



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**



FACULTAD DE INGENIERÍA

DIVISIÓN DE INGENIERÍA MECÁNICA E INDUSTRIAL

**METODOLOGÍA PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DEL
MANTENIMIENTO EN LA MICROINDUSTRIA MANUFACTURERA MEXICANA**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA

CLAUDIA NAYELY MORA PACHECO

DIRECTOR DE TESIS:

M. A. VÍCTOR MANUEL VÁZQUEZ HUAROTA

2008



AGRADECIMIENTOS

- **A MI ALMA MATER**

La UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, por haberme brindado la mejor educación, por haberme permitido vivir en ella un sin fin de experiencias, porque me ha formado como persona y como profesionista, por ser mi segunda casa.

- **A MI MAMÁ Y A MI PAPÁ**

Porque me han dado todo... su amor, su tiempo, su comprensión, su apoyo, su ayuda siempre en todo momento...porque gracias a ustedes soy la persona que soy, porque son todo para mí, este trabajo es para ustedes.

- **A MI HERMANA**

Quien siempre está ahí para mí, quien me tiene paciencia, quien me hace ver mis errores, quien siempre me cuida y me apoya.

- **A MI FAMILIA**

Porque no podría pedir una mejor, gracias por estar ahí siempre, por apoyarme en todo, por ser como son. Abue... esto es por ti.

- **A MI ALMA GEMELA**

Yess, porque has sido mi guía y mi complemento, porque me entiendes como nadie, porque hemos vivido juntas muchos de los mejores momentos de la vida. Gracias por todo.

- **A VÍCTOR**

Por ser mi amigo, mi guía, por todo lo que me has enseñado, por hacerme ver mis errores y por hacerme aprender de ellos, por ser como eres, por todo.

- **A TODOS MIS AMIGOS**

Por estar conmigo siempre, por su apoyo y consejos en todo momento, por confiar en mí, por hacerme reír... gracias a todos por todo.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	6
CAPÍTULO 1: MARCO DE REFERENCIA Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	7
INTRODUCCIÓN	7
EL SECTOR INDUSTRIAL EN MÉXICO	7
SITUACIÓN DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL EN LAS MICROEMPRESAS MANUFACTURERAS MEXICANAS	10
PRINCIPALES ÁREAS DE OPORTUNIDAD	11
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
HIPÓTESIS	12
METAS Y OBJETIVOS	13
Metas	13
Objetivo general	13
Objetivos particulares	13
JUSTIFICACIÓN	13
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	14
EMPRESA	14
DESCRIPCIÓN	14
ESTRUCTURA Y JERARQUÍA ORGANIZACIONAL	17
ÁREAS FUNCIONALES DE LA EMPRESA	20
LA ADMINISTRACIÓN	21
EL PROCESO ADMINISTRATIVO	23
MANTENIMIENTO	25
HISTORIA DEL MANTENIMIENTO	25
MANTENIMIENTO	27
TIPOS DE MANTENIMIENTO	28
FUNCIONES, OBJETIVOS Y RESPONSABILIDADES DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	31
PAPEL DE LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO	32
SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO (SAM)	33
VENTAJAS DE UN SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO	34
RECURSO HUMANO	34
IMPORTANCIA DE LA ADMINISTRACIÓN DEL RECURSO HUMANO	35
RECURSO HUMANO EN EL MANTENIMIENTO	36

PERFIL DEL RECURSO HUMANO DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	37
CAPÍTULO 3: PROPUESTA METODOLÓGICA	39
METODOLOGÍA PROPUESTA	39
1. ANUNCIO Y CAMPAÑA DE EDUCACIÓN ACERCA DE LA IMPLANTACIÓN DE UN SAM A TODOS LOS INTEGRANTES DE LA EMPRESA	40
2. DESIGNACIÓN DE UN RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO POR PARTE DE LA EMPRESA	41
3. ESTABLECIMIENTO DE UN PLAN MAESTRO DE APLICACIÓN Y OBJETIVOS DEL SAM	42
4. ESTUDIO GENERAL DE LA PLANTA Y DEL PROCESO PRODUCTIVO	44
5. DIAGNÓSTICO DEL MANTENIMIENTO EN EL SISTEMA PRODUCTIVO (RECONOCIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LOS EQUIPOS)	45
6. FORMULACIÓN DEL PLAN – PROGRAMA DE MANTENIMIENTO (PPM).....	52
7. CAPACITACIÓN DEL PERSONAL DE ACUERDO AL PLAN MAESTRO DE MANTENIMIENTO.....	57
8. EJECUCIÓN DEL PPM Y OPTIMIZACIÓN DEL SAM	61
BENEFICIOS AL UTILIZAR LA METODOLOGÍA PROPUESTA (CUADRO COMPARATIVO)	68
CONCLUSIONES	70
BIBLIOGRAFÍA	72

NOMENCLATURA

SAM	Sistema de administración del mantenimiento.
ME	Microempresa.
MES	Microempresas.
MIPYMES	Micro, pequeñas y medianas empresas.
MI	Microindustria.
MIS	Microindustrias.
MC	Mantenimiento correctivo.
MP	Mantenimiento preventivo.
PM	Mantenimiento productivo.
TPM	Mantenimiento Productivo Total.
PPM	Plan – Programa de mantenimiento.
FODA	Fuerzas – Oportunidades – Debilidades – Amenazas
SMED	Reducción de los tiempos de puesta en marcha (Single Minute Exchange of Die)

INTRODUCCIÓN

Debido a la creciente inserción de las microempresas (MES) como parte fundamental de la economía de nuestro país, se hace cada vez más necesaria la implementación de procesos altamente productivos y de la mejora continua de los mismos a fin de que estas empresas sean competitivas en un mercado altamente globalizado.

El presente trabajo propone una metodología para implantar un Sistema de Administración del Mantenimiento (SAM) en una microempresa (ME) manufacturera, siempre que en ésta no se cuente con ningún criterio o método para su administración; a lo largo del documento se definirán más específicamente las condiciones que deberán observarse en las diferentes etapas de la metodología.

Una de las razones principales por las que se ha desarrollado este tema radica en la inquietud que surge al observar las condiciones en las que una ME tiene que operar, observaciones derivadas de las numerosas visitas a diferentes empresas del ramo industrial como parte del programa Escuela Industria de la División de Ingeniería Mecánica e Industrial de la Facultad de Ingeniería, en el cual colaboré como parte de mi Servicio Social por alrededor de seis meses.

Si bien, a últimas fechas el auge de las ME y el “impulso” que se ha tratado de darles ha logrado ayudar en ciertos aspectos como son la facilidad de créditos, la búsqueda del gobierno por reducir la burocrática maraña de trámites necesarios para operar, campañas y campañas de apoyo, etc., sigue siendo necesario arreglar los problemas de éstas un poco más desde la raíz.

Es así que el tema del mantenimiento surge; de la creencia de que la falta de éste acarrea a las MES severos problemas en su operación, problemas que un gran número de veces ni siquiera son identificados como tales, los dueños de estas MES creen que los paros, fallas, gastos para arreglar la maquinaria, etc., son parte de la operación normal de su negocio debido a que no existe un conocimiento real del tema y consecuentemente la inquietud por resolverlos es nula.

En este contexto, en el presente trabajo se analiza primeramente la situación actual del mantenimiento industrial en las microindustrias (MIS), posteriormente se expone un marco teórico, el cual le proporciona al dueño o administrador de la empresa una base de conocimiento administrativo que ayude a la empresa en su operación, haciendo especial énfasis en el recurso humano; finalmente, con base en lo anterior se desarrolla una metodología que permite al empresario implantar un SAM en su ME, con base en el estilo de mantenimiento preventivo, predictivo y el mantenimiento productivo total.

CAPÍTULO 1: MARCO DE REFERENCIA Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

INTRODUCCIÓN

En estos días se ha dado gran auge al impulso a las MES, ya sea que éstas pertenezcan al sector industrial o de servicios; en realidad el impulso ha sido tal que en ocasiones llega a parecer una moda. Y es que no era un secreto, específicamente hablando del sector manufacturero, que las condiciones en las que las empresas han estado operando las últimas décadas, no son precisamente las óptimas. Existen enormes diferencias entre las condiciones que operan las MIS de nuestro país con respecto a otros, comenzando simplemente por el apoyo que el gobierno de diferentes países provee a la industria.

En este capítulo se analizará primeramente la situación actual del mantenimiento en la microindustria (MI) manufacturera en México, y con base en dicha situación se definirán las principales áreas de oportunidad. Por otra parte se hará un planteamiento del problema principal que el presente trabajo pretende solucionar, la hipótesis, así como sus objetivos, justificación y metas.

EL SECTOR INDUSTRIAL EN MÉXICO

A últimas fechas hemos visto un cambio dramático en las reglas impuestas para poder hacer negocios, los paradigmas han rebasado en algunos casos nuestra imaginación, todo esto promovido principalmente por el exponencial desarrollo de las tecnologías de información y comunicaciones, lo que a su vez nos lleva a pensar que estos cambios son un claro reflejo del fenómeno de la globalización, la cual puede definirse como la apertura progresiva a los intercambios comerciales, financieros y de información en las economías a nivel mundial¹. Otra definición un tanto más realista es la que el ministro de Corea del Sur, Mr. Kim describió en la reunión de los países de Asia Pacífico, APEC realizada en el 2005:

Globalización significa que una pequeña empresa localizada en una parte del mundo puede ser adversamente influenciada por factores del otro lado del mundo.

La intensidad de esta crisis en las empresas se presenta, por lo general, en relación inversa con el tamaño de la misma, es decir, las empresas pequeñas son más vulnerables a estos cambios debido a que principalmente son empresas con una capacidad limitada, orientadas a los mercados locales, mercados en donde ahora

¹ Ollivier. El problema del rezago tecnológico de las microempresas industriales y alternativas de solución. Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Autónoma de Chihuahua. México, 2007. p. 2

tienen que competir con las empresas extranjeras, dicho de otra forma, sufren las desventajas de la globalización sin poder obtener las ventajas de la misma, es precisamente esta situación de desventaja de las empresas manufactureras, particularmente la micro (hasta 10 trabajadores), uno de los motivos del presente trabajo.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, se estima que de los 328.718 establecimientos de la industria manufacturera que en el 2003 había en México, y que además generaron aproximadamente 49% del Producto Bruto (PB) del país, el 91 % fueron MES que emplearon cerca de 762.103 trabajadores.²

De las cifras anteriores, se puede determinar que las MES manufactureras generan aproximadamente el 45% del PB, lo que nos da una idea muy clara de la importancia del problema y de su potencial beneficio a la comunidad, pero se debe recordar que esto es sólo un estimado oficial, por lo que dichas cifras muy probablemente se quedan cortas cuando se consideran las MES no registradas.

Sin embargo, afortunadamente no todos son desventajas; en un análisis rápido de las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES) se observan como sus principales fortalezas: la flexibilidad -que incluye capacidad para adaptarse a nuevas situaciones-, la cercanía en el trato con los clientes, la rapidez en la toma de decisiones y la orientación hacia el cliente. En contrapartida, sus principales debilidades son carencia de medios de financiamiento, bajo nivel educativo y recursos de entrenamiento, alta dependencia de las relaciones con clientes existentes y falta de visión, así como capacidad para innovar.³

En ese sentido la capacidad de una empresa puede entenderse desde distintas perspectivas, si se ve con un enfoque cuantitativo, podría hacerse referencia a la capacidad de producción, lo que generalmente representa una amenaza para las ME, es decir, que no pueden competir en un mercado de economías de escala como el actual, debido principalmente a razones tecnológicas y monetarias.

Ahora bien, si se toma un enfoque cualitativo, podría éste referirse a la capacidad de la empresa en términos de flexibilidad, observando ahora lo que puede verse como una de las principales ventajas competitivas, ya que al operar bajo un esquema mucho menos complejo, la facilidad que tiene para producir un producto u otro en una determinada región es considerablemente mayor que la de grandes corporaciones.

² Ollivier. El problema del rezago tecnológico de las microempresas industriales y alternativas de solución. Facultad de Contaduría y Administración, UACH. México, 2007. p. 2

³ Ollivier. El problema del rezago tecnológico de las microempresas industriales y alternativas de solución. Facultad de Contaduría y Administración, UACH. México, 2007. p. 2

A continuación se hace un breve análisis de las condiciones del sector industrial en México durante el 2006, esto con el fin de poder establecer las actuales condiciones productivas de una MI mexicana y consecuentemente de poder generar alternativas de solución en el área específica del mantenimiento industrial.

Según el INEGI, la producción industrial aumento de una manera significativa, su crecimiento se ha visto generalizado en las distintas actividades del sector industrial, lo que a fechas recientes, ha venido conformando una base productiva más sólida.

En la siguiente tabla (Tabla 1. Clasificación de empresas) podemos ver los distintos avances y mejoras en algunos sectores de la industria mexicana⁴:

Durante el 2006, la mayor oferta de financiamiento para la vivienda, así como el desarrollo de proyectos de infraestructura en vías de transporte y comunicación, fueron elementos cruciales para impulsar la construcción, lo que registró un aumento de 6.6 % en el año, representando esta cifra, la expansión más elevada desde 1997.
La industria manufacturera presentó un crecimiento anual de 5.4 %; donde destaca la mayor producción de vehículos automotores, carrocerías, motores, partes y accesorios para vehículos automotores, los productos a base de minerales no metálicos, las industrias del hierro y acero, cerveza y malta, y equipos y aparatos electrónicos.
La producción minera se incrementó en un 2.5 % con respecto al 2005, como resultado de la mayor extracción de minerales como oro, plata, y carbón mineral, principalmente, así como de productos petroleros.
El incremento en la actividad fabril propició mayor consumo de energéticos de las grandes empresas, lo que aunado a la mayor demanda de energía en el sector residencial, propició un crecimiento de 4.1% por ciento en la generación de electricidad, gas y agua.

Tabla 1. Clasificación de empresas

En la siguiente figura (Figura 1. Tendencia de la producción industrial) se puede apreciar, como es que ha aumentado la producción industrial en los últimos

⁴ 6to. Informe de Gobierno Vicente Fox Quezada.

años, lo cual da una idea también de los niveles de producción actuales, o visto desde otro enfoque del creciente número de MIPYMES en el sector industrial.

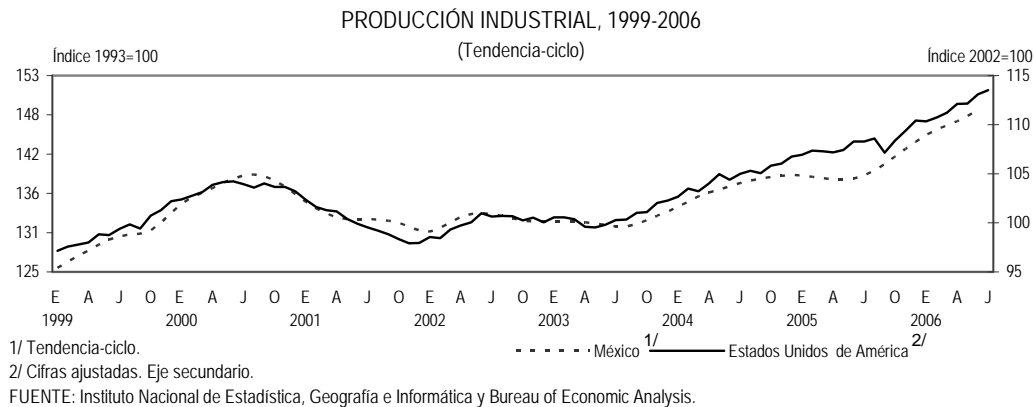


Figura 1. Tendencia de la producción industrial

SITUACIÓN DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL EN LAS MICROEMPRESAS MANUFACTURERAS MEXICANAS

La realidad en nuestros días, hablando de las MES manufactureras es que los microempresarios ven al mantenimiento como un mal, necesario, pero en sí como una actividad que quita tiempo para la actividad productiva, ya que la idea de la mayoría de ellos es que un mayor volumen de producción significa mayores utilidades.

Debido a este enfoque, erróneo completamente, no existe un sistema que administre correctamente las actividades de mantenimiento, es decir que en la mayor parte de las MES éste se lleva a cabo de manera reactiva, de donde se puede inferir que no existe una planeación de las actividades y recursos que serán necesarios para desarrollarlas.

El problema real es que los problemas que aquejan a la empresa respecto al tema de mantenimiento no son considerados como tales, debido a que usualmente se piensa que éstas son las condiciones normales de operación.

Existe una imperante necesidad de administrar el mantenimiento en la industria, afirmación que resulta evidente. Es prácticamente obvio que no es posible para una MI sobrevivir sin que en ella se desarrollen actividades de mantenimiento, debido a que el equipo o maquinaria productiva no podrá perdurar por siempre, invariablemente presentará fallas o degradación.

Anteriormente la fuerza de trabajo en mantenimiento variaba entre el 5 y el 10% del personal operativo de una empresa⁵, hoy por hoy, en México y en general en los países industrializados, se presenta una tendencia diferente, no sólo en cuanto al personal que conforma esta área, sino en general en la manera de producir los bienes y servicios, y es que la estandarización y automatización de la mayoría de sus procesos (lo que implica mayor cantidad de maquinaria y equipo productivo), ha provocado un cambio importante en la manera de administrar los recursos humanos, la necesidad de operadores disminuye considerablemente, mientras que la de personal de mantenimiento incrementa continua y significativamente.

Al hablar de los costos que representa para la MI manufacturera en México, el carecer de sistemas adecuados que permitan una eficiente y eficaz manera de administrar los recursos del mantenimiento, ha llevado a las empresas a verse en serios aprietos económicos. Esta complicación puede verse claramente en una ME, ya que éstas invierten en nuevo equipo para la producción sin cambiar el enfoque con el que administran el mantenimiento, aún cuando el costo de este concepto pueda representar de 2 a 20 veces el precio de adquisición⁶. Otras cifras muestran que en el área de manufactura, el concepto de mantenimiento sobre los ingresos puede representar desde un 2 hasta un 10%, mientras que en el área del transporte esta cifra excede el 24%⁷, a su vez aproximadamente un 80% de esta cantidad representa el costo por fallas crónicas de la maquinaria, sistemas y personas⁸.

