

UNIVERSIDAD DON BOSCO



**“DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
EN INDUSTRIAS MANUFACTURERAS A NIVEL DE PEQUEÑA Y
MEDIANA EMPRESA”**

**TRABAJO DE GRADUACION PARA OPTAR AL GRADO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL**

PRESENTADO POR:

AYALA AMAYA, REYNALDO ESTEBAN

MEDRANO RIVAS, JOSÉ EDUARDO

MONCHEZ LAINEZ, MANUEL ENRIQUE

SOYAPANGO JUNIO DE 2004 EL SALVADOR

**UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**



AUTORIDADES

RECTOR:

ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET RIVERA

VICERRECTOR:

PBRO. VICTOR BERMÚDEZ

SECRETARIO GENERAL:

HNO. MARIO OLMOS

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA:

ING. GODOFREDO GIRON

DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL:

ING. RIGOBERTO SILVA

**UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**



TRABAJO DE GRADUACION

**“DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
EN INDUSTRIAS MANUFACTURERAS A NIVEL DE PEQUEÑA Y
MEDIANA EMPRESA”**

Ing. Oscar Marroquín

Jurado

Ing. Pedro Arias

Jurado

Ing. Mario Molina

Jurado

Ing. Heber Portillo

Tutor

Ing. Joaquín Rivera

Asesor

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso

Por brindarme la oportunidad de culminar un reto mas, por ser la guía que ilumina mi camino, por ser la voz que me brinda sabiduría, por ser mi apoyo dándome fortaleza en todo momento difícil y por todas las bendiciones que has derramado en mi.

A mis padres

Esteban Ayala y Carmen de Ayala

Por todo el sacrificio hecho durante este proceso, por inculcarme la visión de superación constante y una familia llena de amor y unidad.

A mi padre por darme la confianza y brindarme todo su apoyo durante toda mi formación académica, por ser un gran ejemplo de rectitud y firmeza.

A mi madre por darme todo su amor y apoyo, por creer en mi y siempre impúlsame hacia delante, madre misión cumplida.

A mis hermanos

Por ser un apoyo incondicional, por ser una fuente de inspiración de superación, deseando que este éxito que he alcanzado los impulsen al cumplimiento de todas sus metas.

A mis abuelitas

Por confiar ciegamente en mí por todo su amor y consejos brindados durante toda mi vida, por tenerme siempre en oración logrando que nuestro señor me permita culminar los diferentes retos que me propongo.

A mis compañeros de tesis

José y Manuel por todo el esfuerzo, comprensión y dedicación realizado, que este solo sea una paso mas, siempre la mejora continua y muchos mas éxitos para ustedes.

En general a todas las personas que contribuyeron al éxito he obtenido.

Reynaldo Ayala.

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso

Por haberme permitido alcanzar este triunfo que es un paso importante en el camino que el mismo me ha trazado, iluminándome en todo momento y brindándome salud, sabiduría, y fortaleza para lograr mis metas.

A mis padres

Francisco Eduardo Medrano y Carolina de Medrano. Por haberme apoyado en todo momento, brindándome la oportunidad de superarme, por su sacrificio, por sacarme adelante aún en los momentos mas difíciles de mi preparación académica, y por haberme brindado una familia y un hogar unido por el amor, inculcándome valores morales y cristianos.

A mis Hermanos

Daniel y Francisco por ser buenos hermanos, por su tolerancia en los momentos difíciles que hemos tenido en nuestra convivencia y por su apoyo en las diferentes etapas de mi vida. Que este triunfo sirva como ejemplo para que cada uno culmine su carrera con éxito.

A mi Esposa e Hija

Por todo su amor, apoyo y comprensión en este duro proceso y en todos los proyectos que emprendo, por estar siempre a mi lado alegrándome la vida, y por ser esa inspiración para levantarme cada día para ser mejor y alcanzar todas las metas propuestas.

A mis compañeros de tesis

Reynaldo y Manuel por su dedicación y sacrificio en nuestro trabajo de graduación para que fuera un trabajo de calidad.

A todas las personas que de una o de otra manera han contribuido a mi formación académica.

José Eduardo Medrano.

DEDICATORIA

A Dios todopoderoso y la virgen Maria

Por haberme permitido obtener este triunfo en mi vida personal, familiar y cristiana, el cual dedico a la honra y gloria de Su Nombre y Su Santa Iglesia.

