejoras que desarrolla nuevas políticas e indicadores de desempeño.
- En el año 2009, en la Escuela Superior Politécnica del Litoral Ecuador, los Ingenieros Kleber Barcia y Gabriela Hidalgo con la tesis “Análisis Ingenieril Y Propuesta Del Mejoramiento Continuo En Un Proceso De Devoluciones De Productos En Una Imprenta”, investigaron sobre el análisis e implementación de mejora continua para disminuir las devoluciones de productos en una imprenta. Para disminuir dichas devoluciones se hizo un estudio en la empresa para determinar cuáles eran los problemas que hacían que estas devoluciones se dieran con más frecuencia ocasionando grandes pérdidas por desperdicio. Para encontrar dichos problemas se procedió hacer uso de la técnica de AMFE, una vez encontrados los problemas se seleccionó los problemas más críticos para luego encontrar las causas que ocasionaban estos problemas con la ayuda del diagrama de Ishikawa. Luego de identificadas las causas que

ocasionaban los problemas, se procedió a presentar un plan de mejora que consistía en el diseño de un plan de operación interna, después se plantearon los planes de acciones específicas orientadas a la metodología Kaizen. Con ello se menguó la mayoría de los problemas existentes y sin embargo se siguieron proponiendo otros planes de mejora que ayudaran a cubrir las falencias encontradas

- En el año 2012, en la Escuela Superior Politécnica del Litoral Ecuador, los Ingenieros Cécica Almeida Rivas, Elizabeth Holguín Sornoza y Víctor Guadalupe Echeverría con la tesis “Diseño e Implementación de un Sistema de Aseguramiento Metrológico en una Industria Gráfica”, investigaron que en las industrias pequeñas existe un ineficiente manejo y utilización de recursos, debido a la falta de conocimientos y aplicación de tecnologías modernas que ayuden a mejorar sus sistemas productivos. Como respuesta a este problema se diseñó e implanto en la industria gráfica, un sistema metrológico basado en compendio de algunas normas sobre Gestión de sistemas de Calidad; sobre acreditación de laboratorios y la ISO 10012 basada en procesos de conformación de metrología, sistema que ayuda a las empresas a conocer sus fortalezas y debilidades en su sistema de producción.

6. TIPOS DE INVESTIGACIÓN

⁶En la ciencia existen diferentes tipos de investigación y es necesario conocer sus características para saber cuál de ellos se acomoda mejor a la investigación que va a realizarse.

Aunque no hay acuerdo entre los distintos tratadistas sobre la clasificación de los tipos de investigación, a manera ejemplo se pueden mencionar:

Tabla 7 Tipos de investigación

TIPO DE INVESTIGACIÓN	CARACTERÍSTICAS
• Histórica	Analiza eventos del pasado y busca relacionarlos con otros del presente.
• Documental	Analiza la información escrita sobre el tema objeto de estudio.
• Descriptiva	Reseña rasgos, cualidades o atributos de la población objeto de estudio.
• Correlacional	Mide grado de relación entre variables de la población estudiada.
• Explicativa	Da razones del por que de los fenómenos.
• Estudios de caso	Analiza una unidad específica de un universo poblacional.
• Seccional	Recoge información del objeto de estudio en oportunidad única.
• Longitudinal	Compara datos obtenidos en diferentes oportunidades o momentos de una misma población con el propósito de evaluar cambios. Analiza el efecto producido por la acción o manipulación de una o más variables independientes sobre una o varias dependientes.
• Experimental	

Fuente. Guía para presentación de anteproyecto, Escuela Colombiana de Carreras Industriales.

⁶ Guía para presentación de anteproyecto, Escuela Colombiana de Carreras Industriales.

7. DESARROLLO METODOLÓGICO

7.1. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La recolección de la información se ha realizado de manuales que se ubican en la Biblioteca Luis Ángel Arango del Banco de la Republica y que son manuales que pueden ser dispuestos en las compañías que manejan aun este tipo de maquinaria y equipos. La información también ha sido recolectada de visitas técnica que se han realizado a empresas de artes gráficas que existen en Bogotá, en las que se ha logrado hablar con las personas que se encargan del mantenimiento a pesar de que las visitas que fueron posible desarrollar se enfocaban en la explicación de los procesos mas no en los mantenimiento. También tenemos como fuente para la obtención de la información la enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo de la OIT capitulo 85. Industria de las artes gráficas, fotografía y reproducción en la que nos permiten tener una perspectiva de cómo se viene desarrollando y se han desarrollado los procesos en la artes gráficas para identificar los efectos que tiene cada una de las maquinas sobre la salud y la seguridad de los trabajadores para lograr identificar también los elementos de protección personal que área de mantenimiento debe utilizar, logrando identificar los modelos para la implementación de un diseño adecuado de la estructura funcional de una organización y de un área específica la cual nos va a permitir analizar la información existente para de esta forma lograr definir una estructura funcional para el área de mantenimiento acorde con las situación actual de la compañía y las necesidades que pueda estar presentando.