En ese sentido es vital para la MI manufacturera que el microempresario se de cuenta de la importancia e impacto que la administración tiene sobre el mantenimiento en su empresa, de los beneficios en sus utilidades, del impacto que puede generar sobre los trabajadores y de la mejora que éste puede representar en sus operaciones productivas.

PRINCIPALES ÁREAS DE OPORTUNIDAD

La realidad es que la MI manufacturera en nuestro país más que presentar un deficiente sistema de administración del mantenimiento, carece por completo de él, de ahí que las áreas de mejora sean cuantiosas, sin embargo a continuación se enumeran aquellas que se han considerado como principales:

- Introducción del concepto de mantenimiento en la MI.
- Mejoramiento de la administración del recurso humano en el mantenimiento.

⁵ Dhillon. Engineering Maintenance, a modern approach. CRC Press. EUA, 2002. p.25

⁶ Dhillon. Engineering Maintenance, a modern approach. CRC Press. EUA, 2002. p.149

⁷ Payne & Chelsom & Reavill. Management for engineers. John Wiley & Sons. Inglaterra, 1996. p. 328

⁸ Dhillon. Engineering Maintenance, a modern approach. CRC Press. EUA, 2002. p.2

- Creación de un sistema que le permita al microempresario administrar (planear, organizar, dirigir y controlar) el mantenimiento en su empresa (SAM).
- Diseño de una estrategia que permita la integración efectiva del recurso humano en el mantenimiento de la empresa.
- Incremento de utilidades o diversos ahorros en la empresa debidos a la implantación de un SAM efectivo.
- Mejoramiento general de la operación de la empresa, al hacer un uso eficiente de los recursos con que ésta cuenta.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema principal que actualmente se presenta en la MI manufacturera mexicana, es que la mayoría de las empresas aplican un tipo de sistema que solamente hace uso del mantenimiento correctivo, esto en el mejor de los casos, es decir que únicamente se preocupan por dar servicio a los equipos productivos cuando estos han dejado de funcionar y el sentido de urgencia por reiniciar la producción los obliga a reparar la maquinaria; en algunos otros casos, tienen algún tipo de sistema que ocasionalmente repara o cura el problema, es decir, que elimina la causa o fuente de éste y lo que muy frecuentemente significa simplemente arreglar el problema de funcionamiento de la maquinaria, sin detenerse a analizar la verdadera causa del asunto.

Como consecuencia de las deficiencias en la administración del mantenimiento del equipo productivo y sin que las empresas posean al menos un sistema que les ayude a prevenir las fallas o paros de la maquinaria, se ven obligadas a detener su producción. Y es entonces en este momento, cuando viéndose en la necesidad de reanudarla, incurren en gastos inesperados y de una suma considerable, primeramente por el simple hecho de detener la cadena productiva, por que no se tienen las refacciones, el material o el personal necesario para su reparación y en general por la pérdida de tiempo y dinero que representa un paro de tal magnitud.

HIPÓTESIS

Al aplicar la metodología propuesta, las MES mexicanas lograrán de forma sencilla y efectiva crear su propio SAM, el cual a su vez reducirá los costos e inconvenientes que se generan por la falta del mismo.

METAS Y OBJETIVOS

Metas

- Impulsar el desarrollo de la MI mexicana.
- Ayudar al crecimiento del país por medio del perfeccionamiento del sector manufacturero en su versión micro.
- Facilitar a los microempresarios el impulso y crecimiento de su negocio.
- Lograr que el sector de micro manufactura en México sea competitivo a nivel mundial.

Objetivo general

Proponer una metodología que contribuya al desarrollo integral de la MI por medio de la implantación de un SAM con base en herramientas de los enfoques de mantenimiento predictivo, preventivo, productivo total y el recurso humano en la empresa.

Objetivos particulares

- Analizar el sistema o método actual de mantenimiento en las MES dedicadas a la manufactura.
- Describir una metodología detallada que permita crear un SAM en una ME.
- Concebir un plan de mantenimiento para aquellas MIS manufactureras que carezcan por completo de algún sistema que administre el mantenimiento.
- Mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos para la producción.
- Optimizar el recurso humano en el mantenimiento.
- Conducir a la reducción de los costos generados por concepto de mantenimiento por medio de la aplicación de la metodología propuesta.

JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo es elaborado con el fin de ayudar a que el problema planteado anteriormente, pueda ser resuelto por los empresarios de una manera fácil y accesible. Si bien es complicado pensar que una empresa llegue a tener un efectivo y eficiente SAM, partiendo del hecho de que ésta no aplica ningún tipo de mantenimiento o en ocasiones un mantenimiento correctivo, creo que es posible lograr una notable mejoría en su método de mantenimiento. Así, este trabajo está dirigido a aquellas empresas en las que el sistema aplicado al mantenimiento del equipo productivo es mínimo o nulo; esto, con el fin último de alentar el crecimiento de la MI manufacturera mexicana.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se analizarán los conceptos de empresa: su definición, estructura, áreas funcionales y funciones de la administración en la empresa; se analizará también el concepto de mantenimiento: su historia, definición, tipos, etc.; y finalmente se revisará el tema del recurso humano en el mantenimiento, su importancia y el perfil que usualmente es requerido en dicho departamento de la empresa.

EMPRESA

DESCRIPCIÓN

A continuación se dará una breve explicación de lo que es una empresa para posteriormente explicar que tipo de empresa al que este estudio está delimitado.

Existen varias definiciones acerca de lo que es una empresa, a continuación se enumeran algunas de ellas:

- Es un grupo de personas que trabajan en común para generar un superávit, éste último representado por utilidades monetarias, satisfacción de necesidades, prestación de servicio a la comunidad, etc.⁹
- La definición de empresa como organización dice que es el conjunto de personas trabajando juntas para alcanzar un fin común de acuerdo a una estructura de trabajo.¹⁰
- Una empresa es una organización que conjunta diversos factores de producción como el trabajo (o mano de obra), la tierra y el capital, para generar un producto o servicio que se espera pueda venderse con una cierta utilidad.¹¹
- Empresa es la unidad productiva o de servicio que constituida según aspectos prácticos o legales se integra por recursos y se vale de la administración para lograr sus objetivos.¹²

Para fines del presente estudio, se definirá como:

⁹ Koontz & Wehrich. Administración, una perspectiva global. McGraw-Hill. México, 1998. p. 7

¹⁰ Schermerhorn. Management for productivity. Wiley. Canadá, 1984. p. 8

¹¹ LeRoy. Microeconomía moderna. Harla. México, 1986. pp. 202-203

¹² Fernández. *El proceso administrativo*. Diana. México. 1984. p. 85.

Una empresa es una organización que reúne recursos humanos, económicos, materiales, sociales, energéticos, etc. con el fin de producir satisfactores para la sociedad y de obtener un beneficio económico.

Estas definiciones son aplicables a las MES, las cuales representan el objeto de este estudio, en sí, la principal diferencia entre micro, pequeñas, medianas (MIPYMES) y grandes empresas es, como su nombre lo indica: el tamaño, así como la complejidad en las operaciones que el mismo conlleva.

Los criterios que sitúan a una empresa dentro de uno u otro rango están en función del personal ocupado y las actividades que desarrollan, ya sean de manufactura, comercio o servicios. La clasificación de acuerdo al número de personas según los criterios publicados en el Diario Oficial de la Federación en diciembre del 2002 se muestra en la siguiente tabla (Tabla 2. Clasificación de empresas por número de trabajadores):

Tamaño (por número de trabajadores) / Actividad	Industria	Comercio	Servicios
Micro	0-10	0-10	0-10
Pequeña	11-50	11-30	11-50
Mediana	51-250	31-100	51-100
Grande	Más de 251	Más de 101	Más de 101

Tabla 2. Clasificación de empresas por número de trabajadores

Fuente: Diario Oficial de la Federación, 2002

Con base en la clasificación anterior, se observa que las empresas a las que este trabajo está dirigido, son aquellas del ramo industrial en donde laboren un máximo de 10 personas, es decir, las MIS. En este sentido, al definir los siguientes conceptos se hará referencia especial a las MIS.

En el siguiente diagrama (Figura 2. Los factores que influyen en la empresa) se muestran las interacciones de una empresa y su entorno en general, en el primer círculo (desde el interior) se ven las entidades con las que la empresa mantiene una relación directa, mientras que las del segundo son las que afectan el entorno en el que ésta se ve inmersa. Con dichas entidades la empresa mantiene relaciones de diversos tipos, en donde se da usualmente un intercambio de dinero, bienes y servicios, mano de obra preparada, regulación (usualmente por parte del gobierno), etc. y en donde la

consigna actualmente es mantener una relación ganar – ganar, es decir que existan beneficios para ambas partes.



Figura 2. Los factores que influyen en la empresa¹³

Si bien es fácil imaginarnos que todos los factores del segundo nivel influyen en cualquier tipo de empresa independientemente del tamaño de la misma, no lo es tanto para los factores del primero. Por ejemplo, hablar de inversionistas resulta difícil de entender, ya que usualmente es sólo el dueño el que inyecta cierto capital en la ME, pero resulta mucho más complicado imaginar una unión de trabajadores en una empresa de tan sólo 10 trabajadores. Es importante entonces evaluar como es que cada uno de estos factores impactan a las MES y el grado en que lo hacen, con el objetivo de tener un panorama mucho más amplio del entorno de la misma al aplicar la metodología que este trabajo propone.

¹³ Adaptado de: Payne & Chelsom & Reavill. Management for engineers. John Wiley & Sons. Inglaterra, 1996. p. 20

ESTRUCTURA Y JERARQUÍA ORGANIZACIONAL

José A. Fernández, en su libro *El proceso administrativo* (pp. 96-153), presenta un análisis de los diferentes tipos de organizaciones que a través del tiempo han surgido¹⁴. En la época antigua el sistema era característico de la autoridad militar, es decir que ésta se centralizaba en el jefe y la opinión o participación de los colaboradores era escasa y en ocasiones nula. En los tiempos de Taylor se establece el concepto de organización del tipo funcional, considerándose la independencia de un subordinado como dependiente de varios especialistas. Años después surgió la organización a base de comités, en donde la autoridad y responsabilidades eran hasta cierto punto delegadas a los núcleos creados específicamente para resolver diferentes tipos de problemas. Actualmente las organizaciones se caracterizan por ser sistemas mixtos, donde se presentan diferentes tipos de liderazgo, comunicación, delegación, administración, etc.

Así pues, se puede afirmar que la estructura básica de una empresa es parte fundamental para su correcto funcionamiento y desde luego, de su desarrollo y éxito como organización productiva y generadora de riqueza.

En el sentido estricto: “La estructura de una organización es el sistema formal de relaciones de trabajo que divide y coordina las tareas y los recursos (humanos y materiales) que se necesitan para que éstas puedan llevarse a cabo”.¹⁵

El fin primordial de que una ME posea una estructura organizacional, es el de asignar la responsabilidad de las distintas tareas, así como de delegar autoridad para la toma de decisiones. Esta estructura ayuda al empresario a que cada persona en la organización este enterado, consciente y sea responsable de las actividades que le has sido asignadas, al mismo tiempo que permite a los trabajadores conocer y entender de forma clara las actividades que tiene que realizar, así como su importancia y repercusión dentro de la empresa.

Los aspectos a considerar dentro de la estructura de una ME son muy simples debido a su tamaño, en pocas palabras, basta con identificar las áreas en las que ésta puede dividirse de acuerdo a las actividades que realiza, y ordenarlas de acuerdo a la línea de autoridad.

A continuación se presenta un organigrama genérico (Figura 3. Organigrama genérico para una MI) para la MI¹⁶:

¹⁴ Fernández. *El proceso administrativo*. Diana. México. 1984. p. 85.

¹⁵ Schermerhorn. *Management for productivity*. Wiley. Canada, 1984. p. 174

¹⁶ Adaptado de: Kooontz & Wiehrich. *Administración, una perspectiva global*. McGraw-Hill. México, 1998. pp. 273-282



Figura 3. Organigrama genérico para una MI

En el podría incluirse otro departamento denominado “Compras”, pero la realidad en las MIS es que la mayoría de las veces, al ser un departamento que depende en gran medida del área de producción éste es absorbido por dicha área. Éste último departamento usualmente tiene una línea de reporte inferior, en donde se encuentran los técnicos que realizan como tal la función productiva del negocio.

Dentro de una MI, es fácil identificar cada una de estas áreas así como su responsable: la función de director es usualmente ejercida por el dueño de la empresa, en el caso de México, en donde la empresa familiar es un caso muy común, muchas de las veces está área estará a cargo de algún hijo o familiar cercano al dueño. En sí podemos decir que las funciones de la Dirección, Finanzas y Recursos Humanos pueden ser llevadas por una misma unidad o persona, usualmente el Director. Una ventaja de la MI es que la elaboración del organigrama es muy sencillo e incluso es factible presentar en el a cada una de las personas que labora en la empresa, lo que a su vez influye en el reconocimiento e importancia que se le da a cada uno de los trabajadores.

Cada uno de los recuadros representados en el organigrama representa un área funcional de la empresa, en la siguiente sección definiremos cada una de ellas, así como su función específica dentro de una MI.

La jerarquía organizacional por su parte esta íntimamente ligada con las habilidades que se presentan en uno u otro nivel, dichas habilidades¹⁷ se muestran a continuación:

- *Habilidad técnica.* Posesión de conocimientos y destrezas en actividades que suponen la aplicación de métodos, procesos y procedimientos, implica por lo tanto el diestro uso de instrumentos y técnicas específicas. Hablando de una MI, usualmente es el nivel más bajo u operativo quienes requieren de estas habilidades para desarrollar su trabajo.
- *Habilidad humana.* Capacidad para trabajar con individuos, esfuerzo cooperativo, trabajo en equipo y creación de condiciones donde las personas se sientan libres de expresar sus opiniones. En el caso de una MI, son

¹⁷ Kooontz & Wiehrich. Administración, una perspectiva global. McGraw-Hill. México, 1998. p. 9

usualmente el Director y el encargado del área de Producción quienes requieren estas habilidades, al igual que para las dos siguientes.

- *Habilidad de conceptualización.* Capacidad para percibir el panorama general, distinguir los elementos más significativos de una situación y comprender las relaciones entre ellos.
- *Habilidad de diseño.* Capacidad de resolver problemas en beneficio de la empresa, es decir de diseñar soluciones funcionales a los problemas en respuesta a las realidades que enfrenta.

El esquema que se muestra a continuación (Figura 4. Habilidades y niveles administrativos) ha sido adaptado a la estructura de una ME.¹⁸

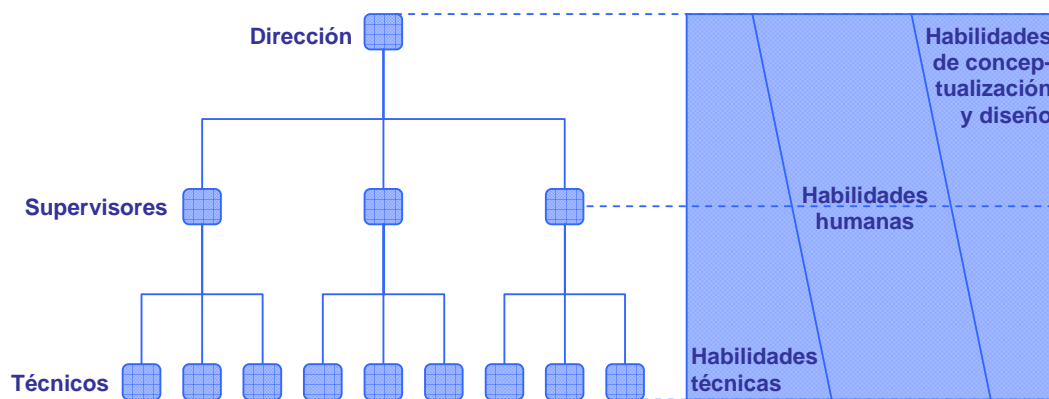


Figura 4. Habilidades y niveles administrativos

El esquema representa del lado izquierdo los diferentes niveles que se presentan en una organización, y del lado derecho el porcentaje de requerimiento de diferentes habilidades según el nivel.

En la mayoría de las MI, el dueño ejerce las funciones de dirección y supervisión, lo que requiere de mayores habilidades de conceptualización y diseño, este nivel, requiere igualmente de habilidades humanas, así como el encargado del área de producción. En cuanto a las habilidades técnicas, podríamos decir que corresponden al nivel operativo, sin embargo, en una MI, dicho tipo de habilidades se presenta en todos los niveles de la organización, ya que usualmente fue el Director el que en algún momento de los inicios del negocio, se dedicó a la labor productiva.

¹⁸ Adaptado de: Kooontz & Wiehrich. Administración, una perspectiva global. McGraw-Hill. México, 1998. p. 9

ÁREAS FUNCIONALES DE LA EMPRESA

Como se explicó anteriormente, cualquier empresa necesita tener una estructura organizacional para funcionar, aún cuando los criterios que se sigan para determinar dicha estructura de una empresa a otra sean diferentes. De acuerdo a los conceptos anteriormente definidos, describiremos las áreas funcionales para una ME.

1. Producción

Esta área se encarga de la aplicación del proceso administrativo en las actividades encaminadas hacia la producción de bienes y servicios.

2. Comercialización

Esta es el área que se encarga de canalizar los bienes y servicios desde el producto hasta el consumidor o usuario final. Entre las funciones principales del área de mercadotecnia podemos mencionar: la investigación de mercados, el presupuesto de mercadeo, la determinación de empaque, envase, etiqueta y marca, la distribución (logística) y venta de los productos, la determinación del precio de los artículos, la publicidad y la promoción.

3. Finanzas

Es el área que se encarga del óptimo control y del manejo de recursos económicos y financieros de la empresa, esto incluye la obtención de recursos financieros tanto internos como externos, necesarios para alcanzar los objetivos y metas empresariales.

De la misma manera el área de Finanzas en una gran cantidad de ocasiones la ejerce el director de la empresa, quien se encarga de llevar la contabilidad general, elaborar presupuestos, etc. En otras ocasiones existe una persona dedicada por completo a esta área, en cuyo caso, además de las actividades antes mencionadas es usualmente también el encargado del pago a los trabajadores y a los proveedores.