A mis padres

Manuel de Jesús y Noemí Argentina, por ser mi ejemplo a seguir, como profesionales y personas, por ese apoyo incondicional, a cada momento, durante toda mi vida, y con orgullo entregarles este triunfo que se merecen al tener a su primogénito como todo un colega.

A mi hermana

Por todo su apoyo y colaboración, porque ha vivido durante todo este largo camino de mi carrera, muchas situaciones en las que dejo a un lado su tiempo, su tranquilidad, su descanso, para ayudarme en mis necesidades académicas, y esto ha sido gracias a todo tu amor.

A mis abuelitos

Mamá Tina y Papá Tata, por ese cariño, esos consejos, esa sabiduría y ese impulso a seguir adelante, no importando las adversidades que presente la vida, me enseñaron a enfrentar los problemas con fuerza y valor, sobre todo inculcándome que solamente con el Amor de DIOS se cosecha lo que se siembra.

A mi Esposa

por su entrega total, manifestada en su amor, comprensión, cariño, colaboración, tolerancia y paciencia, este amor que es único y verdadero, el cual fue, es y será por siempre el artífice de este triunfo que llegamos a obtener, y que es el inicio de todas las bendiciones para nuestro Matrimonio.

Finalmente agradecer a todos mis amigos, compañeros y maestros de estudios que siempre estuvieron conmigo compartiendo su conocimiento y consejos.

Manuel Monchez.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	I
-------------------	---

CAPITULO I. GENERALIDADES

1.1 Antecedentes del tema.....	1
1.2 Proyección social.....	4
1.3 Importancia y justificación	
1.3.1 Importancia.....	5
1.3.2 Justificación.....	7
1.4 Objetivos	
1.4.1 Objetivo General.....	8
1.4.2 Objetivos específicos.....	8
1.5 Alcances y limitaciones.....	9
1.6 Metodología.....	10
1.6.1 Técnicas a utilizar.....	12

CAPITULO II PYMES EN EL DESARROLLO ECONÓMICO DE EL SALVADOR

2.1 Definición de PYME.....	15
2.2 Características de las PYME en El Salvador.....	18
2.2.1 Organización.....	22
2.1.2 Administración.....	23
2.3 Ubicación de las PYME en la economía de El Salvador.....	26
2.3.1 Desarrollo Histórico.....	26
2.3.2 Evolución Económica.....	29
2.3.3 Sectores que lo conforman.....	30
2.3.4 Relación con el PIB.....	32

2.4	Influencia e interrelación con otros sectores económicos del país.....	33
2.5	Aspectos administrativos y financieros.....	34
2.5.1	Ingresos y costos.....	34
2.5.2	Eficiencia de los procesos.....	36
2.5.3	Niveles productivos.....	37
2.5.4	Mano de obra involucrada.....	38
2.5.5	Costos por reparaciones en instalaciones, maquinaria y equipo...39	
2.5.6	Niveles de inversión.....	40

CAPITULO III EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

3.1	Definición de mantenimiento.....	43
3.2	Objetivos del mantenimiento.....	45
3.3	Características del mantenimiento.....	46
3.3.1	Función primaria.....	46
3.3.2	Función secundaria.....	46
3.4	Tipos de mantenimiento.....	47
3.5	Organización del mantenimiento.....	55
3.5.1	Estructura orgánica.....	56
3.5.2	Autoridad y responsabilidad.....	57
3.5.3	Supervisión del mantenimiento.....	59
3.6	Controles del mantenimiento.....	61
3.6.1	Inventario de maquinaria y equipo.....	64
3.6.2	Clasificación de los trabajos de mantenimiento.....	67
3.6.3	Solicitud de mantenimiento y ordenes de trabajo.....	68
3.6.4	Tarjetas de registro de operaciones de maquinaria y equipo.....	73
3.6.5	Historial de cada maquinaria y equipo.....	74
3.6.6	Plantilla de inspección.....	75
3.6.7	Informe de fallas.....	80

3.7 Administración del mantenimiento.....	83
3.7.1 Centro de costos.....	83
3.7.2 Análisis de resultados.....	95
3.7.3 Métodos de análisis de resultados.....	98
3.7.4 Eficacia del mantenimiento.....	99
3.8 Practicas Modernas de mantenimiento	101
3.8.1 Mantenimiento clase mundial.....	101