Tenemos como fuente para la obtención de la información la observación sistemática del ambiente de trabajo que hemos tenido la oportunidad de llevar a cabo en las diferentes visitas a gran diversidad de empresas en nuestra etapa como estudiantes de pregrado en las que no permitían identificar las persona que deben conformar ciertas áreas especialmente el área de mantenimiento, las

funciones actuales con las que cuenta el área de mantenimiento con el fin de lograr definir una estructura funcional más efectiva para el área de mantenimiento.

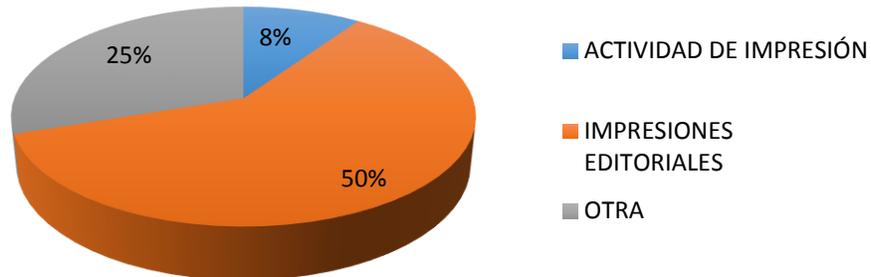
7.2. ANALISIS DE LOS DATOS

Teniendo en cuenta que la impresión y artes gráfica hace parte del sector editorial y de la comunicación gráfica los porcentajes de participación en que las compañías de impresión y artes gráficas llevan a cabo su negocio y producción lo desarrollan en diferentes estilos de negocio, por lo que cada empresa puede pertenecer a más de un segmento como se muestra a continuación:



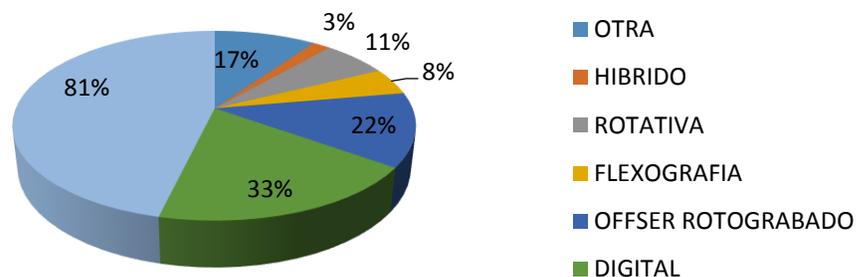
Es decir que el porcentaje de la maquinaria que es destinada dentro del sector de industria editorial y comunicación gráfica a la impresión de editoriales, Empaques plegadizos, libros y banners, libros, etiquetas autoadhesivas, pre-impresión, impresión de etiquetas de caja plegable y que específicamente pertenece a la impresión y artes gráficas es el que se presenta a continuación:

PARTICIPACION EN IMPRESION Y ARTES GRÁFICAS % PARTICIPACIÓN



Existen gran numero de sistemas para impresión de artes gráficas por lo cual es tan importante contar con personal que tenga un enfoque y especialización en determinadas áreas del sistema como lo son el sistema eléctrico, el sistema mecánico, el sistema hidráulico, el sistema neumático, etc., de tal forma que en el momento en que se definan la descripción y análisis de los cargos en ella quede reflejada la funciones y las capacidades con que debe contar la persona que sea asignada para cada cargo. La participación de los sistemas de impresión en una empresa son los que se presenta a continuación en donde otros hace referencia a Offset , Serigrafía, Scrim, Plancha Litográfica.