4. Recursos Humanos

El objetivo de recursos humanos es integrar a la organización y a personas cuyas características sean afines a los requerimientos de la misma, así como impulsar su desarrollo integral mediante el establecimiento de políticas y programas que constituyan a su realización personal y guíen apropiadamente el esfuerzo humano para actuar eficientemente.

Es muy frecuente también, que debido a la baja rotación de personal que se presenta en una industria tan pequeña, sea el mismo dueño el que se encargue del área de Recursos Humanos, la cual en este tipo de empresas se ve limitada a contratar personal, llevar la nómina y los trámites del seguro social de los trabajadores en el mejor de los casos.

LA ADMINISTRACIÓN

La administración es el proceso de diseñar y mantener un entorno en el que, trabajando en grupos, los individuos cumplan eficientemente objetivos específicos.¹⁹

Esta definición significa también que:

1. Cuando los individuos se desempeñan como administradores deben ejercer las funciones administrativas de la planeación, organización, integración de personal, dirección y control.
2. La administración se aplica a cualquier tipo de organización.
3. Se aplica a administradores de todos los niveles organizacionales
4. La intención de todos los administradores es la misma: generar un superávit.
5. La administración persigue la productividad, lo que implica eficacia y eficiencia.

Los tres conceptos de la última afirmación (productividad, eficacia y eficiencia) usualmente generan duda en cuanto a su definición exacta y casi nunca existe un consenso para las mismas, a continuación (Tabla 3. Definiciones de productividad, eficacia y eficiencia) se presenta cada una de ellas.

Concepto	Definición
Productividad ²⁰	<p>Es la relación productos – insumos en un periodo específico con la debida consideración de calidad. Lo anterior puede expresarse de la siguiente manera:</p> $\text{Productividad} = \frac{\text{productos}}{\text{insumos}}$ <p>La fórmula anterior implica que la productividad puede</p>

¹⁹ Kooontz & Wiehrich. Administración, una perspectiva global. McGraw-Hill. México, 1998. p. 6

²⁰ Kooontz & Wiehrich. Administración, una perspectiva global. McGraw-Hill. México, 1998. p. 8

	<p>incrementarse de varias maneras:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Incrementando los productos con los mismos insumos 2. Mismos productos con menos insumos 3. Más productos con menos insumos 4. Mismos productos e insumos con la misma calidad en menos tiempo.
Eficacia	<p>La palabra “eficacia” viene del Latín <i>efficere</i> que, a su vez, es derivado de <i>facere</i>, que significa “hacer o lograr”. El Diccionario de la Lengua Española de la Real Academia Española señala que “eficacia” significa “virtud, actividad, fuerza y poder para obrar”. María Moliner interpreta esa definición y sugiere que “eficacia” “se aplica a las cosas o personas que pueden producir el efecto o prestar el servicio a que están destinadas”.²¹</p> <p>Así, se puede decir que algo es eficaz si logra o hace lo que debía hacer, o tienen el poder de producir los resultados esperados.</p>
Eficiencia	<p>Relación existente entre el trabajo desarrollado, el tiempo invertido, la inversión realizada en hacer algo y el resultado logrado, un sistema eficiente obtiene más productos con un determinado conjunto de recursos, insumos o logra niveles comparables de productos con menos insumos, manteniendo a lo demás igual.²²</p> <p>Así pues, puede decirse que es el logro de las metas u objetivos con la menor cantidad de recursos.</p>

Tabla 3. Definiciones de productividad, eficacia y eficiencia

Es importante mencionar que las tareas de un administrador se dan en el ambiente interno de una empresa, pero como anteriormente se mencionó, ésta se ve influida por diversos factores externos a ella, por lo que el administrador debe percibir y comprender cómo es que cada elemento externo afecta la operación de la empresa.

Al igual que la medida de las habilidades requeridas en cada nivel organizacional es diferente, lo es también el grado y el tiempo en que cada nivel ejerce las funciones administrativas. El siguiente esquema (Figura 5. Tiempo dedicado a las funciones administrativas) muestra esta relación.

²¹ Mokate. Diseño y gerencia de políticas y programas sociales. Banco Interamericano de Desarrollo, INDES. 2002 p. 2

²² Mokate. Diseño y gerencia de políticas y programas sociales. Banco Interamericano de Desarrollo, INDES. 2002 p. 5

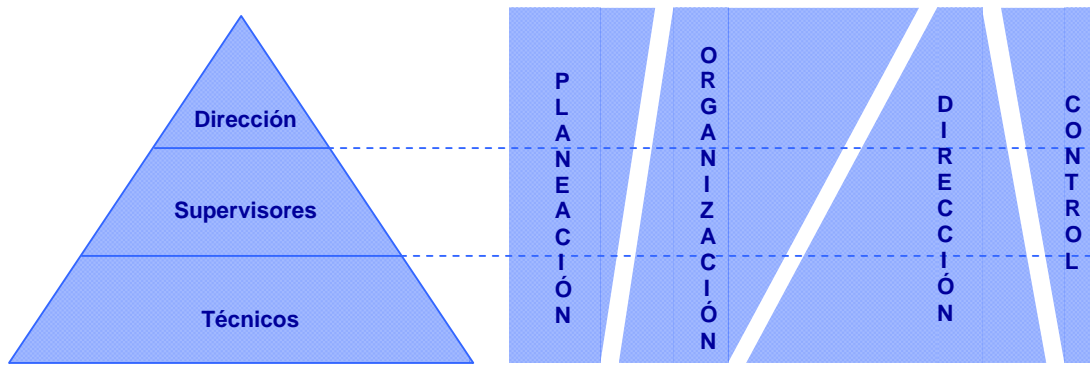


Figura 5. Tiempo dedicado a las funciones administrativas²³

De la figura anterior podemos ver que son los administradores de más alto nivel los que ejercen principalmente las funciones de planeación y organización, la dirección recae en los niveles inferiores y el control es ejercido casi por igual en los diferentes niveles.

EL PROCESO ADMINISTRATIVO²⁴

Anteriormente se mencionaron las funciones de la administración, las cuales representan en sí, cada una de las etapas del proceso administrativo. A continuación se explicará cada una de ellas.

Planeación

Implica seleccionar metas y objetivos, así como las acciones necesarias para cumplirlos, lo que a su vez requiere de la toma de decisiones, en otras palabras, la planeación es la elección de cursos futuros a partir de diversas alternativas.

Las estrategias que se planean, implican un análisis detallado de la situación presente de la ME, así como de la manera en que ésta tendrá que desenvolverse en su entorno con el fin de alcanzar las metas propuestas.

Otro punto de vital importancia en la planeación, es que ésta requiere de un compromiso real por parte de todos los niveles de la organización. En el caso específico de una MI, puede resultar sencillo lograrlo por contar con un número reducido de trabajadores, pero se corre también el riesgo de que los trabajadores no se comprometan, sino más bien, de que se sientan obligados, lo que podría generar

²³ Adaptado de: Kooontz & Wiehrich. Administración, una perspectiva global. McGraw-Hill. México, 1998. p. 8

²⁴ Adaptado de: Kooontz & Wiehrich. Administración, una perspectiva global. McGraw-Hill. México, 1998. p. 35-37

otro tipo de conflictos. En ese sentido es importante que cada elemento de la ME comprenda la importancia de las metas planeadas y de su participación para alcanzarlas.

Organización

Es la parte de la administración que supone el establecimiento de una estructura intencionada de los roles que cada persona deberá de desempeñar dentro de la empresa. El objetivo de dicha estructura es garantizar que las tareas necesarias para alcanzar las metas sean asignadas de manera que se cubra la totalidad de las tareas y que éstas sean asignadas a las personas mejor capacitadas para realizarlas.

Dentro de una MI, la división de las tareas es reducida, ya que son usualmente las personas de mayor nivel quienes realizan las funciones de 3 de 4 áreas funcionales que una ME posee.

Es importante mencionar que aún cuando la estructura que se analiza en el caso de una MI es reducida y supone menor complicación, el problema en este punto es el contar con las personas correctas para desempeñar las tareas que le sean asignadas, lo que implica diferentes tipos de capacitación, conocimientos, habilidades y aptitudes necesarias para realizar diferentes actividades.

Integración de personal (Recurso Humano)

En pocas palabras la integración de personal significa tener y mantener a las personas correctas para las diferentes funciones a realizar en una empresa. Lo anterior implica se deben identificar correctamente los requerimiento de fuerza de trabajo, tener un proceso de selección eficiente, de evaluación de su desempeño, de capacitación, de compensaciones, etc. Esta función se lleva a cabo durante todo el proceso.

Dirección

Se puede definir la dirección como el hecho de influir sobre los trabajadores para que contribuyan a favor del cumplimiento de las metas organizacionales y grupales. Es precisamente en esta etapa del proceso donde surgen diversos problemas con los individuos, por lo que es necesario que exista un liderazgo eficaz, así como motivación y comunicación en todos los niveles, lo que permitirá a largo plazo la consecución de las metas trazadas.

Control

El control consiste en medir y corregir el desempeño individual y organizacional para garantizar que los hechos se apeguen a los planes, es decir, una medición de los logros. El hecho de evaluar si los objetivos se van cumpliendo a su respectivo tiempo ayuda al administrador a tomar acciones correctivas o de mejora en caso de que éstos no se estén logrando, en este punto del proceso la retroalimentación efectiva es una pieza clave para alcanzar las metas y objetivos.

En el siguiente esquema (Figura 6. Proceso administrativo) se puede observar el proceso administrativo, cabe aclarar que la integración de personal no ha sido representada como una fase del mismo, ya que el recurso humano es un elemento vital en todas las etapas del proceso y como tal se presenta como un factor que influye en cada una de ellas.



Figura 6. Proceso administrativo

MANTENIMIENTO

En esta sección se explicará brevemente la historia del mantenimiento industrial, se dará una definición y se presentarán diferentes conceptos relacionados con el mismo.

HISTORIA DEL MANTENIMIENTO²⁵

Desde el comienzo de la humanidad, hasta finales del siglo XVII, las funciones de mantenimiento que el hombre aplicaba a las maquinas no tuvieron un gran

²⁵ Dounce. La productividad en el mantenimiento industrial. CECSA. México, 1998. p. 2-3

desarrollo debido básicamente a que en la actividad productiva, el trabajo humano constituía el 90 %, mientras que las máquinas sólo hacían un escaso 10% del trabajo.

Así, conforme la industria fue evolucionando y junto con ella las exigencias en volúmenes, diversidad y calidad de los productos, el uso de las máquinas se generalizó fue necesario también que dichas funciones de mantenimiento se acoplaran a los nuevos estándares de la industria.

Desde siempre y hasta la Primera Guerra Mundial, se empleaban únicamente acciones de mantenimiento correctivo (MC), debido a que las máquinas sólo se reparaban en caso de paro o falla importante, teniendo en mente el arreglo de la máquina sin pensar en el servicio que ésta suministraba.

A partir de la Primera Guerra Mundial, las máquinas comenzaron a trabajar a toda velocidad y sin interrupciones, tanto en los países bélicos como en aquellos que no lo eran, la máquina adquirió entonces mayor importancia, pues su correcto funcionamiento era cuestión de vida o muerte, fue así como nació el concepto de mantenimiento preventivo (MP).

Aproximadamente 3 décadas más tarde, a partir de 1950, con base en estudios más serios sobre fiabilidad y disponibilidad, con objeto de que los usuarios de las máquinas tuvieran menos problemas en la preservación de éstas y que las labores de mantenimiento se minimizaran y fueran productivas, en lugar de ser un gasto obligado, surgió el Mantenimiento Productivo (PM), tomando ahora en cuenta el **servicio que proporciona una máquina**.

Finalmente en 1970, a raíz del nuevo pensamiento de mantenimiento productivo, el japonés Seichi Nakajima desarrolló el sistema TPM (Mantenimiento Productivo Total), cuya principal diferencia con respecto a las técnicas anteriores es que éste **involucra al recurso humano** en las labores de mantenimiento.

La siguiente figura (Figura 7. Historia del mantenimiento) muestra la evolución del mantenimiento.

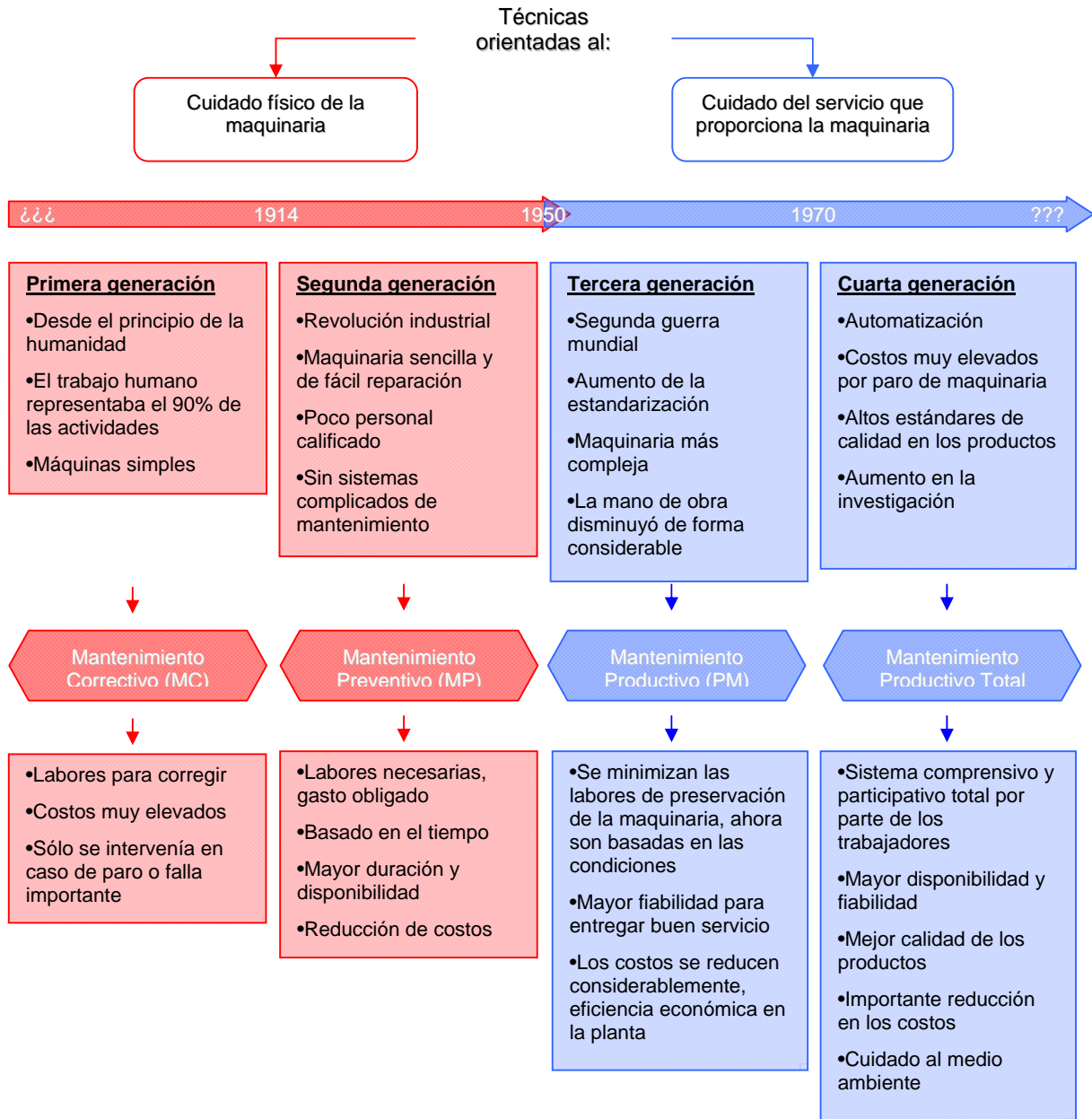


Figura 7. Historia del mantenimiento

MANTENIMIENTO

A continuación se presentan diferentes definiciones de mantenimiento.

- Son todas las acciones apropiadas para mantener o restaurar un objeto, equipo o parte de él en condiciones operativas²⁶.

²⁶ Dhillon. Engineering Maintenance, a modern approach. CRC Press. EUA, 2002. p.3

- Es la actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro de una calidad esperada²⁷. Garantizar el servicio por lo tanto, implica que los recursos o equipos de la actividad productiva trabajan bajo condiciones favorables para operar.
- El mantenimiento es la función integral que permite obtener operaciones eficientes y productivas, lo que a su vez asegura la fabricación de productos de alta calidad y altos niveles de fiabilidad del equipo²⁸.

Las definiciones anteriores presentan similitudes entre sí, y dan una idea muy acertada de lo que significa el mantenimiento en una empresa, independientemente del tamaño de la misma. Por lo anterior se puede decir, que estas definiciones son comprensiblemente aplicables al mantenimiento en una MI.

En la siguiente sección se definirán ahora los tipos de mantenimiento.

TIPOS DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento industrial puede dividirse en tres grandes ramas: el mantenimiento correctivo, el preventivo y el productivo, dentro de estas dos últimas clasificaciones se encuentran la mayoría de las técnicas que han surgido en las últimas décadas, las cuales serán la base para la metodología que se presentará posteriormente en este trabajo, al respecto de ellas, podemos decir que el fundamento de las mismas es el MP, pero incluyen algunos otros aspectos como el recurso humano o análisis mucho más detallados en cuanto a los tiempos, las condiciones de operación, el estado de los equipos, etc. a continuación se da una definición de estos tipos de mantenimiento.

Mantenimiento Correctivo (MC)

Son las acciones que se llevan a cabo para reparar o remediar las fallas o deficiencias de un equipo que no se encuentra en un estado favorable de operación. La definición anterior implica usualmente que los equipos han dejado de proporcionar la calidad que se esperaba en los productos o en el servicio. El MC se enfoca principalmente a la máquina, únicamente a reparar los equipos productivos sin pensar en el servicio que éstos ofrecen.

Dentro de esta clasificación podemos incluir las dos²⁹ siguientes:

²⁷ Dounce. La productividad en el mantenimiento industrial. CECSA. México, 1998. p. 25

²⁸ Payne & Chelsom & Reavill. Management for engineers. John Wiley & Sons. Inglaterra, 1996. p. 328

²⁹ Dounce. La productividad en el mantenimiento industrial. CECSA. México, 1998. p. 43

- *Mantenimiento Correctivo Contingente.* Se refiere a las actividades que se realizan en forma inmediata, debido a que algún equipo que proporciona un servicio vital ha dejado de hacerlo por cualquier causa y tiene que actuarse de forma emergente, y en el mejor de los casos, bajo un plan contingente.
- *Mantenimiento Correctivo Programable.* Se refiere a las actividades que se desarrollan en los equipos que no proporcionan un servicio vital, y que al presentar una falla, su reparación puede programarse.