CAPITULO IV MANTENIMIENTO PREVENTIVO APLICADO A LA PYME

4.1 Necesidad Técnica-Económica de su aplicación.....	108
4.2 Justificación económica.....	109
4.3 Expectativas económicas de su aplicación.....	110
4.4 Gestión del mantenimiento.....	115
4.4.1 Enfoque general de la gestión.....	115
4.4.2 Definición y alcance.....	115
4.5 Planificación.....	117
4.5.1 Clase de trabajo a efectuar.....	117
4.5.2 Equipos que deben inspeccionarse.....	118
4.5.3 Establecimiento de ciclos de revisión.....	118
4.5.4 Responsabilidad y ejecución de tareas.....	119
4.6 Normas de seguridad industrial.....	122
4.6.1 Normas de carácter general.....	123
4.6.2 Equipo de protección personal	126
4.6.3 Avisos y señales.....	126
4.6.4 Normas de obligado cumplimiento para el departamento de mantenimiento.....	127

CAPITULO V DIAGNOSTICO SOBRE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MANTENIMIENTO EN LA PYME

5.1 Factores que se analizan.....	132
5.2 Sectores objeto de estudio del diagnostico.....	133
5.3 Consideraciones estadísticas.....	133
5.4 Análisis de los resultados del diagnostico.....	150

CAPITULO VI DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

6.1 Situación actual del mantenimiento en Lácteos Dona ENA.....	152
6.2 Políticas de mantenimiento.....	159
6.3 Clasificación de maquinaria y equipo.....	160
6.4 Inventario de maquinaria equipo.....	162
6.4.1 Registro o ficha técnica de la maquina y equipo.....	165
6.5 Plan de correcciones.....	183
6.5.1 Puesta a cero de la maquinaria y equipo.....	183
6.5.2 Mantenimiento correctivo.....	187
6.5.3 Conseciones a empresas.....	188
6.6 Planeacion.....	191
6.6.1 Planeacion de tareas.....	191
6.6.2 Planeacion de estimación de tiempos.....	194
6.6.3 Planeacion de estimación de costos.....	199
6.7 Plan de inspecciones.....	200
6.8 Descripcion de las operaciones en los equipos.....	217
6.9 Programa de mantenimiento preventivo para edificios e instalaciones..	236
6.10 Programa de manteniendo preventivo para vehiculo.....	241
6.11 Programa de mantenimiento preventivo para el control de plagas.....	243
6.12 Ciclos de revisión.....	247

6.13 Hojas de Control.....	249
6.13.1 Sistema de Ordenes de Trabajo de Mantenimiento.....	249
6.13.2 Flujo de Sistemas de Ordenes de Trabajo.....	251
6.13.3 Procedimiento de Ordenes de Trabajo	254
6.13.4 Tarjeta de Trabajo.....	256
6.13.5 Registro de la Historia del Equipo.....	258
6.13.6 Control de Costos de Mantenimiento	261
6.13.6.1 Control de los Materiales de Mantenimiento.....	265
6.13.6.2 Compras del Departamento de mantenimiento.....	271
6.14 Revisión de Resultados.....	272
6.15 Análisis de Resultados.....	273
6.16 Metodología Para la Evaluación del Programa de Mantenimiento Preventivo.....	276
 CONCLUSIONES.....	 279
RECOMENDACIONES.....	282
GLOSARIO TÉCNICO.....	285
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	288
 ANEXOS.....	 289
Anexo 1 Formato de encuesta	
Anexo 2 Evaluación del Diseño del Programa de Mantenimiento Preventivo	
Anexo 3 Propuesta de Aplicación del Programa de Mantenimiento Preventivo	

Introducción

El sector de la pequeña y mediana empresa es importante para la economía de nuestro país, por el papel predominante que desempeña en la generación de empleos, por la diversidad de productos que ofrece, y la cobertura que a nivel nacional brinda¹.

La tendencia actual de los mercados requiere que las pequeñas y medianas empresas sean más competitivas en el entorno en que se desempeñan, es por esto que las empresas deben emplear métodos y herramientas de ingeniería que mejoren continuamente sus procesos, con el objetivo de reducir costos de operación, y de esta forma aumentar su productividad².

Una de las herramientas más importantes para el desarrollo industrial de la pequeña y mediana empresa es el desarrollo y aplicación de programas de mantenimiento, cuyo objetivo es lograr el óptimo funcionamiento de las instalaciones, maquinaria y equipo que poseen dichas empresas, alcanzando de esta forma un alto grado de productividad en este sector.

La administración actual en el sector demuestra claramente que el rubro mantenimiento es un alto costo dentro del proceso productivo, lejos de ser una inversión. Este trabajo pretende aportar al sector de las pequeñas y medianas empresas un diseño de un programa de mantenimiento preventivo, que satisfaga las necesidades que existen en el sector.