SISTEMA DE IMPRESIÓN QUE UTILIZAN % DE UTILIZACION



Para las empresas de impresión ya artes gráficas es muy importante contar con la cantidad de personas que permitan cumplir con los planes de producción y con las necesidad de los clientes, es por esto que dependiendo de las dimensiones del negocio y de la empresa las empresas cuenta con un número determinado de personas. Para este proyecto las personas que están proyectadas para el área de mantenimiento corresponde a empresa que cuente con una nomina de entre 11 y 50 personas. A continuación podemos analizar las cantidades de personas que constituyen las empresas de impresión y artes gráficas según informe de sostenibilidad industria de la editorial y de la comunicación gráfica emitido por el Ministerio de Comercio industria y turismo, ANDIGRAF y el programa de transformación productiva:

Número de empleados	Número de empresas
Menor o igual a 10	4
entre 11 y 50	18
entre 51 y 200	9
entre 200 y 1000	5
Más de 1000	0

7.3. DESARROLLO OBJETIVOS

7.3.1. PRIMER OBJETIVO ESPECÍFICO

El primer objetivo específico “Implementar un análisis modal de falla y efecto (AMEF) que permita establecer mecanismos de mejora continua en la aplicación de mantenimiento con el único fin de disminuir en forma constante las fallas en la maquinaria”, se espera alcanzar con la recolección de la información específica de características en cada una de las maquinas con las que cuente una empresa del sector de industrial de impresión y artes gráficas, logrando mediante el consolidado de las fallas presentadas a través del tiempo, el efecto de una falla en la maquina, establecer si genero un parada total de la maquina, un ruido especifico o un desgaste excesivo en alguna parte especifica cómo puede ser un

rodamiento, un piñón, un rodillo u otra parte de la maquina. Con el fin de determinar los costos de en los que se incurrió al generarse cualquier tipo de falla se van a identificar las partes o repuestos que fueron cambiados las maquinas que son eje fundamental para la productividad de la empresa identificando los costo de los repuestos, determinando en mediante el levantamiento especifico los repuestos que deben de mantenerse en inventario para esas maquinas logrando definir el proceso evolutivo que puede llegar a tener esta Industria en periodos de tiempo clasificado en meses, periodos que nos permitirán observar el mejoramiento tanto de infraestructura como de reducción de costo. Para lograr cumplir y tener una mejora continua en el proceso productivo con la implementación del Análisis de modos de falla y efecto se llevaran cabo lo siguientes pasos:

1. Determinar las maquinas que van a ser analizadas.

Listar las maquinas esenciales dentro del proceso productivo que se está desarrollando en la empresa de impresión y artes gráficas comenzando desde la más utilizada hasta la que tenga menor funcionamiento, y las funciones que cumplen cada una de ellas, es decir los procesos que se desarrollan en ellas. Determinar las áreas que sean más sensibles a posibles fallas.

2. Establecer los modos potenciales de falla.

Identificaremos los modos de falla posibles, es decir la manera en que podría presentarse una falla y/o el efecto que esta tiene sobre el activo. Es decir que podremos dar respuesta a la pregunta ¿De qué forma podría fallar la parte o proceso? Por lo cual podremos saber que falla se presentara si un piñón está bastante desgastado o si se presenta una grieta en el cartucho, etc. Fugas

3. Determinar el efecto de la falla

En esta etapa lograremos identificas que ocurre si la falla existe o se presenta es decir que lograremos identificas ruidos y paros de la líneas de producción.

4. Determinar la causa de la falla

Es en esta etapa en donde lograremos identificar los mecanismos, funciones o acciones que generaron la falla.

5. Describir las condiciones actuales

Dentro de nuestra base de datos anotaremos los controles actuales que estén dirigidos a prevenir o detectar la causa de la falla, por lo cual se lograra determinar las actividades que se desarrollaron y los costos de las mismas como las que se presentan a continuación:

- Cálculos
- Análisis de elementos limitados
- Revisiones de Diseño
- Prototipo de Prueba
- Prueba Acelerada

6. Determinar el grado de severidad

Para estimar el grado de severidad levaremos a cabo (KPI's) que nos permitan identificar el funcionamiento mensual trimestral y anual de cada uno de los equipos, logrando evaluar en la escala de calificación respectiva en la que determinaremos si es una consecuencia si efecto o una consecuencia grave.

7. Determinar el grado de ocurrencia

De acuerdo al levantamiento de información que se lleve a cabo lograremos identificar el grado de ocurrencia de la causa de la falla potencial. Se maneja también una escala de calificación en la que podremos determinar si es remota la probabilidad de ocurrencia, o si por el contrario es muy alta probabilidad de ocurrencia.