Mantenimiento Preventivo (MP)³⁰

Es definido como las actividades humanas de cuidado y servicio a equipos destinadas mantener los equipos en condiciones de operación satisfactorias, por medio de inspección, detección y corrección sistemática de fallas incipientes ya sea antes de que éstas se presenten o antes de que representen una falla de mayor magnitud. Esta definición supone que dichas actividades garantizan que la calidad del servicio que los equipos proporcionan se encontrará dentro de los límites establecidos. El MP al igual que el correctivo se enfoca a las máquinas sin pensar en el servicio que éstas ofrecen.

Dentro de esta clasificación podemos incluir las siguientes:

- *Mantenimiento Predictivo.* Es un sistema permanente de diagnóstico que permite detectar con anticipación el posible funcionamiento defectuoso o cambio de estado de una máquina, lo que implicaría la pérdida de calidad en el servicio que la máquina está entregando. Este tipo de mantenimiento requiere de un estudio profundo del recurso que se va a mantener y se basa en inspecciones periódicas por medio de instrumentos eléctricos y electrónicos, de esta forma si se registra un mal funcionamiento del equipo, el instrumento analizará la posibilidad de que ocurra una falla catastrófica, de manera que el técnico pueda realizar las labores necesarias para eliminar el mal funcionamiento detectado.
- *Mantenimiento Periódico.* Es un procedimiento de MP que es de atención rutinaria, con el fin de aplicar los trabajos después de determinadas horas de funcionamiento del equipo, en que se le hacen pruebas y se cambian algunas partes por término de vida útil o fuera de especificación. Al recurso por principio se le da una atención rutinaria durante largo tiempo; al término de éste se le somete a un proceso llamado *overhaul* durante el cual se desarma, se limpian sus partes, se cambian las que han llegado al límite de vida útil,

³⁰ Dounce. La productividad en el mantenimiento industrial. CECSA. México, 1998. p. 25

presenten o no deficiencias y las restantes se revisan minuciosamente; después se cambian o reparan las partes deficientes restantes, se arma el conjunto y se prueba hasta obtener la seguridad de un buen funcionamiento.

- *Mantenimiento Analítico*. Este tipo de mantenimiento se basa en un análisis profundo de la información proporcionada por captadores y sensores dispuestos en los sitios más convenientes de los recursos vitales de la empresa, esta información combinada con los datos de carga de trabajo, condiciones del ambiente, cantidad y tipos de falla que ha sufrido, etc. permitirán calcular la posibilidad de que ocurra una falla y decidir acerca de las actividades de mantenimiento que deben realizarse, lo que permitirá programarlas durante un tiempo ocioso del equipo.
- *Mantenimiento Progresivo*. Consiste en atender al equipo por partes, progresando en su atención cada vez que se tiene oportunidad de contar con un tiempo ocioso de éste. La rutina y el manual que se diseñan en este caso son más sencillos, ya que usualmente se utiliza sólo en equipos en los que no se requiera una fiabilidad muy alta.

Mantenimiento Productivo (PM)

El concepto de mantenimiento indica básicamente las actividades necesarias para mantener ciertas condiciones en el equipo. Cuando estas condiciones consisten en garantizar una producción óptima con plena garantía, entonces hace falta el PM, esto se debe a que el PM se dirige a ampliar la productividad hasta el nivel máximo, lo que quiere decir rentabilidad, lo anterior explica el enfoque del PM en el servicio que las máquinas ofrecen, presentado en el cuadro de la historia del mantenimiento.

Así pues, las labores de mantenimiento se minimizan y comienzan a ser productivas en lugar de ser un gasto obligado.

El mantenimiento productivo agrupa entonces las técnicas que han surgido en los últimos años, cuya principal diferencia con las anteriores es el enfoque que presenta: el servicio que un equipo proporciona, lo que a su vez nos lleva a hablar de la calidad del servicio que se presta.

A continuación se presentan algunas técnicas que pueden considerarse trabajan bajo este enfoque.

- *Mantenimiento Productivo Total (TPM)*³¹. Una definición completa del MPT, contiene los siguientes puntos: a) tiene como objetivo el uso más eficiente del

³¹ Shirose. TPM para mandos intermedios. Productivity Press. EUA, 1992. pp. 14-18

equipo mejorando la eficacia global, b) establece un sistema de mantenimiento productivo en toda la empresa para la vida entera del equipo, c) exige la implicación de todos los departamentos, d) Todos los empleados están activamente involucrados, y e) promociona y lleva a cabo el MP a través de la gestión de la motivación basado en actividades autónomas en grupos pequeños. El MPT se desarrolla en base a cinco pilares: 1) llevar a cabo las actividades de mejora diseñadas para aumentar la eficacia del equipo, 2) establecer un sistema de mantenimiento autónomo que se realiza por los operarios del equipo, 3) establecer un sistema de mantenimiento planificado, 4) establecer cursos de formación, y 5) establecer un sistema para el desarrollo del MPT y la gestión temprana del equipo.

- ✦ *Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)*³². Es un proceso sistemático utilizado para determinar qué tiene que cumplirse para asegurar que el equipo productivo es capaz de realizar las funciones para las que fue diseñado en función a sus condiciones de operación actuales. Los objetivos que el RCM persigue son entre otras: desarrollar prioridades asociadas al diseño que faciliten el mantenimiento, compartir información útil para mejorar el diseño de los equipos aumentando su confiabilidad, desarrollar tareas que pueden devolver la confiabilidad y seguridad a los equipos que se han deteriorado, así como alcanzar los anteriormente mencionados con el menor costo.

FUNCIONES, OBJETIVOS Y RESPONSABILIDADES DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Un departamento de mantenimiento está diseñado para cumplir con un amplio rango de funciones incluyendo³³:

- ✦ Planear la reparación del equipo para lograr estándares aceptables.
- ✦ Llevar a cabo las tareas de mantenimiento, desarrollando e implementando regularmente un programa calendarizado de trabajo con el propósito de mantener los equipos en condiciones de operación satisfactorias así como de prevenir mayores problemas.
- ✦ Preparar presupuesto reales que contemplen y presenten detalladamente las necesidades materiales y de personal para cumplir con las tareas de mantenimiento.

³² Dhillon. Engineering Maintenance, a modern approach. CRC Press. EUA, 2002. p.81

³³ Dhillon. Engineering Maintenance, a modern approach. CRC Press. EUA, 2002. p.26-27

- Administrar el inventario de mantenimiento, el cual debe asegurar que las partes, refacciones y materiales necesarios para la ejecución de las actividades de mantenimiento estarán disponibles en el tiempo necesario.
- Llevar los registros de mantenimiento de equipos, servicios a la maquinaria, etc.
- Desarrollar estrategias efectivas para monitorear las actividades del personal de mantenimiento.
- Desarrollar técnicas efectivas para mantener informados de las actividades de mantenimiento al personal operativo, los niveles superiores y en general a cualquier grupo de trabajo que pudiera tener relación con las mismas.
- Capacitar al personal de mantenimiento o a grupos relacionados con el mismo con el fin de mejorar su habilidades y desempeño en dichas actividades.
- Revisar los planes y manuales de mantenimiento en caso de instalación de equipo nuevo.
- Implementar métodos para mejorar la seguridad del área de trabajo, así como desarrollar programas educativos sobre seguridad para el personal de mantenimiento.
- Desarrollar especificaciones de tareas de inspección que un contratista o proveedor de servicios de mantenimiento ejecute sobre el equipo con el fin de asegurar el cumplimiento de los requerimientos de mantenimiento de la maquinaria.

El caso específico de un departamento de mantenimiento en una MI se analizará con mayor detalle en el segundo paso de la metodología propuesta.

PAPEL DE LA ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Como ya se ha visto con anterioridad el mantenimiento en la MI es muchas veces visto como un mal necesario, derivado de esta equívoca versión de la mayoría de los microempresarios, frecuentemente se lleva a cabo de manera reactiva. Es necesario que los empresarios realicen una planeación de las actividades y recursos que serán necesarios para las actividades de mantenimiento, ya que sin las mismas el ciclo de vida del equipo productivo podría disminuir considerablemente.

En ese sentido es vital que el microempresario repare en la importancia y los beneficios potenciales que la administración tiene sobre el mantenimiento en su empresa, y en general sobre sus utilidades, tomando en cuenta que el beneficio económico que la correcta administración del mantenimiento acarrearía sería cuantioso.

SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO (SAM)

Con base en todo lo anterior se definirá un SAM como:

El conjunto de funciones, técnicas, métodos y herramientas que combinadas con el recursos humano permiten lograr la ejecución efectiva del mantenimiento.

El diseño y operación de un SAM usualmente persigue los siguientes objetivos³⁴:

1. Minimizar la posibilidad de falla en el punto en donde una falla acarrearía consecuencias indeseables.
2. Minimizar el costo total o maximizar la ganancia total de la operación de la empresa. Esto requiere idear el balance entre preparar y ejecutar la operación del mantenimiento, y entre los ahorros generados por el incremento de la eficiencia, la prevención de tiempos muertos, etc.

No existe una metodología aceptada universalmente que permita crear un SAM, ya que usualmente no hay suficiente información disponible o tiempo para analizarla, lo que obstaculiza la creación de una estructura en el mantenimiento que permita obtener la solución óptima. Se puede decir entonces que un SAM efectivo contiene al menos los siguientes elementos³⁵:

- *Políticas de mantenimiento.* Es el elemento esencial para conocer y comprender claramente la forma de operar del SAM, al desarrollarlas deberán contemplarse diferentes aspectos tales como: políticas, programas, objetivos, responsabilidades y líneas de autoridad para la supervisión, reportes, métodos y técnicas útiles, así como para los índices de medición del desempeño.
- *Control de Materiales.* Se calcula que del costo total de mantenimiento, aproximadamente del 30 al 40% se debe a costo de materiales, por lo que una correcta administración de los materiales puede ayudar a reducir los tiempos de paro en caso de falla inesperada, retrasos y a reducir los casos en los que no se cumplen los tiempos de compromiso con los clientes.
- *Registros de trabajo.* Un registro de trabajo dirige al trabajador o a un grupo de ellos al realizar una actividad, así, un sistema que ordene dichos registros permite alcanzar todos los trabajos de mantenimiento, al mismo tiempo que es una herramienta útil al controlar los costos y al medir el desempeño de los trabajadores en las tareas de mantenimiento.

³⁴ Dhillon. Engineering Maintenance, a modern approach. CRC Press. EUA, 2002. p. 30

³⁵ Dhillon. Engineering Maintenance, a modern approach. CRC Press. EUA, 2002. p. 30

- *Registros de los equipos.* Los registros de mantenimiento de los equipos juegan un rol muy importante en la efectividad y eficiencia del SAM, éstos pueden clasificarse dentro de cuatro grupos principales, 1) Trabajos de mantenimiento realizados, 2) Costos de mantenimiento, 3) Inventario y 4) Archivos generales.
- *Planeación y calendarización del trabajo.* La planeación es un elemento fundamental en la organización y en la administración del tiempo que tendrá que ser dedicado a cada una de las tareas de mantenimiento, así como la prioridad en que éstas deberán desarrollarse. Estrictamente hablando, esta planeación debería cubrir el 100% de la carga de trabajo de mantenimiento, sin embargo, se presentan trabajos de emergencia por lo que en la práctica esta cifra se reduce a aproximadamente del 80 al 85%.
- *Sistema de control y prioridades.* Es importante balancear la carga de trabajo con la mano de obra disponible, además de que muchas de las decisiones concernientes a tiempos extras de trabajo, subcontratación de personal, asignación de compras, etc. se basan en la información que un análisis de control del sistema arroja.
- *Medición del desempeño.* El análisis del desempeño contribuye a la eficiencia del departamento de mantenimiento y es esencial para explicar el tiempo de inactividad de los equipos, peculiaridades en su comportamiento, al desarrollar planes de mantenimiento para el futuro, etc.

VENTAJAS DE UN SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO

- Reduce los costos de mantenimiento a largo plazo.
- Reduce las fallas de los equipo.
- Incrementa la vida útil de los equipos.
- Mejora el desempeño de los equipos.
- Mejora la participación de las personas en el mantenimiento.
- Ayuda a cumplir con requerimientos legales, por ejemplo, de seguridad e higiene en el trabajo.

RECURSO HUMANO

En la presente sección se tratará el tema del recurso humano en una organización y más particularmente la importancia que éste tiene dentro del área de mantenimiento. Finalmente se dará un perfil muy general que el personal que labora en ésta área debe tener.

IMPORTANCIA DE LA ADMINISTRACIÓN DEL RECURSO HUMANO

En la actualidad dentro de las grandes organizaciones existe un sentimiento generalizado, y es que al hablar de la innovación en la parte operativa o de negocio de la empresa, por ejemplo en el desarrollo de nuevos productos o servicios que satisfagan nuevas necesidades del mercado, se podría decir que la innovación generará una ventaja competitiva con respecto a otras que no la tienen, la realidad en estos días es que esta ventaja estará vigente por un lapso de tiempo muy corto, los sistemas de producción de bienes y servicios de las grandes corporaciones pueden ser flexibles al punto de que un producto “maravilla” lanzado al mercado es rápidamente alcanzado y mejorado por algún competidor.

En ese sentido, serán las personas que integran una organización las que marcarán la diferencia en el éxito de una empresa. Es el recurso humano el que proporciona la chispa creativa en cualquier organización. La gente se encarga de diseñar y producir los bienes y servicios, de controlar la calidad, de distribuir los productos, de asignar los recursos financieros, y de establecer los objetivos y estrategias para la organización. Sin gente eficiente es imposible que una organización logre sus objetivos, de aquí que muchas organizaciones han dejado atrás el concepto de recurso humano por el de **talento humano**, el cual muchas de las veces define de una mejor manera las necesidades y requerimientos de la empresa. Así, la administración del recurso humano tiene como objetivo principal el influir en la relación entre una organización y sus empleados.

Para autores como Chester Bernard, una organización simplemente es un sistema de actividades conscientemente coordinadas de dos o más personas³⁶. En este sentido al hablar de la empresa y de las personas que interactúan en ella, la cooperación entre las mismas es un elemento de vital importancia en el desarrollo exitoso de una empresa, debido a lo anterior, se puede decir entonces que una empresa u organización sólo puede existir si se conjugan tres factores con respecto a las personas que laboran en ésta:

1. Existen personas capaces de comunicarse.
2. Estas personas están dispuestas a contribuir con acción
3. Todas las personas actúan con miras a cumplir un propósito común.

Así pues, es muy correcto decir que los recursos humanos de una empresa representan una de sus más grandes inversiones. La administración del personal entonces, se ocupa de todos los aspectos de la administración de los recursos humanos de una empresa, en forma más específica, su papel consiste en determinar las necesidades de recursos humanos, reclutar, seleccionar y contratar a las mejores

³⁶ Chiavenato. Administración de recursos humanos. McGraw Hill. México, 1891. p. 7

personas, desarrollar o promover, asesorar y recompensar a los trabajadores, actuar como enlace entre el sindicato y las entidades gubernamentales, evaluar, planear la carrera profesional, capacitar y manejar otros asuntos del bienestar de los empleados³⁷.

La estructura de puestos debe ser la adecuada en términos de contenido, función y relaciones; los estilos de motivación y liderazgo deben ser eficaces y son diferentes según el tipo de empresa y el trabajo que en ella se desarrollan; la importancia de las habilidades técnicas, humanas, conceptuales y de diseño varía según el nivel de los individuos en la jerarquía organizacional³⁸; y en general, cada aspecto relacionado con los individuos debe ser analizado detenidamente para cada empresa, ya que las condiciones externas y el ambiente laboral interno varía considerablemente para cada una de ellas, lo que a su vez afecta el enfoque de la administración de los recursos humanos en la empresa.

RECURSO HUMANO EN EL MANTENIMIENTO

Las condiciones de trabajo que actualmente prevalecen en nuestro país, aunadas a las condiciones bajo las que las MIS operan, requieren que se establezcan cambios de fondo y que exista un mayor compromiso en los niveles gerenciales y directivos con el mantenimiento, hablando de las MES, es necesario que los microempresarios comprendan la importancia del mismo y las ventajas y beneficios que la correcta administración del recurso humano en la empresa puede representar.

Ya que sólo de esta manera se asegura la disponibilidad y confiabilidad de máquinas, equipos, la correcta operación de talleres, así como el aprovechamiento de la infraestructura y servicios (por pequeños que éstos sean en la MI), lo que a su vez repercutirá en otras áreas de la organización, permitiendo entonces tener mayor rentabilidad, productividad, calidad y rendimientos en la empresa.

De lo anterior, se debe decir que en el desarrollo de las funciones de planeación, organización y control, el encargado del área de mantenimiento debe considerar la forma en que sus acciones afectan el comportamiento de los técnicos encargados de desarrollar las actividades propias del mantenimiento, ya que el papel del personal calificado es esencial para un mantenimiento de alta calidad. El técnico calificado desempeña una función esencial en el mantenimiento. Existen diversos factores claves³⁹ con respecto al recurso humano que deben vigilarse de cerca con el

³⁷ Byars & Rue. Administración de recursos humanos. Interamericana. México, 1983. p. 8

³⁸ Koontz & Weihrich. Administración, una perspectiva global. McGraw-Hill. p. 410

³⁹ Duffuaa & Raouf & Campbell. Sistemas de mantenimiento, planeación y control. Limusa Wiley. México, 2002. p. 41, 275

fin de mejorar la calidad en el trabajo de mantenimiento, algunos de ellos se presentan a continuación:

- El tamaño de la fuerza de trabajo
- Nivel de destrezas
- Capacitación
- Motivación
- Actitud
- Ambiente de trabajo
- Formación y experiencia

En el área de mantenimiento es necesario que las personas tengan habilidades y conocimientos acerca del mismo, además de una actitud positiva hacia el trabajo, ya que serán ellos quienes se encargarán de detectar las condiciones potenciales de daño al equipo, de las fallas que existen en desempeño de diversas actividades de mantenimiento, y de problemas relacionados con la prioridad de dichas actividades y del tiempo en el que éstas son aplicadas, lo que a su vez ayudará a descubrir aquellas áreas de mejora en el mantenimiento de los equipos de la empresa.