Sin embargo no es posible diseñar un programa de mantenimiento preventivo para la PYMES sin antes conocer: ¿Qué son?, ¿Cuál ha sido su desarrollo económico y social en el país?, ¿De qué forma operan?, ¿Cómo actúan?, ¿Quiénes las manejan?, ¿De qué manera funciona y está organizado el

¹ <http://www.conamype.org/pyme/html>

² Ibid 1

departamento de mantenimiento? y ¿Qué relación tienen con otros sectores económicos?.

En el primer capítulo, se dan a conocer las generalidades del tema en estudio, es decir, se muestran los antecedentes de las PYMES con respecto al mantenimiento, la proyección social que ofrece el diseño del programa, así como los objetivos, alcances y limitaciones del mismo. La metodología y las técnicas a utilizar se presentan para dar a conocer como se realizará el diseño del programa de mantenimiento.

En el segundo capítulo de este documento se presentan las características principales de las PYMES, su desarrollo histórico, evolución económica, y cuanto aportan al PIB. Nacional, además de conocer la forma de manejar sus aspectos administrativos y financieros.

De igual forma es necesario tener una base teórica del mantenimiento que posteriormente se aplicara a las PYMES, es por tal motivo que en el tercer capítulo de este documento se presenta el mantenimiento industrial. en que consiste, su organización y administración, cuales son los controles necesarios para su funcionamiento, y finalmente se incluyen las practicas modernas del mantenimiento que se utilizan actualmente en diferentes partes del mundo.

En el cuarto capítulo se determinan las necesidades técnico económicas de la aplicación de un programa de mantenimiento preventivo, sus expectativas y justificación económica, se presenta la gestión de mantenimiento en las PYMES, se desarrolla una planificación en la que se determinan las clases de trabajo a efectuar, los equipos que deben ser inspeccionados y los ciclos de revisión de estos, también se determinan las responsabilidades y la ejecución de tareas para el personal de mantenimiento, por ultimo se presentan normas de seguridad industrial a seguir en todos los procesos de mantenimiento que se

realicen ya que para todo programa de mantenimiento preventivo la seguridad industrial es prioridad uno.

Antes de diseñar el programa de mantenimiento preventivo es necesario determinar la situación actual del mantenimiento en las PYMES, por tal razón en el quinto capítulo se presenta un diagnóstico de la pequeña y mediana empresa que refleja con que condiciones se cuenta, estado de la maquinaria y equipo y como se esta realizando el mantenimiento en el sector.

En el sexto capítulo se presenta el diseño del plan de mantenimiento preventivo, en el que están contempladas las políticas o directrices a seguir, la situación actual con respecto al mantenimiento de la empresa modelo, incluyendo una descripción del proceso de producción y los productos que se elaboran, se presenta el plan de inspecciones y plan de correcciones que se le deben efectuar a los equipos, maquinarias e instalaciones. Se presenta la planeación a seguir en las tareas que deben efectuarse, la estimación de tiempos para realizar dichas tareas y la estimación de costos para la operación del departamento de mantenimiento, se realiza una propuesta de la administración que se debe seguir en el mantenimiento para realizarlo de forma adecuada en los que se presentan la forma de manejar los costos de mantenimiento con el fin de reducirlos al máximo, se presenta una forma sencilla de codificar los equipos y maquinarias para un buen manejo de inventario, posteriormente se realiza una clasificación de las máquinas y equipos según la importancia de estas en el proceso productivo, por ultimo se presenta los pasos a seguir para realizar una revisión y análisis de los resultados obtenidos cuando se aplique el programa de mantenimiento preventivo desarrollado en este trabajo de graduación.

Finalmente se plantea la metodología para evaluar el programa de mantenimiento preventivo, la evaluación del diseño del programa de mantenimiento preventivo propuesto, conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO I. GENERALIDADES

1.1 Antecedentes del Tema

Las estrategias convencionales de "reparar cuando se produzca la avería" ya no sirven. Han sido válidas en el pasado, pero ahora se es consciente de que esperar a que se produzca la avería para intervenir, es incurrir en unos costes excesivamente elevados (pérdidas de producción, deficiencias en la calidad, etc.) y por ello las empresas industriales se plantean llevar a cabo procesos de prevención de estas averías mediante un adecuado programa de mantenimiento.