8. Determinar el grado de detección

Se estimará la probabilidad de que el modo de falla potencial sea detectado. Se seguirá manejando la escala de calificación del 1 al diez en la que el '1' indicará alta probabilidad de que la falla se pueda detectar. El '10' indica que es improbable ser detectada.

9. Calcular el número de prioridad de riesgo (NPR)

Jerarquizaremos los problemas a través de la multiplicación del grado de ocurrencia, severidad y detección, éste provee la prioridad con la que debe de atacarse cada modo de falla, identificando ítems críticos.

$$\text{NPR} = \text{Grado de Ocurrencia} * \text{Severidad} * \text{Detección}.$$

Se deben atacar los problemas con NPR alto, así como aquellos que tengan un alto grado de ocurrencia no importando si el NPR es alto o bajo.

10. Acciones recomendadas

Anotar la descripción de las acciones preventivas o correctivas recomendadas, incluyendo responsables de las mismas. Anotando la fecha compromiso de implantación. Se determinaran acción es encaminadas a:

- Eliminar o disminuir la OCURRENCIA de la causa del modo de falla. (Implementación de métodos estadísticos, ajuste a herramientas, incremento o disminución en el presupuesto, etc.)
- Reducir la SEVERIDAD del modo de falla. (Modificaciones en el diseño o el tipo de repuestos).
- Incrementar la probabilidad de DETECCIÓN. (Modificaciones en el plan de mantenimiento que se llegue a establecer).

11. Se seguirán llevando a cabo las actualizaciones respectivas de las acciones o actividades desarrolladas y el efecto que han tenido en el funcionamiento de cada uno de los equipos.

7.3.2. SEGUNDO OBJETIVO ESPECÍFICO

El segundo objetivo específico “Diseñar una descripción y análisis de los cargos requeridos para un esquema organizacional más eficiente en el área de mantenimiento basado en los requerimientos de las maquinas”, se espera

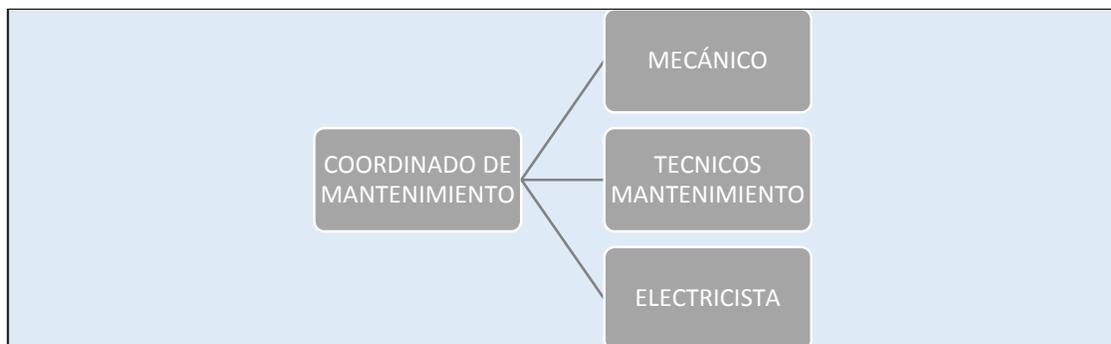
desarrollar ,analizando los resultados arrojados por el “AMEF” y de acuerdo a este análisis determinaremos las características mecánicas, eléctricas y físicas que presentan los activos en el área de mantenimiento para de esta forma especificar los cargos requeridos y definir las funciones que estos deberán desempeñar.

Se propondrá inicialmente contar que los funcionarios asignados al Grupo de Mantenimiento, dentro del marco general establecido en un manual de funciones, sean los que se presentan a continuación y desempeñarán funciones específicas para la dirección y operación del área de mantenimiento. Esta propuesta se realiza para llevar a cabo un comparativo de las condiciones actuales con el fin de definir y establecer la descripción y análisis de los cargos que permitan disponer de personal en las mejores condiciones, experiencia y conocimiento.