PERFIL DEL RECURSO HUMANO DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

¿Qué es lo que realmente se requiere en una persona que se desempeñe en el área de mantenimiento? es una de las preguntas que el director o administrador general de la empresa debe resolver. A continuación se presentan algunos de los atributos más importantes que el encargado del área de mantenimiento o los técnicos que en ella laboran deben poseer⁴⁰.

1. Trabajar solos, sin necesitar de excesiva supervisión, es decir, confiable en el sentido en que es extremadamente difícil revisar que cada tarea de mantenimiento sea ejecutada correctamente, por lo que la Dirección debe confiar en que el trabajo este bien hecho.
2. Debe ser capaz de completar el papeleo de los trabajos de mantenimiento, así como de generar información que sea útil en la toma de decisiones para la Dirección.
3. Debe saber cómo analizar el historial de mantenimiento de cada uno de los equipos o de una determinada clase de ellos, con el fin de poder identificar los puntos débiles en el diseño del plan de mantenimiento, tomando en cuenta los problemas que en el pasado han surgido con los equipos.

⁴⁰ Levitt. Complete guide to preventive and predictive maintenance. Industrial Press. EUA, 2003. p.133-134

4. Debe tener una actitud proactiva, es decir, actuar de una forma que le permita predecir en vez de reaccionar ante una situación, es más bien un diagnosticador, no un reparador.
5. Debe ser capaz de detectar tempranamente las deficiencias de mantenimiento, lo que concederá mayor tiempo para planear acciones de mejora y ordenar materiales o refacciones faltantes, ayudando a prevenir un daño en el núcleo de los equipos que pudiera ser irreparable.
6. Debe tener una gran capacidad de concentrarse, ya que el trabajo de mantenimiento es un proceso en el que el tiempo para realizar las actividades es escaso, el hacer las cosas según lo planeado y reaccionar correctamente en caso de que existan contratiempos, requiere una alta concentración del personal en su trabajo.

Se han revisado entonces los conceptos básicos de una empresa, de mantenimiento y de la importancia que tiene el recurso humano en él. En la siguiente sección se explicará la propuesta metodológica que propone el presente trabajo.

CAPÍTULO 3: PROPUESTA METODOLÓGICA

En el presente capítulo se expondrá la metodología propuesta, la cual consta de las siguientes 8 etapas que serán explicadas a detalle.

1. Anuncio y campaña de educación acerca de la implantación de un SAM a todos los integrantes de la empresa
2. Designación de un responsable de mantenimiento por parte de la empresa
3. Establecimiento de un plan maestro de aplicación y objetivos del SAM
4. Estudio general de la planta y del proceso productivo
5. Diagnóstico del mantenimiento en el sistema productivo (reconocimiento y evaluación de los equipos)
6. Formulación del Plan – Programa de mantenimiento
7. Capacitación del personal de acuerdo al plan maestro de mantenimiento
8. Ejecución del PPM y optimización del SAM

Finalmente se presentará un cuadro comparativo de los distintos factores que intervienen en el sistema, para el caso en el que no existe ningún tipo de mantenimiento, comparado con aquel en donde la metodología se implante.

Hay que decir que el sistema desarrollado en el presente trabajo se encuentra íntimamente relacionado con la metodología que permite implementar el MPT en una empresa, la diferencia principal radica en que el MPT es un sistema que se implanta en una empresa que ya cuenta con un sistema de mantenimiento, aún cuando éste sea muy sencillo y se base simplemente en el estilo de mantenimiento preventivo. Es decir, que el MPT es en realidad un proceso de mejora continua de algún sistema de mantenimiento.

Así pues, la diferencia es clara, ya que como se explicó en un principio, este trabajo se ha desarrollado pensando en las necesidades de aquellas MES que no cuentan con ningún concepto de mantenimiento y mucho menos, un sistema que lo administre.

METODOLOGÍA PROPUESTA

La metodología que el presente trabajo propone se compone de 8 etapas, a continuación se describe cada una de ellas.

1. ANUNCIO Y CAMPAÑA DE EDUCACIÓN ACERCA DE LA IMPLANTACIÓN DE UN SAM A TODOS LOS INTEGRANTES DE LA EMPRESA

El primer paso a tomar es la notificación de la decisión de implantar un SAM, esto permitirá a los trabajadores de la empresa mentalizarse acerca del nuevo plan a seguir al mismo tiempo que los promueve a involucrarse en el nuevo proyecto. Este primer punto puede realizarse mediante una sesión muy breve en donde se les informe a los trabajadores la decisión del director o dueño de la MI, explicando a grandes rasgos la naturaleza del proyecto, los objetivos y la importancia de su trabajo para alcanzar un resultado exitoso.

Es importante aclarar que esto es necesario debido a que el recurso humano en este punto puede significar el posterior éxito o fracaso de la implantación del SAM, puesto que son ellos quienes tendrán que llevar a cabo la ejecución del plan y quienes tendrán que romper con sus paradigmas y viejas ideas. En ese sentido, la resistencia al cambio de los trabajadores o el miedo al mismo, podría provocar un escepticismo en el ambiente general de la empresa.

Al tratar de combatirlo, puede decirse que el empresario no tiene una tarea fácil, ya que es precisamente el recurso humano el más difícil de entender y manejar, pero debido a que son ellos quienes harán la diferencia con respecto a la competencia, y tomando en cuenta que el número de trabajadores es muy reducido, el empresario tendrá que asegurarse que cada uno de sus colaboradores ha entendido el objetivo que se persigue, los beneficios que traerá a la empresa (y consecuentemente a él mismo) y la importancia de su participación en el proyecto, logrando así, un compromiso real por parte de cada uno de los trabajadores.

Para lograrlo, el complemento a la simple notificación de la implantación del SAM, será una campaña educativa que permita ayudar a los empleados a conocer a fondo los objetivos, beneficios, la manera en que se ejecutará el SAM así como los resultados esperados.

Se elaborará primeramente un folleto informativo o un cuadernillo que el empleado pueda conservar para su posterior revisión y consulta acerca del programa a implantar.

Cuando este material esté listo, se repartirá un folleto a cada uno de los integrantes de la MI y se les pedirá que lo lean y lo analicen con detenimiento, para posteriormente realizar una reunión con todos los integrantes de la empresa, explicarles de manera general los puntos que se mencionan más abajo y poder responder las dudas que los empleados tengan al respecto.

- Qué es un SAM y los conceptos básicos de mantenimiento para la empresa. Qué significa SAM, significado y objetivos del mantenimiento en general.
- Qué implica la aplicación del SAM en la empresa. Modificaciones en la forma de trabajo, la explicación de algunas metodologías básicas que se usarán en el proceso, los cambios en la empresa para las diferentes etapas de la metodología, implicación del recurso humano.
- Los objetivos que se persiguen con su aplicación. Beneficios para la empresa y el colaborador, objetivos específicos.
- Un programa o agenda aproximada de las actividades que se irán realizando en sus respectivos tiempos (respecto al tiempo deben tomarse en cuenta las condiciones explicadas en la etapa tercera etapa). Dar a conocer a los empleados las fases en las que se irá implementará esta metodología.
- La importancia de su participación en el programa. Es sumamente importante que el trabajador reconozca el impacto potencial que pueda tener en el programa su participación activa y comprometida con el fin de que los objetivos planteados en un inicio puedan ser alcanzados.

A continuación se muestran los objetivos que se persiguen con este punto:

- Lograr que los empleados se involucren y se comprometan con el nuevo sistema a implantar.
- Promover un cambio de mentalidad entre los trabajadores con respecto a la cultura del mantenimiento industrial.
- Terminar con la resistencia al cambio de los trabajadores.
- Informar a los trabajadores acerca de las ventajas de implantar un SAM, de los beneficios que éste conlleva, así como de la importancia de su participación activa en el proceso.

2. DESIGNACIÓN DE UN RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO POR PARTE DE LA EMPRESA

Debido a que esta metodología está diseñada para ser aplicada en MIS, y tomando en cuenta que éstas cuentan con un número de empleados muy reducido, hablar de la creación de un gran departamento de mantenimiento resultaría una exageración y sería poco o nada redituable, destruyendo uno de los principales objetivos del presente trabajo. La adaptación que se realiza en este punto se debe en realidad al tamaño de la empresa y se diferencia principalmente en la complejidad que se presenta entre una micro y una gran empresa, en donde la creación de un departamento de mantenimiento sí resultaría necesaria.

Entonces, para efectos de esta metodología, únicamente se designará a un responsable del departamento de mantenimiento, el cual será el encargado de aplicar la presente metodología y quien debe principalmente:

- Conocer la operación de la empresa.
- Identificar los procesos, secuencias e interacciones de los equipos productivos de la empresa.
- Entender e implantar la presente metodología.
- Asegurarse de que tanto la operación como el control de mantenimiento es eficaz y eficiente.
- Lograr un cambio de mentalidad y de cultura respecto al mantenimiento.

En general, se puede identificar al potencial candidato porque es una persona que ha trabajado durante mucho tiempo en la empresa, lo que le ha dado amplia experiencia en el conocimiento de los equipos productivos, ha trabajado principalmente en el área de producción y conoce a fondo la forma en que opera la empresa; dichas cualidades le permitirán al encargado cumplir con las necesidades anteriores.

3. ESTABLECIMIENTO DE UN PLAN MAESTRO DE APLICACIÓN Y OBJETIVOS DEL SAM

Para efectos del presente trabajo, el plan maestro de aplicación es básicamente un documento en donde se muestre la planeación, desarrollo e implantación de la presente metodología, para lo cual se tendrá que realizar un mapa de avance donde se visualicen, con respecto a una línea de tiempo, las etapas de la metodología con sus respectivas actividades (tan específicas como la dirección considere necesarias), su avance, los responsables y los comentarios pertinentes con respecto a éstas.

En él se asignará a cada etapa del proceso un tiempo determinado de acuerdo a los requerimientos específicos de cada actividad y complejidad de la misma, este tiempo tendrá por supuesto un margen de error o ajuste, que estará finalmente determinado por el avance real en la implantación del SAM.

En este punto debe decirse que los tiempos presentados en el diagrama modelo son meramente una aproximación. A fin de poder estimar tiempos más acordes a la realidad de cada empresa, es importante que el responsable de mantenimiento conozca cada una de las etapas de la metodología, evalúe la carga de trabajo que representará para él y para todos los involucrados, así como la manera en que ésta se integrará a la carga de trabajo de la operación normal, teniendo en cuenta las condiciones particulares de la empresa, por ejemplo, considerar épocas especiales

del año como navidad o vacaciones, el número de equipos totales de la empresa, el conocimiento y disposición de la gente para participar activamente en el proceso, la posibilidad de realizar el trabajo de la metodología en un horario extra, etc., por supuesto que el compromiso y empuje por parte de la Dirección de la empresa será un factor determinante en la definición de estos tiempos.

En este caso el recurso a utilizar será la elaboración de un diagrama de Gant, con las respectivas adaptaciones, en el cual se presenten las actividades con cada uno de los conceptos mencionados anteriormente, a continuación (Figura 8. Plan Maestro de aplicación) se presenta un modelo que puede ser utilizado como base:

Etapa	Actividades	Responsable	% Avance	Comentarios	Enero	Febrero	Marzo	Abril
1					■			
2					■			
3					■	■		
4					■	■	■	
5						■	■	■
6						■	■	■
7						■	■	■
8							■	■
9							■	■

Figura 8. Plan Maestro de aplicación

La finalidad de tener este plan es crear un compromiso y apegarse al mismo, así como tener los elementos suficientes para poder evaluar su avance, desarrollo y cumplimiento.

En cuanto a los objetivos del SAM, éstos tendrán que definir a grandes rasgos qué es lo que el empresario pretende lograr al implantarlo, como directrices generales pueden tomarse:

- ➔ Conocimiento real y documentación de la operación de la empresa.
- ➔ Reducción de tiempos de paro de la maquinaria y de fallas inesperadas.
- ➔ Reducción de los defectos producidos por la maquinaria.
- ➔ Disminución de los costos por concepto de mantenimiento.
- ➔ Aumento de vida útil del equipo.
- ➔ Prevención de accidentes y aumento la seguridad industrial.

Las directrices mencionadas anteriormente permitirán al empresario definir sus objetivos tomando en cuenta su entorno, sus necesidades básicas y sus propias aspiraciones, con base en el firme conocimiento de las condiciones actuales de la empresa.

Para definir los dichos objetivos, se deben tomar en cuenta las siguientes características básicas:

- Ser precisos al explicar qué es lo que se pretende lograr con el plan, no divagar.
- Deben ser medibles en cuanto al tiempo, la cantidad y el presupuesto asignado.
- Deben ser reales, ya que de lo contrario generarán frustración al no poderse alcanzarse.

4. ESTUDIO GENERAL DE LA PLANTA Y DEL PROCESO PRODUCTIVO

Al hablar del estudio general de la planta y del proceso productivo, se hace referencia más concretamente a la elaboración de un diagnóstico general del proceso.

En este punto es necesario y sumamente útil hacer un diagrama del proceso productivo que se realiza en la empresa, en el que deberán verse reflejadas las acciones que se llevan a cabo así como las personas involucradas en cada una de las etapas del proceso, que en forma general podríamos presentar de la siguiente manera (Figura 9. Diagrama de proceso):

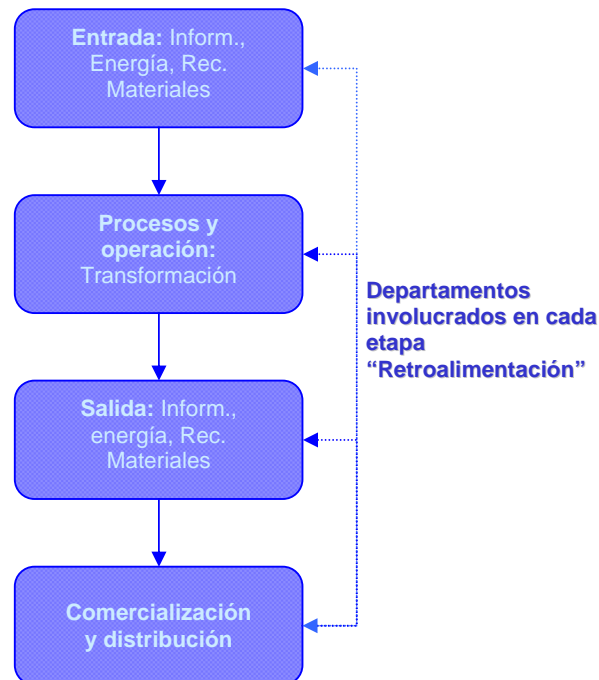


Figura 9. Diagrama de proceso

El diagrama debe contener cada una de las etapas y procesos por los que los insumos son sometido hasta la obtención del bien manufacturado, con el fin de asegurar que ningún recurso importante sea omitido de la evaluación y diagnóstico.

Al hablar de recursos es importante exponer una pequeña clasificación de los mismos, con el fin de que el empresario, pueda definir su naturaleza sin equivocación. Así pues los recursos generales de la empresa se dividen en tres, a continuación se presentan⁴¹ (Tabla 4. Tipos de recursos):

Tipo de recurso	Descripción
Equipo	Se le llama así a todo tipo de maquinaria: eléctrica, mecánica, tornos, prensas y vehículos, entre otras.
Instalaciones	Son los sistemas de generación, distribución y control de todo tipo de energía (eléctrica, térmica, hidráulica, lumínica, mecánica y neumática).
Construcciones	Son aquellos edificios, carreteras, vías férreas, acueductos, terrenos, etc., que sirven para el asentamiento y comunicación de la empresa.

Tabla 4. Tipos de recursos

5. DIAGNÓSTICO DEL MANTENIMIENTO EN EL SISTEMA PRODUCTIVO (RECONOCIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LOS EQUIPOS)

En esta etapa se realizará un reconocimiento general de los equipos vitales del proceso principalmente, así como una evaluación del estado de los mismos. Las actividades que deben desarrollar en este punto son:

A. Reconocimiento de los equipos del proceso.

Con base en la etapa anterior ahora es mucho más claro reconocer cuáles son aquellos equipos o maquinaria vitales en el proceso productivo. Por vitales entendemos que son aquellos que llevan a cabo directamente los procesos de transformación sobre el bien o la materia prima a manufacturar.

⁴¹ Dounce. La productividad en el mantenimiento industrial. CECSA. México, 1998. p. 58

Dicho lo anterior, podemos entonces clasificar los equipos en (Tabla 5. Tipos de equipo):

Tipo de equipo	Descripción ⁴²	Necesidades de mantenimiento ⁴³
Vitales	Son indispensables, su falta de actividad o mal funcionamiento ponen en peligro la operación de la empresa, en cuanto a las seguridad de las personas, la calidad en el servicio que brindan y los costos que esto puede significar, representan aproximadamente el 20 % del total de los equipos.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Rutinas de conservación programada muy exigentes. ➤ Mantenimiento predictivo (en tiempo real si es posible). ➤ Instalación de elementos redundantes. ➤ Planes contingentes (en caso de emergencia y que todas la demás medidas hayan fallado).
Importantes	Su paro causa molestias de importancia o costos de consideración, representan aproximadamente el 10 % del total de los equipos.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Rutinas de conservación programada normales. ➤ Planes contingentes. ➤ El mantenimiento predictivo y la instalación de elementos redundantes no es recomendable debido a su costo, pero sí una máquina de reserva.
Triviales	Su paro no tiene un impacto sustancial, son en general recursos de apoyo, representan aproximadamente el 70 % del total de los equipos. Siendo éstos los de menor importancia en nuestro proceso.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Rutinas de conservación programada normales.

Tabla 5. Tipos de equipo

Al hablar de elementos redundantes para los equipos vitales, el autor se refiere a mantener un equipo “igual” o equivalente al vital en funcionamiento, con el fin de aminorar las consecuencias en caso de que éste llegara a fallar. En el caso de los

⁴² Facultad de Ingeniería, “Especialización: Mantenimiento a equipo de instrumentación y control” (Apuntes), 2006, Facultad de Ingeniería.