Es preciso disponer de un programa de mantenimiento para tratar de distanciarse de los competidores y así mejorar su posición en el mercado. En cuanto a mantenimiento se refiere, las únicas estrategias válidas hoy en día son las encaminadas tanto a aumentar la disponibilidad y eficacia de los equipos productivos como a reducir los costos de mantenimiento, siempre dentro del marco de la seguridad ocupacional y el medio ambiente. Hoy día, el área de mantenimiento supone no sólo una parte importante del presupuesto de las empresas, sino que además se hace fundamental para conseguir la eficiencia de los equipos y por tanto del proceso productivo. Además, la creciente competitividad hace que las empresas dispongan de gran flexibilidad y cortos tiempos de respuesta. Por ello, en este entorno el mantenimiento juega un papel aún más importante.

Las PYMES en El Salvador deben planificar estratégicamente a fin de administrar bien sus recursos para que sean desarrollados en una forma equilibrada. Ahora, los mercados se conquistan basándose en calidad y precio, es por ello que las pequeñas y medianas empresas buscan que la fabricación de sus productos sean al menor costo posible, considerando no solo la materia prima sino también los costos de fabricación; además, existen factores que incrementan el precio del producto por fallas en los sistemas de producción, que tienen que ser compensados en el presupuesto general de la empresa.

Dentro de estos factores se encuentran: el consumo de energía inutilizada, el costo del tiempo improductivo, el costo del producto defectuoso, el mantenimiento correctivo de la maquinaria y equipo, el pago de salarios por transacciones de compra y transporte de piezas de repuesto, entre otros gastos.

Para evitar caer en gastos innecesarios, se recurre a los programas de mantenimiento dentro de las empresas, que se encargue de evitar o contrarrestar eventos que perjudiquen el buen desarrollo productivo de la pequeña y mediana empresa.

El mantenimiento se considera como una serie de actividades u operaciones que se deben de realizar a fin de conservar el buen estado y funcionamiento de las instalaciones, maquinaria y equipo, es por ello que es de suma importancia que toda pequeña o mediana empresa lo realice para evitarse así, tiempos muertos en el proceso y por consiguiente costos que pueden ser evitados.

En El Salvador, la gran mayoría de las pequeñas y medianas empresas no han aplicado un programa de mantenimiento de forma sistemática, y los niveles de control y registro son muy escasos, por lo que se deduce una falta de aplicación de técnicas, diseños y programas reales, factibles y viables en este tipo de empresas.

Caso contrario de las grandes empresas, ya que por su crecimiento propio, el desarrollo de nuevos procesos y la adaptación de nuevas tecnologías han tomado como base fundamental la aplicación de programas de mantenimiento.

Es así como las instituciones de apoyo gubernamental, privado y educativo, se enfocan en las pequeñas y medianas empresas como entidades que necesitan de asesoría técnica, desarrollo e implementación de programas y técnicas de ingeniería que permitan el crecimiento y perseverancia de las empresas desde el punto de vista económico y social.

Los medidores fundamentales de la aplicación de programas de mantenimiento son la disponibilidad y la eficacia, que indican la fracción de tiempo en que los equipos están en condiciones de servicio (Disponibilidad) y la fracción de tiempo en que su servicio resulta efectivo para la producción (Eficacia) dentro de las pequeñas y medianas empresas en El Salvador.

La mejora en estos dos puntos y la disminución de los costos de mantenimiento suponen el aumento de la rentabilidad de las pequeñas y medianas empresas y por tanto tiene influencia directa sobre los beneficios.

De lo antes mencionado nos podemos cuestionar lo siguiente:

¿Por qué lo anterior se convierte en problema o situación objeto de estudio?

Porque en El Salvador, la operación actual de las empresas del sector PYMES se ven afectadas por:

- La aplicación de técnicas obsoletas de mantenimiento basadas en la experiencia del personal,
- El tiempo de intervención hasta que se presenta la falla o avería,
- Incumplimiento de los programas de producción,
- Desperdicio de materia prima,
- Sustitución continua de partes críticas,
- Aumento de carga de trabajo para el personal,
- Alto riesgos en los puestos de trabajo
- Deterioro continuo de los recursos, activos y bienes.

Lo cual en su conjunto afectan directamente los costos operativos de las empresas, implícitamente impacta en la productividad, haciendo que las empresas se vuelvan menos rentables.