Tabla 8. Proyección personal área de mantenimiento

NUMERO DE CARGOS	DENOMINACION DEL CARGO
1	Profesional (Coordinador Grupo)
1	Operario Calificado (Mecánico)
1	Técnico Calificado(Electricista)
2	Técnico Calificado (Técnicos Mantenimiento)

Ilustración 4. ORGANIGRAMA AREA DE MANTENIMIENTO



Fuente: Autor

Coordinador de mantenimiento

Cargo	Coordinador Mantenimiento
Descripción de funciones	
<ul style="list-style-type: none">➤ Elaborar y controlar la ejecución del programa de mantenimiento preventivo para todos los equipos de planta.➤ Organizar, controlar y responder por los materiales y repuestos suministrados por el almacén, para el mantenimiento de las diferentes máquinas.➤ Proponer y supervisar los contratos de mantenimiento preventivo y correctivo necesarios para mantener los equipos en servicio óptimo y permanente.➤ Proponer la realización de programas de capacitación específicos en equipos de industria gráfica y candidatizar a los funcionarios para estas capacitaciones, haciendo seguimiento a la misma.➤ Verificar el parte de averías y compilar mensualmente los resultados obtenidos, comparándolo con los índices establecidos, con el fin de hacer seguimiento a las labores realizadas.➤ Organizar y mantener actualizado el archivo de las hojas de vida de cada uno de los equipos. Velar por el cumplimiento del horario por parte del personal a su cargo.➤ Velar por la correcta calibración tanto del instrumental de la planta, como de las herramientas de mantenimiento.➤ Evaluar, hacer observaciones y proponer cambios o mejoras en el uso y operación de máquinas e instrumentos en aras de optimizar los intervalos de mantenimiento y la vida útil de los equipos. Solicitar los materiales y herramientas necesarias para la elaboración de los trabajos de mantenimiento en planta.➤ Aprobar las labores realizadas por el personal a su cargo.➤ Ejecutar las demás funciones que le asigne el superior y sean compatibles con el cargo.	

Requisitos.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Título de ingeniero mecánico. ➤ Tres (3) años de experiencia relacionada

Mecánico General

Cargo	Mecánico General
Descripción de funciones	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Recibir y ejecutar las órdenes de trabajo dadas por el profesional del área, según las prioridades establecidas. ➤ Prestar servicio oportuno, ágil y efectivo de mantenimiento mecánico correctivo para los equipos que lo requieran. ➤ Aprobar y hacer entrega del equipo reparado a satisfacción del funcionario responsable, tanto del área como del equipo. ➤ Realizar inspecciones periódicas de mantenimiento preventivo a los equipos de planta. Diligenciar los partes de avería en forma clara y confiable. ➤ Mantener aseado el taller de mantenimiento y los equipos asignados. Diligenciar la minuta diaria en forma clara y confiable. ➤ Responder por la herramienta asignada para el desarrollo de sus funciones. ➤ Responder por el inventario a su cargo, observando el siguiente procedimiento: los traslados entre oficinas, préstamos, devoluciones por deterioro o desuso, y pérdidas deben hacerse por escrito y reportar la novedad al área administrativa siguiendo procesos y procedimientos establecidos en la empresa. ➤ Ejecutar las demás funciones que le asigne el superior y sean compatibles con el cargo. 	
Requisitos.	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diploma de bachiller 	

- Curso específico o título de técnico mecánico.
- Tres (3) años de experiencia relacionada

Electricista

Cargo	Electricista
Descripción de funciones	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Recibir y ejecutar las órdenes de trabajo dadas por el coordinador del área, según las prioridades establecidas. ➤ Garantizar el buen uso de los equipos y herramientas bajo su responsabilidad. ➤ Prestar servicio oportuno, ágil y efectivo de mantenimiento eléctrico correctivo para los equipos que lo requieran. ➤ Aprobar y hacer entrega del equipo reparado a satisfacción al operario y coordinador del área respectiva. ➤ Realizar inspecciones periódicas de mantenimiento preventivo a los equipos de planta. ➤ Mantener aseado el taller de mantenimiento y los equipos asignados. ➤ Diligenciar la minuta diaria en forma clara y confiable. ➤ Responder por la herramienta asignada para el desarrollo de sus funciones. <p>Responder por el inventario a su cargo, observando el siguiente procedimiento: los traslados entre oficinas, préstamos, devoluciones por deterioro o desuso, y pérdidas deben hacerse por escrito y reportar la novedad al área administrativa siguiendo procesos y procedimientos establecidos en la empresa.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Ejecutar las demás funciones que le asigne el superior y sean compatibles con el cargo. 	
Requisitos.	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diploma de bachiller, ➤ Curso específico o título de técnico electricista. 	