⁴³ Dounce. La productividad en el mantenimiento industrial. CECSA. México, 1998. p. 124-125

equipos importantes recomienda tener un recurso equivalente para ponerlo en funcionamiento en caso de que el primero fallara, sin embargo es importante decir que cualquiera de las dos medidas de mantenimiento para este tipo de equipos resultaría muy costosa, debido a que usualmente la empresa opera con todos los equipos disponibles y el comprar uno más podría afectar considerablemente su operación.

B. Evaluación de los equipos.

Se evaluará entonces el estado de cada uno de los equipos definidos como vitales e importantes que intervengan directamente en el proceso de transformación de la materia prima en la producción.

Para llevar a cabo la evaluación se aplicará un análisis FODA (Fuerzas – Oportunidades – Debilidades – Amenazas), el cual se encargará de evaluar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en el aspecto del mantenimiento de dicho equipo o maquinaria. En la siguiente tabla (Tabla 6. Análisis FODA) se describe mejor la metodología a desarrollar en este punto:

FODA		
Concepto	Fuerzas	Oportunidades
Descripción	Son aquellos aspectos intrínsecos del equipo que puedan ser considerados como una ventaja competitiva del mismo.	Están definidas básicamente por las áreas de oportunidad del equipo, que puedan ser mejoradas con respecto a la competencia externa.
Concepto	Debilidades	Amenazas
Descripción	Son aquellos aspectos intrínsecos del equipo que representen una desventaja en cuanto al proceso productivo.	Se encuentran definidas por el mercado externo, y son todos aquellos aspectos que pudieran poner en desventaja al equipo frente a otros.

Tabla 6. Análisis FODA

El análisis anterior servirá al empresario para evaluar las necesidades de la empresa en cuanto al equipo con el que actualmente trabaja y tomar las medidas necesarias para que la empresa cuente con la tecnología necesaria para su operación. Es muy probable que encuentre muchos de los equipos con contables debilidades y amenazas, pero es importante que ubique la situación de la empresa. No es necesario

que la MI cuente con la más alta tecnología, ni que tenga que invertir en nuevos y mejorados equipos, lo más importante en este punto es que la dirección pueda explotar las fortalezas de equipo con el que cuenta, así como reconocer las oportunidades que sus competidores le brindan, obteniendo de ello el mayor provecho.

C. Documentación de las necesidades de mantenimiento de los equipos (en manuales y con base en el conocimiento y la experiencia de los operadores).

Tomando en cuenta las necesidades de mantenimiento presentadas en la tabla de equipos, con base en el conocimiento y la experiencia de los trabajadores que operan los equipos, apoyados en los manuales de operación de los mismos, se determinarán las necesidades de mantenimiento de cada uno de los equipos, los datos relevantes que debe contener este punto son:

➤ Un historial de averías e incidencias.

Se generará para cada equipo su historial propio, retroactivo hasta donde sea posible, esto permitirá al empresario conocer la situación de la maquina en caso de que exista una falla, es decir, la última vez que sucedió, las actividades que se llevaron a cabo para solucionarla, el tiempo que tomó resolver el problema, los inconvenientes que esta causó, etc.

Este trabajo no tiene que verse de una manera agobiante, si bien debe de realizarse viendo hacia atrás, no es necesario que los trabajadores recuerden cada vez que se llevo a cabo alguna reparación sobre el equipo, este será sólo un precedente para posteriores acciones. A continuación (Figura 10. Historial de averías e incidencias) se presenta un modelo básico para la recopilación de la información⁴⁴. Es muy probable que éste no pueda ser completado en su totalidad para los trabajos efectuados anteriormente, pero deberá ser debidamente llenado de ahora en adelante.

Fecha	Mantenimiento efectuado	Tiempo muerto y hrs. de producción perdida	Responsable de mano de obra	Refacciones y materiales	Costo de mano de obra	Costo de refacciones y materiales	Observaciones	Próxima fecha programada y prioridad

Figura 10. Historial de averías e incidencias

⁴⁴ Adaptado de: Duffuaa & Raouf & Campbell. Sistemas de mantenimiento, planeación y control. Limusa Wiley. México, 2002. p. 58

➔ Descripción de las actividades de mantenimiento y mediciones importantes

En este punto deberá analizarse el manual de equipo que el fabricante proporciona, con el fin de que ningún punto importante sea omitido, así como la experiencia y los conocimientos del personal experto.

Se considerará cualquier necesidad de mantenimiento del equipo, es decir, las mediciones y pruebas predictivas y/o preventivas que puedan realizarse sistemáticamente al equipo y que permitan reconocer si éste necesita alguna tarea de mantenimiento; y en caso de que exista una falla o paro del equipo las acciones que formarán parte del plan contingente.

En el caso de las medidas o tecnologías predictivas, será importante hacer un análisis acerca de si es o no posible llevarlas a cabo debido al costo que pudieran representar para la empresa y el beneficio que otorgarían a cambio. En ese sentido sería muy conveniente que la Dirección evalúe las necesidades de sus equipos y analice la opción de contratar el servicio con un proveedor externo, tratando de programar al mismo tiempo este tipo de intervenciones en diferentes equipos con el fin de reducir el costo del mismo. A este respecto es también importante decir que la Dirección de la empresa debe evaluar las implicaciones del servicio externo en diversos sentidos, poniendo especial atención al recurso humano, ya que muchas veces la integración de personas externas con el personal interno puede causar conflictos e ineficiencias, tal vez el equipo subcontratado no conozca las rutinas, el equipo o los procedimientos y normas de trabajo, etc., lo que al final resultaría contraproducente y perjudicial para la empresa⁴⁵.

Deberá definirse una lista de puntos de comprobación importantes para cada equipo y las pruebas necesarias para llevar a cabo su medición (por ejemplo: niveles de lubricante, desgaste, engrasado, filo, presión, temperatura, voltaje, peso, calibración de otros sistemas del equipo, sistemas de filtración y filtros del equipo, sean de aire, agua, lubricantes o combustibles, transmisiones, cadenas, rodamientos, correas de transmisión, etc.), de la misma manera deberán especificarse sus valores, tolerancias y la periodicidad de comprobación, en horas, días, semanas, etc.; así como las acciones necesarias al llegar cuando se presenten determinadas condiciones para cada uno de los puntos de comprobación. Esta última parte es en realidad la definición de las actividades planteadas al inicio de este punto, por lo que se puede decir que en realidad lo que debe de hacerse es alinear o dar un precedente a cada actividad a realizar.

⁴⁵ Duffuaa & Raouf & Campbell. Sistemas de mantenimiento, planeación y control. Limusa Wiley. México, 2002. p. 186-187

La tabla que se presenta a continuación (Figura 11. Lista de puntos de comprobación) puede ser un ejemplo de ayuda en la organización de los puntos anteriores:

Equipo	Responsable	Fecha	Acción	Condición	Medida	Acciones
Equipo 1: Sistema Hidráulico	Operador	Semanalmente	Inspeccionar / Ajustar	Presión	2500 Pa +- 50 Pa	Definir distintas acciones para distintos niveles.
Equipo 2: Rodamientos de motor	Responsable de mantenimiento	Mensualmente	Tomar lectura	Vibración	Banda octava con respecto a la línea básica	Definir distintas acciones para distintos niveles.
Equipo 3: Motor reductor	Operador	Diariamente	Lubricar	Nivel de la varilla de inmersión	Llenar hasta indicador máximo con aceite 10 W 40	Definir distintas acciones para distintos niveles.
Equipo 4: Motor reductor	Técnico externo	Semestralmente	Verificar	Presión del aceite	Reemplazar el filtro de aceite con P-OF-4201-86 si dp> 10 Pa	Definir distintas acciones para distintos niveles.
Equipo 5	etc.	etc.	etc.	etc.	etc.	etc.
Equipo 6						
Equipo 7						
Equipo 8						

Figura 11. Lista de puntos de comprobación

Ahora bien, al hablar del plan contingente, se hace referencia únicamente a los equipos identificados como vitales y hay que tener en mente que se debe emplear solamente personal muy capacitado (en este caso el responsable de mantenimiento, o un técnico especializado en caso de que así se requiera), ya que en este punto, el diagnóstico de la causa que esta originando el problema debe ser acertado, con el fin de que su reparación sea igualmente atinada, lo que difiere de los trabajos programados en los que se han previsto el tiempo y los recursos para realizarlos.

Debe entonces elaborarse un plan contingente para cada uno de los equipos vitales, el cual deberá tener en cuenta los siguientes aspectos⁴⁶:

1. Nombre del plan y datos del equipo.
2. Responsable de llevarlo a cabo
3. Objetivo del plan, es decir, una descripción de la problemática a resolver con el plan, y los precedentes que pudieran ser útiles para comprenderla.
4. Procedimiento general de acción y políticas que se observarán durante su desarrollo.

⁴⁶ Adaptado de: Dounce. La productividad en el mantenimiento industrial. CECSA. México, 1998. p. 159

➔ Frecuencia de dichas actividades y tiempo estimado

Está será determinada de igual manera por el manual de operación y la experiencia de los operadores expertos. El tiempo deberá estimarse desde la preparación de la máquina hasta que el equipo esté de nuevo en marcha, con las medidas que pudieran ser necesarias anteriores a ésta.

➔ Recursos necesarios

Se deberán determinar los recursos que se necesitarán para llevar a cabo cada actividad de mantenimiento, para tal efecto deberán considerarse diversos conceptos, por ejemplo: equipo adicional, refacciones, herramientas, personal necesario de la empresa o especializado, etc.

➔ Pautas que experimentalmente pueda dar el equipo antes de que haya dejado de funcionar

Si bien es posible apoyarse en el manual de operación del equipo para la realización de este punto, éste será mayormente un análisis por parte del personal experto y de los operadores de los equipos, el objetivo de esta parte será tener el precedente de alguna señal de falla inminente, de manera que la reparación pueda planearse, programarse y llevarse a cabo, o en caso extremo, de que al menos se tenga tiempo de detener el equipo antes de que suceda la falla y pueda acarrear consecuencias más graves en la operación o en el costo que pudiera generar.

Esto con el fin de que antes de la utilización de pruebas o tecnologías predictivas o preventivas, el personal de mantenimiento o los propios operadores se acostumbren a confiar en sus propios sentidos⁴⁷: tacto (temperatura, vibración, desgaste); olfato (temperatura, contaminación); vista (vibración, temperatura, alineación); oído (ruido, vibración, desgaste); gusto (contaminación).

Debe considerarse que los últimos tres puntos deberán definirse para cada una de las actividades de mantenimiento a realizar, con el fin de que se encuentren correctamente agrupadas cuando sea necesario revisarlas con detalle para efectos de los trabajos de mantenimiento.

⁴⁷ Duffuaa & Raouf & Campbell. Sistemas de mantenimiento, planeación y control. Limusa Wiley. México, 2002. p. 82

➤ Un manual mínimo de buen uso

Asimismo, deberá crearse un manual mínimo de buen uso para los operarios de la máquina, que incluya las diferentes pautas a las que el operario tendrá que estar atento, el paso a seguir de manera general (tal vez la notificación al responsable de mantenimiento en la empresa o la acción en caso de que se pudiera presentar una falla grave), las medidas preventivas mínimas de la máquina, así como la limpieza del equipo y del espacio cercano.

Es de suma importancia que dicha documentación se lleve a cabo de manera minuciosa, ya que ésta, servirá como base para la creación del Plan – Programa de mantenimiento de la siguiente etapa.

6. FORMULACIÓN DEL PLAN – PROGRAMA DE MANTENIMIENTO (PPM)

El PPM se define para efectos del presente trabajo como una descripción detallada de todos aquellos elementos asociados al mantenimiento a realizarse en un equipo, es decir, la planeación en sí de la actividad de mantenimiento, llámense tareas de mantenimiento, paros programados del equipo, tiempos previstos para el mantenimiento, acciones de mantenimiento predictivo, en caso necesario entrada de un plan contingente, etc., así como la planeación y programación de los recursos que puedan necesitarse para llevarlo a cabo, explicando las acciones, secuencias, plazos y tiempos de mantenimiento, así como los materiales y refacciones a utilizar.

Así pues, en esta etapa de la metodología la actividad principal será la programación como tal de las actividades que tendrán que llevarse a cabo con el fin de proveer al equipo del mantenimiento necesario para su operación,

Para comenzar con la elaboración del PPM se tomará como base la información recolectada en la “Documentación de las necesidades de mantenimiento de los equipos” de la cuarta etapa. A continuación de manera general se definirán tres pasos para la realización de esta etapa.

Paso 1: Planeación y programación del mantenimiento

El primer paso, será planear y programar las actividades de mantenimiento y las pruebas necesarias para la medición de los puntos de comprobación definidos en la etapa anterior.

Para lo anterior será de suma utilidad contar con un tablero de control para dichas actividades, en él, deberán visualizarse el momento en el que deben de

realizarse las actividades y pruebas para cada uno de los equipos, la prioridad, el responsable y de ser posible los resultados de las mediciones, es importante que dicho tablero este a la vista de todo el personal que labora en la empresa, con el fin de crear un mayor compromiso hacia el programa.

De igual manera, como base para cualquier referencia posterior, el historial del equipo deberá contener un registro debidamente llenado de los resultados de las actividades y pruebas, y de ser el caso, las medidas correctivas tomadas. Es importante registrar cada actividad o prueba en el historial con objeto de que la próxima sea programada en el tablero de control, de esta manera, los trabajadores se habituarán a realizarlo de esta manera, lo que a largo plazo más que parecerles un trabajo extra, será simplemente la manera “usual” de operar en la empresa.

Para visualizar la prioridad de las actividades se recomienda colocar el número de código al inicio de la descripción de cada una de ellas. A continuación (Tabla 7. Prioridad de trabajos de mantenimiento) se presenta una tabla que puede ser utilizada como base⁴⁸, o pueden definirse prioridades diferentes de acuerdo a las necesidades y características de los equipos de cada empresa.

Prioridad		Marco de tiempo en que debe comenzar el trabajo	Tipo de trabajo
Código	Nombre		
1	Emergencia	El trabajo debe comenzar inmediatamente.	Trabajo que tiene un efecto inmediato en la seguridad, el ambiente, la calidad o que parará la operación.
2	Urgente	El trabajo debe comenzar dentro de las próximas 24 horas.	Trabajo que probablemente tendrá un impacto en la seguridad, el ambiente, la calidad o que podrá parar la operación.
3	Normal	El trabajo debe comenzar dentro de las próximas 48 horas.	Trabajo que probablemente tendrá un impacto en producción dentro de una semana.
4	Programado	Según está programado.	Mantenimiento preventivo y de rutina; todo el trabajo programado.
5	Aplazable	El trabajo debe comenzar cuando se cuente con los recursos o en el periodo de un paro.	Trabajo que no tiene un impacto inmediato en la seguridad, el ambiente, la calidad o las operaciones de producción.

Tabla 7. Prioridad de trabajos de mantenimiento

Se vuelve entonces de suma importancia que el empresario junto con el responsable de mantenimiento en este punto definan el tiempo que se abarcará en el tablero de control, una medida “sencilla” sería de acuerdo a los lapsos de tiempo más comunes entre prueba y prueba para los diferentes equipos. Por ejemplo si existe alguna medición que deba realizarse cada 3 semanas, tal vez el tablero podría abarcar un lapso de tiempo de 6 semanas, la desventaja que este método presenta es que es probable que se pierda de vista la actividad a realizar para aquel equipo en el que el

⁴⁸ Duffuaa & Raouf & Campbell. Sistemas de mantenimiento, planeación y control. Limusa Wiley. México, 2002. p. 200

lapso entre pruebas sea mayor al definido. Otro criterio valioso y probablemente el más acertado, sería tomar el tiempo máximo entre una actividad y otra de algún equipo, de esta manera se tendrá siempre visible la próxima actividad a realizar en cada uno de los equipos. Para el tablero de control, un simple pizarrón puede ser la opción ideal, y al mismo tiempo ofrece la ventaja de borrar la primera parte del tablero para continuar con la secuencia de las actividades, por lo que ninguna podrá perderse de vista, no obstante, es el tablero de control debe de documentarse y debe tenerse un registro impreso de dichas actividades. A continuación se presenta un modelo básico para dicho tablero (Figura 12. Tablero de control).



Figura 12. Tablero de control

Siempre que sea posible, se deberán agrupar las distintas acciones de mantenimiento preventivo que requieran la parada del equipo o máquina, aunque los plazos no sean exactos, adelantando un poco los más alejados (por ejemplo, si el fabricante establece la comprobación de presión de un elemento cada 30 días, se puede programar cada 28, para coincidir con otras tareas preventivas de plazo semanal: 7 x 4 semanas = 28 días).

Paso 2: Ajuste de plazos para pruebas

Es posible que al principio de la definición de los plazos se establezcan ciertos tiempos que al ser llevados a la práctica no sean los ideales, en ese sentido conforme avance la operación de la programación propuesta en el paso anterior se ajustará el tiempo entre pruebas.

En caso de que no se tenga una idea muy clara de cómo definir los lapsos de tiempo se sugiere ir comenzando con plazos cortos, analizando resultados hasta alcanzar los plazos óptimos. Esto permitirá establecer los plazos exactos de limpieza, pruebas y/o sustitución de los diferentes componentes del equipo. No debe perderse

de vista que estos parámetros dependerán mucho de las condiciones de trabajo. Por lo tanto, no tomar esos plazos máximos como los normales para la intervención, sino calcular esa intervención (limpieza, pruebas, sustitución de piezas, actividad de mantenimiento) en función del comentario de los operadores, la experiencia del responsable de mantenimiento, incidencias anteriores, etc.

Existen entonces tres posibilidades, que el lapso de tiempo propuesto inicialmente se haya mantenido, que se hay encontrado un lapso más largo o que el lapso haya disminuido, en los primeros dos casos el ajuste puede no ser tan necesario debido a que a final de cuentas las pruebas están realizándose dentro del tiempo límite, sin embargo para el último caso, es muy importante que se encuentre en el menor tiempo posible el lapso óptimo, en caso contrario, podrían generarse efectos adversos en el equipo.