1.2 Proyección Social

Sectores objetivos del estudio:

1. Al sector de las PYMES en general brindándole un diseño de programa de mantenimiento preventivo, de forma practica, que contribuya a impulsar su desarrollo.
2. A la población en general, debido a que las empresas que apliquen adecuadamente un programa de mantenimiento preventivo, se vuelven más eficientes y rentables, lo que permite mantener una estabilidad laboral y un crecimiento dentro de las organizaciones, que se ve reflejado en la mejora de la calidad de vida de los empleados de las empresas.
3. A la sociedad en general, debido a que las empresas que aplican eficientemente un programa de mantenimiento preventivo, obtienen un incremento en sus niveles de producción, requiriendo con ello la contratación de mano de obra.
4. A la Universidad Don Bosco, comunidad educativa con proyección social, brindándole el diseño del programa de mantenimiento preventivo como herramienta propicia para establecer programas de cooperación para el desarrollo de las pequeñas y medianas empresas manufactureras del país.
5. A empleados del sector, la oportunidad de especialización y tecnificación, consecuencia de la necesidad para implementar dichos programas.

1.3 Importancia y Justificación del Tema

1.3.1 Importancia

En la actualidad el mantenimiento correctivo que se orienta a reparar fallas en las instalaciones, maquinaria y equipo es la fase del mantenimiento que realmente se aplica generando altos costos de producción, por diversas causas.

El área de actividad del mantenimiento industrial es de capital importancia en el ámbito de la ejecución de las operaciones en la industria.

De un buen mantenimiento depende, no sólo un funcionamiento eficiente de las instalaciones, maquinaria y equipo sino que además, es preciso llevarlo a cabo con rigor para conseguir otros objetivos como son el control del ciclo de vida de estos, planeación de la producción y manejo de presupuestos entre otros.

Las estrategias en las que "se repara cuando existen averías", son obsoletas, ya que esperar a que se produzca la avería para intervenir, genera altos costos (producción deficientes, estándares de calidad inadecuados, otros). En la actualidad se realizan procesos de prevención de estas averías por medio de programas de mantenimiento.

1.3.1.1 Necesidad actual en las Pymes

La pequeña y mediana empresa requiere de técnicas de ingeniería orientadas a la optimización de los recursos que estas poseen, ya que es de vital importancia mantener en optimas condiciones las instalaciones, maquinaria y equipo sobre todo en este sector en el cual no se pueden hacer grandes inversiones en maquinaria y equipos de alta tecnología, y estas son adquiridas usadas y en ocasiones hasta obsoletas, por lo tanto una herramienta para lograr este objetivo es contar con un programa de mantenimiento que se adecuó a las necesidades del sector.

1.3.1.2 Relación de los Tratados de Libre Comercio y el sector de las Pymes.

La tendencia actual de los mercados es que exista una apertura de estos, mediante los Tratados de Libre Comercio, cuyo fin es el intercambio comercial entre diferentes países o regiones, bajo condiciones pactadas previamente entre las entidades participantes, incentivando de esta manera la exportación e importación de bienes y servicios, siendo uno de los principales atractivos la eliminación de aranceles paulatinamente.

Es importante mencionar que uno de los beneficios esperados al suscribir un TLC, es la reducción de precios en productos y servicios, y para los empresarios salvadoreños existirá la posibilidad de ingresar a nuevos mercados regionales. Las expectativas por la suscripción del TLC son variadas, la postura de las entidades gubernamentales es que se crearan muchas oportunidades para los diferentes sectores sociales y empresariales de nuestro país, en cambio las expectativas de ciertos empresarios es que existen más amenazas que oportunidades, para dicho sector. Las empresas nacionales para ingresar al mercado que se abre mediante el TLC, con buenas expectativas es el competir en bloque o formar clusters, ya que competirán con empresas extranjeras consolidadas en mercados internacionales. Se debe señalar que una de las formas para conquistar los mercados es ofrecer productos y servicios con precios competitivos y de calidad, para lograr dicho objetivo es necesaria la aplicación de técnicas ingenieriles que busquen la optimización de los recursos con los que cuentan las empresas.

Mediante el diseño de un programa de mantenimiento preventivo, se puede generar un aumento en la productividad, convirtiendo a las Pymes en empresas competitivas en el marco del TLC, pudiendo ofrecer precios competitivos y productos de calidad, pero solo es uno de los factores con los que se puede ingresar con éxito al TLC, debido a que existen diferentes factores que determinaran si las empresas son capaces de ingresar a los nuevos mercados creados mediante el TLC.