- Tres (3) años de experiencia relacionada.

Técnico de Mantenimiento

Cargo	Técnico de mantenimiento
Descripción de funciones	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Recibir y ejecutar las órdenes de trabajo dadas por el coordinador del área, según las prioridades establecidas. ➤ Asistir, en la parte operativa, al mecánico y/o electricista en el cumplimiento de sus labores. ➤ Mantener y controlar el inventario de herramienta utilizada en la prestación del servicio. ➤ Mantener aseada la zona de trabajo, los equipos y herramientas utilizadas en la prestación del servicio. ➤ Diligenciar la minuta diaria en forma clara y confiable. ➤ Responder por la herramienta asignada para el desarrollo de sus funciones. ➤ Responder por el inventario a su cargo, observando el siguiente procedimiento: los traslados entre oficinas, préstamos, devoluciones por deterioro o desuso, y pérdidas deben hacerse por escrito y reportar la novedad al área administrativa siguiendo procesos y procedimientos establecidos en la empresa. ➤ Ejecutar las demás funciones que le asigne el superior y sean compatibles con el cargo. 	
Requisitos.	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diploma de bachiller ➤ Curso específico o título de técnico. 	

- Tres (3) años de experiencia relacionada.

7.3.3. TERCER OBJETIVO ESPECÍFICO

El tercer objetivo específico “Determinar qué tipo de mantenimiento es el más factible y eficiente de aplicar en empresas de impresión y artes gráficas mediante el análisis de los efectos de las fallas detectados con la implementación de un AMEF (análisis modal de fallas y efecto) logrando precisar en qué costos se está incurriendo con las metodologías que se maneja actualmente” lo desarrollaremos determinando el grado de criticidad de las fallas y de esta forma lograr definir los requerimientos en mantenimiento.

Es mediante la implementación el AMEF-AMFE que lograremos determinar cuál es el tipo de mantenimiento que deberá ser aplicado a cada uno de los equipos buscando maximizar la eficiencia los equipos y aumentar el número de horas de funcionamiento sin que se afecten las condiciones y la vida útil de cada una de las máquinas. Es mediante esta herramienta que lograremos planear y programar las actividades de mantenimiento que deben de llevarse a cabo en la planta. Es importante resaltar que el costo de los repuestos de las máquinas para la industria de impresión y artes gráficas son considerablemente altos por lo cual se identificarán las máquinas cuyo mantenimiento a sido más costoso logrando determinar qué factores hacen que sea así, permitiendo mediante la base de datos que se logra levantar con el análisis de modos de falla y efecto identificar las prioridades y el presupuesto y reserva con se debe disponer para continuar con el proceso productivo. Algunos de los mantenimientos que nos permitirán los costos y mejorar la eficiencia de los activos que podrán ser implementados en las empresas de impresión y artes gráficas son las que se presentan a continuación:

- **Mantenimiento Correctivo:** serán las tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son

comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.

- **Mantenimiento Preventivo:** será el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de los puntos vulnerables en cada uno de los equipos, identificados en el análisis de modos de falla y efecto según el NPR (numero prioritario de riesgo) logrando identificar los puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.

- **Mantenimiento Predictivo:** Se llevaría a cabo en las empresas de impresión y artes gráficas por el costo de la parada de una línea de producción y la difícil ubicación y asignación de presupuesto a repuestos bastante costosos de las maquinas que se manejan en la industria. Es por esto mediante el mantenimiento predictivo que se perseguirá conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, será necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos, lo cual incrementa el costo del mismo.

8. FUENTES DE OBTENCION DE LA INFORMACIÓN

8.1. FUENTES PRIMARIAS

Las fuentes primarias para la obtención de la información estarán divididas en dos grupos: En primer lugar tenemos como fuente primaria principal el análisis modal de falla y efecto que se realice a las maquinarias de la empresa de impresión y artes gráficas en las que se desarrolle, es decir que la fuente será el ambiente natural del funcionamiento de los equipos y las características de modos de fallas que presenten los activos, con ello lograremos identificar cual es la incidencia que tienen las fallas en el personal requerido para el desarrollo de las labores de mantenimiento.