Paso 3: Consideración del inventario

A partir de la programación y ajustes hechos en los pasos anteriores, se creará un listado de accesorios, repuestos y recambios para el equipo, valorando el disponer siempre de un inventario mínimo requerido para llevar a cabo las actividades de mantenimiento y la actividades consideradas en los planes contingentes.

A continuación se presenta una breve descripción de aquello que se deberá considerar como mínimo en el inventario: refacciones, existencias de mantenimiento normal y herramientas⁴⁹.

Refacciones

Éstas se almacenan a fin de minimizar el tiempo muerto del equipo, deben considerarse las distintas implicaciones para cada una de las siguientes categorías:

1. Piezas relativamente caras.
2. Piezas especializadas para emplearse en un número limitado de máquinas.
3. Refacciones que tienen tiempos de entrega mayores que la demanda normal.
4. Refacciones que tienen una rotación lenta.
5. Refacciones críticas, cuya falta de disponibilidad podría causar un costoso tiempo muerto o tener un efecto negativo en la seguridad.

⁴⁹ Duffuaa & Raouf & Campbell. Sistemas de mantenimiento, planeación y control. Limusa Wiley. México, 2002. p. 234-235

Debe tenerse en cuenta que las refacciones sólo se almacenan cuando los riesgos de no contar con ellas sobrepasan el costo total de tenerlas en existencia durante un periodo determinado.

Existencias del mantenimiento normal

Comprenden los elementos que no tienen un uso especializado, pero que tienen un requerimiento definido y una rotación corta. Algunos ejemplos son: rodamientos que se utilizan comúnmente, tuberías y accesorios, cables eléctricos, interruptores, madera, pernos, varillas para soldar, etc. La decisión acerca de qué cantidad debe tenerse en existencia y cuando ordenarlas, es mucho más simple que las anteriores, pero siempre deberá analizarse con detenimiento.

Herramientas

Generalmente comprende herramientas de propósito especial, que se entregan en préstamo siempre que se necesita realizar alguna actividad de mantenimiento más especializado que así las requiera.

En este punto es importante que el empresario evalúe la relación que la empresa mantienen con sus proveedores específicamente de los componentes necesarios para las actividades de mantenimiento, no es necesario que la empresa cuente con cientos de refacciones o con un inventario exagerado para cubrir cualquier anomalía, tampoco lo es que su inventario este en cero, o que deba de permanecer en una medida fija como: "Stock para un plazo temporal 2 veces el plazo de entrega del fabricante", más bien, debe tenerse un nivel que permita al empresario operar de manera segura en cuanto a los recursos necesarios para llevar a cabo las tareas programadas o en cuanto a alguna falla que pudiera surgir, sin que ello afectara de manera importante el costo que dicho inventario generaría para la empresa. Lo verdaderamente importante en este punto es la relación y el desarrollo de los proveedores con la empresa, siempre tomando en cuenta la operación y las necesidades de los mismos, por ejemplo: épocas especiales como vacaciones, feriados, etc.

Si en la empresa no disponen de un software de mantenimiento, pueden crearse aplicaciones simples pero efectivas con programas de bases de datos y hojas de cálculo, que permitirán tener una ficha del equipo, con sus incidencias, paradas, averías, soluciones, repuestos usados, etc. Cuantos más datos se recojan y se plasmen en la documentación de los equipos, el PPM será mucho más efectivo.

7. CAPACITACIÓN DEL PERSONAL DE ACUERDO AL PLAN MAESTRO DE MANTENIMIENTO

Así como al inicio de la metodología se realizó una breve campaña educativa acerca de la importancia y alcance del mantenimiento, en este punto es importante la capacitación de cada uno de los trabajadores que se encontrarán participando directa e indirectamente en la ejecución del plan maestro de producción para poder lograr su correcta aplicación. Como guía básica, a continuación (Tabla 8. Capacitación de personal) se describe en qué áreas es necesario capacitar a qué personal:

Personal	Área y actividades
Responsable del área de mantenimiento	Es necesario que primeramente reciba una capacitación de tipo administrativo: manejo de manuales, aplicación del proceso administrativo al área de mantenimiento, manejo y control de personal, etc., todo esto para que estén preparados al tener que administrar el SAM así como el recurso humano que en él participe.
Operadores del equipo	Deben recibir una capacitación que les permita identificar los problemas que pueda tener la maquinaria, las señales para detectarlos, así como con respecto a los tiempos de mantenimiento del equipo que operan, a fin de que sean ellos mismos quienes promuevan el mantenimiento preventivo del equipo.
Personal de mantenimiento	Se les debe impartir una capacitación específica con respecto a cómo debe realizarse el mantenimiento de cada uno de los equipos, las medidas de seguridad que se deben tomar, las herramientas específicas a utilizar, las refacciones correctas, así como para identificar aquellos problemas que no puedan ser resueltos por ellos mismos, y en cuyo caso puedan canalizar el problema hacia la persona indicada (usualmente técnicos externos por parte del proveedor de la maquinaria).
Personal de la planta en general	En este punto debemos ligar a cada uno de los departamentos presentes en la organización, para que las actividades de mantenimiento no interfieran con las de cada uno de ellos, desde la simple interacción física con la maquinaria o el lugar de trabajo en general hasta la interacción con su área de negocio.

Tabla 8. Capacitación de personal

En cuanto a la capacitación a los operadores de los equipos es importante que conozcan y entiendan perfectamente qué es lo que se persigue con la implantación del SAM. A muy grandes rasgos un objetivo fundamental de éste es mejorar la efectividad del equipo, para comprender lo anterior es necesario plasmar en el material de capacitación los conceptos que ayuden al trabajador a explicarse cómo es que esto se logra.

A continuación se presenta una adaptación de las 6 grandes pérdidas que el MPT se propone eliminar⁵⁰, con las respectivas consideraciones al caso específico de las MIS. Primeramente es necesario decir que el punto focal del MPT, es aumentar la eficiencia del equipo y mantenerla en dicho nivel, lo que puede lograrse al entender los diferentes tipos de pérdidas y diseñando medios para eliminarlas⁵¹, las cuales serán explicadas brevemente.

1. Pérdidas por averías

Existen dos tipos: las averías de pérdida de función, las cuales se detectan fácilmente ya que son esporádicas y dramáticas ya que el equipo se para por completo; las segundas son las averías de función reducida, las cuales permiten que un equipo siga funcionando pero a un nivel de eficacia menor. Con el fin de disminuir ambos tipos de averías se deben realizar las siguientes acciones:

- Impedir el deterioro de cada pieza, ya que éste afectará a su vez a otras y se producirá una reacción en cadena que finalmente terminará en avería, lo que acorta la vida del equipo.
- Deben mantenerse 3 condiciones básicas del equipo: limpieza, lubricación y apretado de pernos, las cuales de no mantenerse igualmente generarán efectos negativos en cadena.
- Deben seguirse las condiciones correctas de operación, el hacer que un equipo se “esfuerce” para operar bajo condiciones que sobrepasan los límites especificados en el manual de operaciones, es simplemente pedir para que una avería ocurra.
- Debe de mejorarse la calidad en los trabajos de mantenimiento, lo cual puede lograrse aumentando el conocimiento técnico de la persona que realiza dicho trabajo, con el fin de evitar que sucedan averías en elementos que recientemente han sido sometidos a actividades de mantenimiento.
- Debe buscarse y procurarse encontrar la verdadera raíz de los problemas con el fin de que el trabajo de reparación sea algo más que una medida transitoria, evitando realizar el trabajo de manera apremiante para poner los

⁵⁰ Shirose. TPM para mandos intermedios. Productivity Press. EUA, 1992. pp. 37-49

⁵¹ Duffuaa & Raouf & Campbell. Sistemas de mantenimiento, planeación y control. Limusa Wiley. México, 2002. p. 365-366

equipos en marcha con la mayor rapidez posible sin conocer las causas de la avería.

- Debe aprenderse lo máximo posible de cada avería que se presente, estudiar sus causas, condiciones preexistentes y los métodos utilizados para su solución, con el fin de evitar que vuelva a ocurrir.

2. Pérdidas por preparación y ajustes

Se presentan usualmente cuando un equipo se detiene después de fabricar cierto producto para comenzar a producir otro diferente, pero lo que es importante entender que existen ajustes inevitables, pero que en realidad la mayoría de ellos pueden disminuirse considerablemente. En caso de que esta situación pueda presentarse en la MI, deberán tenerse en cuenta las siguientes medidas:

- Deben eliminarse los ajustes necesarios debidos a una acumulación de errores pequeños de precisión, cada ajuste debe hacerse de manera correcta para evitar esta situación.
- A su vez deben eliminarse los ajustes que se hacen necesarios cuando los estándares no son consistentes, para lo cual es necesario revisar la precisión del montaje de los equipos y de las herramientas, así como la estandarización de las herramientas para medir y cuantificar los procedimientos de trabajo.

3. Pérdidas por tiempos muertos y paradas menores

A diferencia de otras averías, la inactividad y paradas pequeñas son el resultado de problemas transitorios en el equipo, por ejemplo, una pieza atascada en una tolva o un sensor que simplemente para temporalmente un equipo y que tan pronto como alguien hace algo para solucionar el problema el equipo vuelve a la operación normal, para eliminarlos en lo posible es necesario tomar las siguientes medidas:

- Debe de observarse cuidadosamente qué es lo que pasa al ocurrir la avería, con el fin de deducir las condiciones bajo las que ocurren los hechos y poder tomar las medidas correctivas, así como corregir los defectos leves en el equipo.
- El equipo debe mantenerse operando en las condiciones óptimas, revisar el montaje de los equipos puede ser de gran ayuda en este punto.

4. Pérdidas por velocidad reducida

Estas pérdidas ocurren cuando hay una diferencia entre la velocidad de operación teórica y la real, esto sucede a menudo cuando la maquinaria trabaja a

velocidades menores porque la velocidad teórica produce defectos de calidad o problemas mecánicos. Para poder reducirlas deben de analizarse detenidamente los siguientes conceptos:

- La definición de la velocidad de operación para cada producto que se elabore en un equipo.
- Debe poder alcanzarse la velocidad teórica, y en su defecto, analizar los problemas que surgen al operar con dicha velocidad para encontrar la solución más óptima.

5. Pérdidas por defectos de calidad del proceso y retrabajos

Se refieren a los defectos de calidad y la repetición de trabajos para recuperar la calidad de los productos, en ese sentido deben analizarse tanto aquellos defectos que ocurren esporádicamente como aquellos que se han vuelto crónicos, para lo anterior debe tomarse en consideración lo siguiente:

- Deben buscarse minuciosamente las causas de los defectos bajo las condiciones actuales de operación.
- Deben revisarse las causas de defectos pequeños, los cuales muchas veces pueden estar escondidos dentro de otros factores causales.

6. Pérdidas de arranque: entre la puesta en marcha y la producción estable

Ocurren debido al rendimiento reducido entre el momento de arranque de máquina y la producción estable. Muchas veces son difíciles de identificar y su alcance varía según las condiciones de cada proceso, pero pueden verse en el momento en que se pone en marcha una máquina después de haberle dado mantenimiento, o en ocasiones en que esta se detiene para cambiar el tipo de productos que está fabricando.

Una técnica que en este punto puede ser de mucha utilidad es la técnica SMED (Single Minute Exchange of Die)⁵² o Reducción de los tiempos de puesta en marcha, la cual en este caso puede ajustarse a la ME al hacer un análisis simple de 2 tipos de actividades: aquellas que pueden realizarse mientras la máquina está en operación y las que tengan que realizarse mientras se encuentre parada, mejorando los procesos de ambos tipos de actividades.

⁵² Jiménez, Ugalde & Tornos. Reducción del Tiempo de cambio. Lean Manufacturing. España, 2005. pp. 62-63

8. EJECUCIÓN DEL PPM Y OPTIMIZACIÓN DEL SAM

Es aquí donde finalmente se pone a prueba todo el trabajo realizado previamente, en este punto es donde se implementará el SAM. A partir de este momento los trabajadores cambiarán realmente su forma de realizar el trabajo⁵³.

La última etapa de la metodología puede segmentarse en 4 fases, las cuales se presentan a continuación (Figura 13. Fases de ejecución del PPM y optimización del SAM):

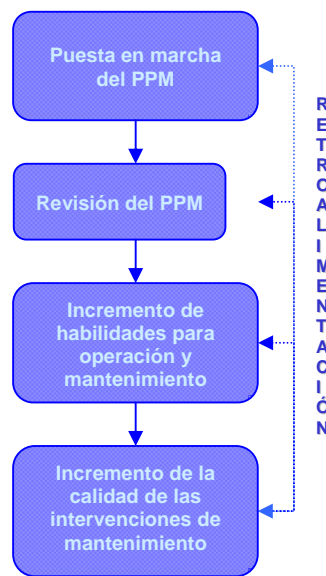


Figura13. Fases de ejecución del PPM y optimización del SAM

La primera etapa se refiere a la iniciación de las operaciones desarrolladas en el PPM, es decir de las nuevas actividades que se llevarán a cabo para asegurar la efectividad y disponibilidad de los equipos y en general los objetivos planteados en un inicio. Aquí iniciará el mantenimiento real de los equipos, todo esto apoyado en el cambio cultural al interior de la empresa, con respecto al mantenimiento, la seguridad, el cambio en general en la organización y la mutua colaboración entre cada uno de los departamentos de la empresa.

En la segunda etapa se realizará una evaluación básica de las actividades de mantenimiento que hasta el momento se han puesto en marcha, es necesaria su descripción, el estado de la actividad si aún se está realizando o su resultado en caso

⁵³ Pérez Camacho Alejandro, Tesis: "Mantenimiento Productivo Total: Teoría y Aplicación", 2003.

de que haya sido terminada, para con base en esto poder hacer una revisión de aquellas actividades que no hayan llegado a su fin satisfactoriamente.

La tercera y cuarta etapa se realizarán con base en la anterior, donde básicamente se propondrán acciones que mejoren la ejecución de las mismas para que al realizarse en el futuro arrojen un resultado exitoso. La primera se realizará con base en las aptitudes en sí de los trabajadores que llevan a cabo dichas actividades, esto quiere decir aumentar, mejorar o proveerle un enfoque diferente de capacitación. En la segunda parte se hace referencia a un proceso de mejora continua de las actividades, lo que con el tiempo permitirá lograr niveles mucho más altos de efectividad del equipo.

La capacitación en la empresa debe ser de ahora en adelante un elemento que ayude al empresario a impulsar el desarrollo del negocio, en ese sentido es necesario que periódicamente se revise el programa de capacitación con el fin de que pueden tomarse nuevas acciones que mejoren las habilidades y conocimientos de los trabajadores. A continuación (Figura 14. Actividades de capacitación en mantenimiento) se presenta un esquema muy breve que ayude al empresario a tomar nuevas decisiones al respecto⁵⁴.

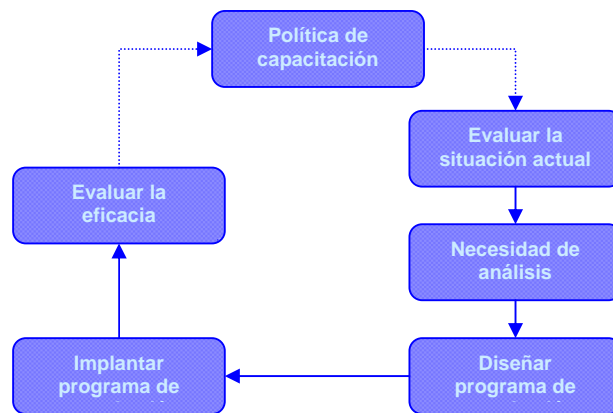


Figura 14. Actividades de capacitación en mantenimiento

Ahora bien, la optimización del SAM, tiene que ver con la mejora continua del sistema completo. Es decir que se debe realizar una evaluación integral del SAM en todos sus aspectos, desde simplemente de las actividades de mantenimiento a los equipos hasta su repercusión en el recurso humano en la empresa. Este análisis permitirá identificar las áreas potenciales de mejora e invariablemente impulsará el desarrollo de la empresa.

⁵⁴ Duffuaa & Raouf & Campbell. Sistemas de mantenimiento, planeación y control. Limusa Wiley. México, 2002. p. 329

A continuación (Figura 15. Diagrama básico de mejora continua para los sistemas de mantenimiento) se presenta un diagrama básico de mejora continua para los sistemas de mantenimiento⁵⁵.

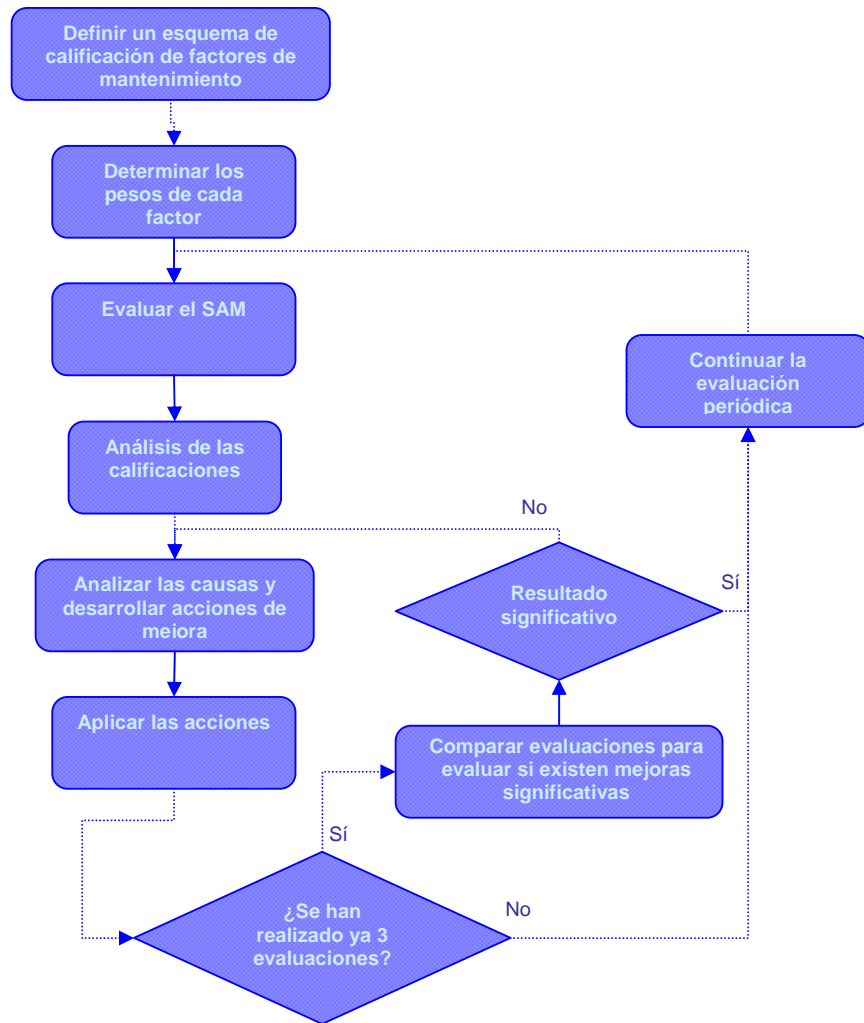


Figura15. Diagrama básico de mejora continua para los sistemas de mantenimiento

En resumen:

Al hablar de los factores de mantenimiento se está haciendo referencia a conceptos que pueden variar entre una empresa y otra, así que éstos dependerán de cómo sean definidos por la dirección, como ejemplo se tienen:

- ➔ Organización y personal.