1.3.2 Justificación

El ingeniero industrial, como profesional comprometido con el diseño y mejoramiento de programas, que buscan la optimización de los procesos productivos industriales en general, esta capacitado para desarrollar actividades que vayan en pro del mejoramiento de los mismos, generando desarrollo.

Un programa de mantenimiento diseñado técnicamente permitirá controlar y evaluar eficiencia del equipo, productividad, costos e inversión.

Razones que Justifican realizar este estudio son:

- La fortaleza del sector de la pequeña y mediana empresa en la economía de nuestro país, por los productos y servicios que brinda y la generación de empleos que ofrece dicho sector.
- La oportunidad de dar una visión general de los beneficios que proporciona el mantenimiento en el sector industrial, desarrollando en el pequeño y mediano empresario una perspectiva de nuevos programas que puede implementar, y así mejorar la inversión realizada en sus instalaciones, maquinaria y equipo.
- La oportunidad de poner al servicio del sector de la PYMES las tecnologías actuales del mantenimiento industrial y sus consecuentes beneficios económicos.
- El compromiso de la Universidad Don Bosco, institución educativa, de brindar soporte técnico al sector de la pequeña y mediana empresa, impulsando desarrollo sostenible, logrando de esta manera soluciones a las necesidades de la población en general.
- La oportunidad del equipo de trabajo de poner en práctica los principios de la Universidad Don Bosco, brindar soporte técnico para impulsar desarrollo.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Diseñar un programa de mantenimiento preventivo que garantice un óptimo funcionamiento de las instalaciones, maquinaria y equipo de una empresa manufacturera a nivel de pequeña y mediana empresa.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Estructurar el programa de mantenimiento que se adapte de mejor manera a las pequeñas y medianas empresas, teniendo en cuenta sus recursos tanto económicos, tecnológicos y administrativos para desarrollar la aplicación del diseño del programa de mantenimiento preventivo.
- Propiciar con el programa de mantenimiento preventivo, la reducción de paros imprevistos en la producción, por fallas en la maquinaria y equipo que significan costos elevados para la empresa.
- Crear los procedimientos y formatos necesarios del programa de mantenimiento preventivo propuesto y su eficiente administración.
- Crear una metodología de evaluación para el programa de mantenimiento preventivo que mejor se adapte a la pequeña y mediana empresa.
- Evaluar el diseño del programa de mantenimiento preventivo, desde un enfoque económico, verificando que las pymes pueden volverse más rentables y productivas, ahorrando costos, disminuyendo los gastos, ante la posible aplicación que las empresas puedan realizar.

1.5 Alcances y Limitaciones

1.5.1 Alcances

- El trabajo incluye diagnóstico de las principales problemáticas que dichas empresas tienen con respecto al mantenimiento proporcionado a sus instalaciones, maquinaria y equipo.
- Tomando como base una empresa productora de lácteos, se determina de que manera se aplicara en las pequeñas y medianas empresas el mantenimiento preventivo.
- Se establecen los parámetros de diseño de un programa de mantenimiento preventivo adecuado al sector.
- Se documentan los principales procedimientos y formatos necesarios para la propuesta del programa de mantenimiento preventivo en una empresa manufacturera dedicada a la producción de lácteos, a nivel de pequeña y mediana empresa.

1.5.2 Limitaciones

- El proyecto consiste en una propuesta que contiene: el desarrollo de la investigación, análisis y diseño de un programa de mantenimiento preventivo, el cual no incluye su implementación.
- Se investigaron diez sectores productivos de las PYMES, de los cuales se selecciono un sector el cual se considero el mas apropiado para servir de modelo en el desarrollo del diseño de programa de mantenimiento preventivo.

- Debido a los resultados obtenidos del diagnóstico de la situación actual del mantenimiento en las pequeñas y medianas empresas, el estudio de campo del proyecto se llevara acabo en una empresa manufacturera dedicada a la producción de lácteos en el área occidental del país.
- El diseño del programa de mantenimiento es una propuesta para el sector de las pequeñas y medianas empresas el cual estará sujeto a la visión empresarial y a las condiciones internas en la que los propietarios se encuentran actualmente.
- Por el desarrollo actual del mantenimiento en las PYMES en sus instalaciones , maquinaria y equipo estos se encuentran en un estado en el cual no se puede implementar de inmediato el mantenimiento preventivo, por lo tanto es necesario poner a cero a estos, es decir aplicar primero mantenimiento correctivo, y posteriormente mantenimiento preventivo.