En segundo lugar tendremos como fuente primaria la observación sistemática del ambiente de trabajo, lo que nos indicara cuales son las personas que están directamente involucradas actualmente en las labores de mantenimiento para de esta forma lograr identificar las funciones actuales con las que cuenta el área de mantenimiento con el fin de lograr definir una estructura funcional más efectiva para el área de mantenimiento.

8.2. FUENTES SECUNDARIAS

Como fuentes secundarias para la obtención de la información tenemos los manuales que existen en la compañía para el manejo y la solución de los equipos utilizados en el sector de las artes gráficas con el fin único de lograr identificar las soluciones posibles para las fallas presentadas por los equipos, identificando de esta forma las labores de mantenimiento específicas que deben ser ejecutadas para la solución de estas fallas y determinar de manera clara cuales son las competencias que debe tener el personal que deba realizar las actividades de mantenimiento. También tenemos como fuente secundaria para la obtención de la información diferentes modelos para la implementación de un diseño adecuado de la estructura funcional de una organización y de un área específica la cual nos va a permitir analizar la información existente para de esta forma lograr definir una estructura funcional para el área de mantenimiento acorde con las situación actual de la compañía y las necesidades que pueda estar presentando.

9. COSTOS DEL PROYECTO

COSTOS DEL PROYECTO		
NOMINA - (con prestaciones)		\$ 35.000.000,00
Profesional Especialista (4 meses)	\$ 24.500.000,00	
Asistente administrativo (4 meses)	\$ 10.500.000,00	
MUEBLES Y ENSERES		\$ 2.680.000,00
Escritorio	\$ 220.000,00	
Computador	\$ 2.400.000,00	
Papel para impresión	\$ 60.000,00	
CAMARA TERMICA		\$ 14.000.000,00
Cámara Termográfica Ti 25 Fluke Especial Para Mantenimiento	\$ 14.000.000,00	
PRUEBAS TECNICAS		\$ 8.000.000,00
Análisis de vibraciones	\$ 2.000.000,00	
Análisis de aceites	\$ 2.000.000,00	
Análisis de ultrasonidos	\$ 2.000.000,00	
Análisis de circuito eléctrico	\$ 2.000.000,00	
COSTO TOTAL	\$ 59.680.000,00	\$ 59.680.000,00

Reducción en costos mensuales de mantenimiento	\$ 20.000.000,00
Reducción en cuatro meses de mantenimiento	\$ 80.000.000,00

$$ROI = (80.000.000 - 59.680.000) / 80.000.000$$

ROI	25%
------------	-----

10. TALENTO HUMANO

El personal que labora en el área de mantenimiento y en toda la empresa son seres humanos que poseen necesidades y objetivos claramente definidos para ellos. La base para el normal desempeño de las personas, se centrara en participación, capacitación y motivación. En este momento en el que la empresa decida generar cambios o establecer nueva políticas y normas, es también el momento en el que se deberá presentar motivación humana, logrando de manera inmediata que se genere entre el ser humano y la empresa un enlace favorable para la productividad y el cumplimiento de las tareas y obligaciones que sean establecidas.

En el área de mantenimiento se generaran en las personas características de identidad, basadas y fundamentadas con el adecuado análisis y descripción de cargos en el que sabrá cuales son las funciones y responsabilidades que deben asumir los integrantes del equipo liderados por el Coordinador de mantenimiento, logrando como resultado un sentido de pertinencia y un compromiso con el desarrollo personal y organizacional

Para lograr un mejor desempeño y participación de los colaboradores, en las actividades que requieran el buen uso, cuidado y mantenimiento de los equipos; es preciso ofrecer la satisfacción de sus necesidades inmediatas:

- Brindar la necesaria y justa ayuda para que los colaboradores vivan humanamente y satisfagan las necesidades de sus habituales comidas, su normal vestuario y una digna vivienda.
- Ofrecer al colaborador seguridad física en todas las tareas desarrolladas, confianza en la realización de sus trabajos y darle a conocer que cuanto mejor; con mayor calidad y más participativamente, realice sus labores,

mayor garantía tendrá de no perder su trabajo y por ende no satisfacer sus necesidades básicas.

- Cada integrante del área de Mantenimiento debe aportar continuamente información obtenida de la realización diaria de tareas y labores asignadas. Para esto son diseñados formatos de fácil interpretación y sobre los cuales se consigna la información que dará origen a planes, actividades y tareas sobre los equipos.