⁵⁵ Adaptado de: Duffuaa & Raouf & Campbell. Sistemas de mantenimiento, planeación y control. Limusa Wiley. México, 2002. p. 341

- Productividad de la mano de obra.
- Capacitación de los trabajadores en general.
- Capacitación de los operadores.
- Motivación y compromiso.
- Control del presupuesto.
- Planeación y programación del mantenimiento.
- Control de inventario de mantenimiento.
- Medición de puntos de comprobación.
- Actividades de mantenimiento.
- Medición del trabajo.
- Información.

Debe diseñarse un esquema que permita evaluar cada factor que se decida medir para el SAM y definir la importancia que tienen, para poder entonces analizar cuáles son aquellos factores que son de mayor importancia en el proceso y que consecuentemente representan un costo mayor al sistema.

Se hará la evaluación y se analizarán las calificaciones obtenidas con el fin de poder desarrollar acciones de mejora para aquellos factores para los que se consideren necesarias, se implementarán las acciones y se realizarán 3 evaluaciones consecutivas en un lapso de tiempo definido. Posteriormente se analizarán las 3 evaluaciones juntas, lo que permitirá definir si se ha presentado o no una mejora significativa entre ellas.

En caso afirmativo, se continuará con las evaluaciones periódicas del sistema, de lo contrario se analizarán de nuevo las causas que generaron una “mala” calificación en cada uno de los factores para desarrollar nuevos planes de acción.

Cabe mencionar que la herramienta presentada anteriormente le permite al empresario no sólo medir la efectividad del SAM, sino que al ser aplicable en todas las áreas de la empresa puede ayudarlo a mejorar la operación de la totalidad de la organización.

Ahora bien, como parte de las acciones para la mejora continua del sistema se propone la utilización de la herramienta de las 5S's, ya que es de vital importancia que los trabajadores de la empresa operen de una manera estandarizada, la siguiente sección deberá ser presentada a cada una de las personas que laboran en la ME, ya que dicha herramienta es una metodología que no solamente es aplicable al mantenimiento, sino que puede presentar grandes ventajas en diferentes áreas de la empresa.

Se hablará entonces de la herramienta de las 5 S's, concepto que se refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras, es decir, se trata de imprimirle mayor "calidad de vida" al trabajo. El objetivo primordial de las 5 S's es modificar la cultura de las empresas y orientarlas hacia un ambiente de mejora continua, donde una mejora inexorablemente conducirá a otra.

A continuación (Tabla 9. 5 S's) se describe cada una de ellas, en la primera columna se presenta la definición general del concepto (el cual deberá presentarse a cada trabajador de la organización), mientras que en la segunda se hará una referencia rápida para cada concepto respecto del mantenimiento, lo que primordialmente deberá presentarse a los operadores de la maquinaria y a quienes interactúan de manera más directa con el equipo productivo.

Descripción ⁵⁶	Capacitación aplicada al mantenimiento ⁵⁷
Seiri: Clasificar	
<p>Consiste en retirar del área o estación de trabajo todos aquellos elementos que no son necesarios para realizar la labor, ya sea en áreas de producción o en áreas administrativas.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Elaborar un listado de los materiales por área de trabajo: máquina, herramienta y su uso. ➤ "Para cada cosa, un lugar" ➤ Desechar lo que no se está usando. Puede establecerse una etiqueta que sirva como marca de obsolescencia de los materiales, los cuales deberán controlarse y reubicarse. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desarrollar la habilidad para observar y reconocer anomalías en el área de trabajo. ➤ Reconocer áreas de especial cuidado o "sensibles de la maquinaria".
Seiton: Ordenar	
<p>Consiste en organizar los elementos que se consideran como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad. En mantenimiento tiene que ver con la mejora de la visualización de los elementos de las máquinas e instalaciones industriales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desarrollar la habilidad para hacer mejoras en el acomodo general del equipo ➤ Mejorar áreas inaccesibles. Tanto para la limpieza como para la inspección del equipo.

⁵⁶ Manual de las 5S's proporcionado por Canacindra.

⁵⁷ Shirose. TPM para mandos intermedios. Productivity Press. EUA, 1992. pp. 37-49

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mantener un orden sobre los inventarios realizados en el primer paso. ➤ Ordenar de acuerdo a su tamaño, peso y área de utilización y presentarlos en un listado ordenado alfabéticamente. 	
Seiso: Limpieza	
<p>Significa eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de una fábrica.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Asegurar de que las cosas ya ordenadas se mantengan así, siendo el responsable el “dueño” de cada área. ➤ La primera actividad será una limpieza de toda la empresa (máquinas, herramientas, almacenes). ➤ La segunda actividad será una limpieza a nivel individual, de áreas y máquinas específicas. ➤ La tercera actividad es una limpieza de piezas y herramientas a un nivel mucho más específico. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Entender la importancia de la limpieza e inspección del equipo, así como de los procedimientos correctos para llevarla a cabo. ➤ Limpieza inicial del equipo. ➤ Eliminación de fuentes de contaminación.
Seiketsu: Estandarizar	
<p>Pretende mantener el estado de limpieza y organización alcanzado con la aplicación de las primeras 3 S's, sólo se obtiene cuando se trabajan continuamente los tres principios anteriores.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Mantener de manera continua y repetida los cambios hechos hasta el momento. ➤ Debe crearse una conciencia en cada uno de los empleados acerca de que esta actividad es constante, con el fin de solucionar las posibles anomalías. ➤ Para tal efecto se deberán utilizar diversas herramientas y manuales de control visual como son: señalamientos, alertas de peligro, indicaciones de los lugares propicios para colocar diversos materiales, recordatorios operativos y advertencias, instrucciones, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diseñar y seguir los estándares establecidos para diferentes procedimientos. ➤ Asegurarse de que los trabajadores comprenden y se comprometen en este paso, ya que de ello dependerá su participación activa.

Shitsuke: Disciplina	
<p>Significa evitar que se rompan los procedimientos ya establecidos. Sólo si se implanta la disciplina y el cumplimiento de las normas y procedimientos ya adoptados se podrá disfrutar de los beneficios que ellos brindan.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Su objetivo es eliminar los malos hábitos y evitar errores. ➤ En este punto la calidad en la comunicación y el entrenamiento adecuado, son de vital importancia para continuar bajo las condiciones deseadas de operación. ➤ Cada individuo debe ser responsables de su propio lugar y actividades de trabajo. ➤ Identificar, hacer ver los errores y asegurar que éstos se corrijan. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Conocimiento real de las condiciones que permiten la operación efectiva del equipo. ➤ Capacidad de mantener dichas condiciones en la empresa. ➤ Hacer hincapié en la satisfacción que se genera en cada uno de los trabajadores al hacer mejoras al equipo o en general al lugar de trabajo.

Tabla 9. 5 S's

Es importante mencionar que no se hace uso del mantenimiento autónomo como tal propuesto por el MPT, ya que éste representa una maestría progresiva de la metodología anterior, la cual, por sí misma, permitirá al empresario obtener todos sus beneficios con un esquema de aplicación y entendimiento mucho menos complejo.

Será conveniente realizar un análisis de la herramienta de las 5 S's después de que ésta ha sido implementada, con el fin de proponer mejoras a la misma. Así mismo es importante reconocer los logros consolidados con su implementación.

Finalmente, se presenta un cuadro comparativo de las condiciones de operación imperantes en una empresa con respecto al tema de mantenimiento, en el caso en que la ME opera sin ningún esquema de mantenimiento o consideración al mismo y la situación que se vería al implementar la metodología propuesta en el presente trabajo.

BENEFICIOS AL UTILIZAR LA METODOLOGÍA PROPUESTA (CUADRO COMPARATIVO)

Concepto	Situación de carencia del concepto de mantenimiento en la empresa	Situación al aplicar la metodología propuesta
Actividades de mantenimiento	No existe una cultura del mantenimiento, las actividades que se realizan en este sentido obedecen únicamente al sentido de urgencia que se crea cuando una falla o avería ocurre y es necesario que la producción se reanude.	Las actividades para el mantenimiento y pruebas de puntos de comprobación se planean y programan, creando un control y registro de las mismas.
Productividad de la mano de obra	La mano de obra de la empresa se dedica a atender la carga normal de trabajo y muy frecuentemente a resolver las fallas que presentan los equipos por falta de mantenimiento, lo que genera un costo muy alto.	La mano de obra de la empresa se dedica a atender la carga normal de trabajo y a realizar las actividades y pruebas programadas, por lo que ésta es aprovechada de mejor manera, al mismo tiempo que los paros o actividades contingentes disminuyen.
Capacitación de los trabajadores en general	Los trabajadores sólo saben realizar su trabajo operativo, no existe en la empresa una política o concepto de capacitación para ellos, el dueño usualmente no se preocupa por desarrollar sus habilidades o conocimiento técnicos.	Se crea en la empresa una cultura de capacitación, no necesariamente con cursos altamente especializados, pero sí con temas que proveen al empleado de herramientas útiles para realizar su trabajo.
Motivación y compromiso con el mantenimiento	No existe, debido a que el concepto ni siquiera es conocido, la operación simplemente se dedica a la actividad productiva, no existe gran motivación en los empleados por realizar las cosas de una mejor manera.	Los empleados reciben constante motivación por parte de la Dirección de la empresa, lo que a su vez genera en ellos un compromiso con el programa de mantenimiento.
Control del presupuesto	No existe un control de los gastos que se tienen por concepto de mantenimiento, muchas veces éstos ni siquiera se identifican como tales.	Se identifican los conceptos que se generan por concepto de mantenimiento, se crea a su vez un control de los mismos y se reducen debido a la disminución de incidencias y fallas del equipo.
Planeación y programación del mantenimiento	No existe, cuando la maquinaria falla, las actividades para repararla se realizan de manera urgente, usualmente no se tiene contemplada la utilización de materiales y mano de obra, desequilibra la operación normal del negocio.	Se conocen las fechas y plazos para cada una de las actividades y pruebas, sólo se desvían cuando los métodos de mantenimiento preventivo han fallado, pero aún así se actúa bajo un plan contingente definido con anterioridad.
Control de inventario de mantenimiento	Tampoco existe, no se conocen los niveles con los que diferentes tipos de insumos para el mantenimiento son requeridos, cuando se presenta una falla el costo para obtener las refacciones especializadas es muy alto.	Se conocen los insumos para el mantenimiento y se tiene un nivel de inventario acorde a las necesidades de la empresa, el costo que paga por tenerlo es mucho menor en comparación a los ocasionados por la falta del mismo.
Medición de puntos de comprobación	No se realiza, debido a que no existe la cultura de la prevención.	Las pruebas se realizan periódicamente después de analizar las necesidades específicas de cada equipo, el operario invierte tiempo en ellas, con objeto de aumentar la eficacia y disponibilidad del equipo.

Medición del trabajo de mantenimiento	No se tiene un estándar de medición para el trabajo en mantenimiento, debido a que éste no se lleva a cabo.	Se mide al realizar el análisis de mejora continua del SAM, se tiene un conocimiento preciso acerca de qué y cómo se está midiendo, continuamente se crean planes de acción que ayuden a incrementar los resultados positivos.
Información de mantenimiento	No se tiene en la empresa.	Se genera documentación muy valiosa, tanto el procesos productivo como de lo relacionado con el mantenimiento, lo que ayuda a generar controles y provee al empresario de una base de información para cualquier referencia posterior.
Operación general de la empresa	Se trabaja para producir bienes, independientemente de las necesidades de mantenimiento del equipo productivo.	Se sigue operando para manufacturar bienes, pero se toma en consideración al equipo, consecuentemente la calidad de los productos aumenta, las personas trabajan de manera más ordenada y más motivados, al disminuir los costos por concepto de mantenimiento la utilidad de la empresa es mayor.

Tabla 10. Cuadro Comparativo

CONCLUSIONES

Al ser implantada en las MI del país, la metodología propuesta les permitirá trabajar de una forma mucho más ordenada, limpia, segura y eficiente. Pero queda muy claro que la medida en que su implantación sea exitosa depende invariablemente del nivel de compromiso y conciencia que tenga cada microempresario para involucrar a sus colaboradores en la nueva cultura para desarrollar sus actividades.

El SAM ofrecerá diversas ventajas, entre ellas podemos contar: la disminución de paros de la maquinaria, los gastos innecesarios en reparaciones, un control estricto en el mantenimiento de los equipos, la disminución en retrasos de pedidos ocasionados por fallas del equipo, la disminución en retrabajo de producto terminado y consecuentemente, clientes mucho más satisfechos.

Es muy importante decir que en comparación con una empresa que no adopta en ningún sentido el concepto del mantenimiento, aquella que implemente la metodología propuesta obtendrá grandes beneficios, no solamente en el campo del mantenimiento sino que las diversas herramientas propuestas son útiles en la operación de la empresa en general.

Se analizaron las condiciones en las que una ME actualmente opera, y con base en ellas se diseñó la presente metodología, siendo una de sus principales propuestas un plan o programa de mantenimiento, herramienta que entre muchas otras ayuda a mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos para la producción, la cual puede considerarse como una valiosa herramienta o guía para el empresario.

Así, queda muy claro que si se hace una revisión de los objetivos particulares del trabajo propuestos al inicio del mismo, veremos que cada uno de ellos se logra en las distintas etapas de la metodología, lo que a vez contribuye a la consecución de las metas.

Cada uno de estos objetivos cumple una función muy específica y es importante, sin embargo, me parece que uno sobre todo es de especial importancia: "Optimizar el recurso humano en el mantenimiento"; y es que en las condiciones actuales del mercado productivo está quedando claro que serán las personas las que hagan la diferencia.

Es posible que diferentes empresas y corporaciones de distintos tamaños provean al consumidor de productos o servicios muy semejantes, que los sistemas tecnológicos de producción y de información sean los mismos, pero definitivamente las

personas talentosas en las organizaciones marcarán la diferencia de un competidor con otro.

Puede decirse que la implantación exitosa de la metodología va de la mano con la voluntad y las ganas que verdaderamente se tengan de hacerlo realidad, es un asunto que va más allá del simple desarrollo de las actividades en el sentido estricto o técnico, va hacia las personas, hacia el cambio de cultura, hacia la aceptación y contribución al cambio.

Se puede decir entonces, que la metodología que presente trabajo propone es de fácil entendimiento e implementación, lo que al aplicarla permite al microempresario hacer un ejercicio de análisis a fondo de las condiciones de su empresa, mientras que al mismo tiempo le provee un enfoque de mejora de la situación general, lo que a largo plazo le ayudará a mejorar la operación de la empresa en general, lo que invariablemente conducirá a una mayor productividad de las MES.

Así pues, la conclusión final es que esta metodología sí apoya al microempresario en el tema de mantenimiento, pero al tener ésta un enfoque ciertamente humano, pretende primordialmente cambiar la cultura de las personas en la empresa. Con ello aumentar la productividad del proceso y la eficiencia de las personas, motivar al cambio y ser un parte aguas en la forma de hacer las cosas en la empresa, lo que inexorablemente ayudará al crecimiento de la MI en nuestro país.

BIBLIOGRAFÍA

- Byars, Lloyd L. y Leslie W. Rue. Administración de recursos humanos. Interamericana. 1ª edición. México, 1987.
- Chiavenato, Idalberto. Administración de recursos humanos. McGraw Hill. 1ª edición. México, 1891.
- Dhillon. Engineering Maintenance, a modern approach. CRC Press. EUA, 2002.
- Diario Oficial de la Federación, 2002.
- Dounce Villanueva, Enrique. La productividad en el mantenimiento industrial. CECOSA. 2ª edición. México, 1998.
- Duffuaa & Raouf & Campbell. Sistemas de mantenimiento, planeación y control. Limusa Wiley. México, 2002.
- Fernández Arena, José Antonio. El proceso administrativo. Diana. México. 1984.
- Koontz, Harold y Heinz Weihrich. Administración, una perspectiva global. McGraw-Hill. 11ª edición. México, 1998.
- LeRoy Millar, Roger. Microeconomía moderna. Harla. 4ª edición. México, 1986.
- Levitt, Joel. Complete guide to preventive and predictive maintenance. Industrial Press. 1ª edición. EUA, 2003.
- Mokate, Karen. Diseño y gerencia de políticas y programas sociales. Banco Interamericano de Desarrollo, Instituto Interamericano para el Desarrollo Social (INDES). 2002
- Ollivier Fierro, Juan. El problema del rezago tecnológico de las microempresas industriales y alternativas de solución. Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Autónoma de Chihuahua. México, 2007.
- Payne, Andrew C., Chelsom, John V., Reavill, Lawrence R. P. Management for engineers. John Wiley & Sons. Inglaterra, 1996.
- Pérez Camacho Alejandro, Tesis: "Mantenimiento Productivo Total: Teoría y Aplicación", 2003.
- Schermerhorn, John R. Management for productivity. Wiley. 3ª edición. Canadá, 1984.
- Shirose. TPM para mandos intermedios. Productivity Press. EUA, 1992.
- Jiménez, Manolo, Ugalde, Xabier, Tornos, Ignacio. Reducción del Tiempo de cambio. Lean Manufacturing. España, 2005. pp. 62