11. CONCLUSIONES

- ✓ Reduce la cantidad de trabajo rutinario, es decir las tareas de mantenimiento hechas cíclicamente.
- ✓ Debido a la cuidadosa selección del uso de técnicas de mantenimiento a condición se alarga la vida útil de los componentes.
- ✓ El AMEF provee las reglas para determinar cuál de los tipos de mantenimiento es el más adecuado en cada situación, de esta manera se eligió el mantenimiento más efectivo para cada activo físico, todo con su debido estudio de factibilidad técnica y económica, y se tomaron las medidas necesarias en los casos en que el mantenimiento no nos puede ayudar.
- ✓ La potencia de realizar un diagnóstico exacto que nos permite el AMEF, provee una ventaja que pasa desapercibida pero que es sin duda una herramienta poderosa cuando se requiere lidiar con paradas no programadas, ya que el tiempo de diagnóstico se reducirá dramáticamente al convertirse el programa de mantenimiento AMEF en una parte del historial de la máquina que brinda detalles que serán apreciados en estas eventualidades.
- ✓ La utilización del análisis de modos y efectos de falla (AMEF) es una herramienta básica para detectar de manera eficiente y eficaz los modos de falla jerarquizando su importancia de ocurrencia en base a los efectos que éstas producen en los equipos.

12. RECOMENDACIONES

- En el momento de comenzar el levantamiento de la información tratar de evitar detenciones inútiles y paro de máquinas que pueda llegar a afectar el normal funcionamiento del área de producción.
- Con los resultados obtenidos del análisis modal de falla y efecto implementar medidas y actividades que permitan disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Enfocar el análisis de modos de fallas en conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Generar planes y programas de prevención a nivel de seguridad industrial con el fin de lograr evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas que realicen actividades de mantenimiento dentro de la empresa.
- Minimizar los costos generados por paradas en los activos al realizar mantenimientos programados.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

13. BIBLIOGRAFÍA

- Organización del mantenimiento preventivo, Peiró ,José María 2da.Edición Zaragoza. Distresa, 1982.
- Análisis y descripción de puestos de trabajo, Fernández Ríos Manuel, ediciones Díaz de Santos S.A., 1995
- Mantenimiento: Planeación, ejecución y control, Mora Gutiérrez, Luis Alberto, Bogotá: Alfaomega, 2010.
- Aplicación práctica de la teoría del mantenimiento, Nava, José Domingo 2da.Edición Caracas, consejo de publicaciones, 2011.
- Seis Sigma, guía para principiantes, Luis Néstor Miranda Rivera, primera edición, panorama editorial, 2006.
- Informe de sostenibilidad 2012 industria editorial y de la comunicación gráfica, Ministerio de comercio industria y turismo, Andigraf, programa de transformación productiva
- Gerencia de Procesos, Mariño Navarrete Hernando ediciones Alfa omega Colombiana México 2003, 168p
- Gestión de la calidad total, Paul James. Prentice hall, 1996. Los métodos de la calidad total, Patrick Lyonnet ,ediciones días de santos,1989
- Un buen mantenimiento de la planta es un buen negocio. Guayaquil: Centro de Desarrollo Industrial del Ecuador, 1980.
- Organización del Mantenimiento Preventivo. Peiró, José María. 2 edición. Zaragoza: Distresa, 1982.
- Manual de mantenimiento industrial. Robert C. Rosaler. México: McGraw-Hill, 1993.
- Aplicación práctica de la teoría del mantenimiento. Nava, José Domingo. 2 edición Caracas, consejo de publicaciones, 2011
- El Mantenimiento General Administración de Empresas. Garcia, Oliverio

14. CIBERGRAFÍA

- http://ponce.inter.edu/cai/reserva/lvera/CONCEPTOS_BASICOS.pdf
- https://groups.google.com/group/marketingcolombia/browse_thread/thread/59daafe5391921ec?hl=es
- <http://www.mantenimientopetroquimica.com/recursoshumanosmantenimiento.html>
- <http://www.secretariadeeducacion.gov.co/sda/libreria/php/noticias08.php?id=980>.
- <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesisdigitales/texto/6200046D352r.html>
- <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesisdigitales/texto/6200046A715d.pdf>
- <http://infocafes.com/descargas/biblioteca/87.pdf>
- <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/1207>
- <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/5618>
- <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/20155>
- <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesisdigitales/texto/62000460288B468.html>.