1.6 Metodología

Se ha realizado inicialmente una investigación documental y de campo la cual se apoya en: recopilación de antecedentes, documentos gráficos, documentos formales e informales en donde se fundamenta y complementa la investigación.

Posteriormente se define un diagnóstico donde se plantea un análisis de las condiciones actuales para determinar un plan de solución para las pequeñas y medianas empresas.

Luego de haber realizado la investigación, el diagnóstico y posteriormente el análisis de la información recopilada, se utilizará la técnica ingenieril IEDIM (Identificar, Evaluar, Diseñar, Implementar y Monitorear), la cual permite establecer los parámetros, criterios, pasos, procedimientos y mecanismos para el diseño del programa de mantenimiento preventivo a proponer.

Los criterios en los cuales se respalda el diseño del programa de mantenimiento preventivo son los siguientes:

- Especificaciones técnicas de la maquinaria y equipo.
- Priorización de maquinarias y equipos dentro de la empresa.
- Estimación de costos de trabajo de mantenimiento.
- Cantidad de horas hombres necesaria para el desarrollo de tareas.
- Manejo de registros técnicos.
- Previsión de repuestos
- Normas de seguridad y medio ambiente.
- Capacidades y cargas de trabajo.
- Mantenimiento basado en LEM (Lubricación, Electricidad y Mecánico.).

Los medios a través de los cuales se hizo la recopilación de información para el diseño del programa de mantenimiento son:

- Información bibliográfica como lo son: libros, documentos, catálogos, tesis donde se localizan los antecedentes, marco teórico y diseño de un plan de mantenimiento preventivo que sirven para el estudio y documentación del tema. Estos documentos serán obtenidos en AMPES, UCA, UES, FEPADE y UDB.
- Bibliografía virtual (Internet) sobre el mantenimiento preventivo y sobre las medianas y pequeñas empresas.
- Investigación de campo en la empresa productora de lácteos, de la zona occidental del país.
- Consultas a la persona encargada de mantenimiento de los equipos en la empresa productora de lácteos para recopilar la información puntual de cada máquina, suministro e instalación específica de la empresa.
- Consultas de registros contables.
- Historiales técnicos de mantenimiento.
- Historiales de proceso y producción.

Es necesario documentar y consultar las diversas fuentes relacionadas al proyecto, antes mencionadas, por dos razones: primero, permiten establecer un marco teórico, aplicable y factible para el desarrollo del diseño del programa de mantenimiento preventivo, y segundo, respalda y refuerza el contenido diseñado para las pequeñas y medianas empresas de El Salvador

1.6.1 Técnicas a utilizar

Las técnicas utilizadas para el desarrollo del trabajo, son las siguientes:

- **Entrevistas:**

Reunión con personas de los diferentes organismos involucrados con el desarrollo del área de mantenimiento de la empresa así como a nivel del desarrollo de la mediana empresa en dicha área. Se pretende obtener información amplia y precisa, puesto que el entrevistador, al tener contacto con el entrevistado, además de obtener respuestas puntuales por medio de un formato establecido, puede percibir actitudes y recibir comentarios adicionales.

- **Investigación Documental:**

Consiste en seleccionar y analizar aquellos escritos que contienen datos de interés relacionados con el estudio y toda aquella documentación que pueda aportar información relevante a la investigación.

- **Diagrama Causa-Efecto:**

Este diagrama muestra la información entre las características y factores causales. El número de factores causales se puede limitar, analizando solamente los verdaderamente importantes son los que van a tener impacto sobre los efectos.

- Cuadro Comparativo:

Permite a partir del análisis de similitudes y diferencias, ventajas y desventajas de diferentes alternativas o recursos establecer una comparación con el fin de escoger la alternativa más factible o la combinación de los criterios y recursos que mejor se adecuan en la solución de la problemática planteada.

- Técnica Ingenieril IEDIM:

a) Identificar: la maquinaria, equipo, partes y elementos críticos de la empresa.

b) Evaluar: el papel y el nivel de importancia para el desempeño y funcionamiento de la empresa.

c) Diseñar: los planes, programaciones, formatos y procedimientos operativos que se utilizarán para la ejecución del programa de mantenimiento preventivo.

Implementar: serie de pasos para ejecutar e iniciar el programa, en el caso de nuestro proyecto se simulará, a través de una guía de implementación del programa de mantenimiento preventivo.

d) Monitorear: controlar, supervisar y dar seguimiento a través de auditorias, inspecciones de las actividades realizadas en el programa de mantenimiento, en el caso de nuestro proyecto se realizará una guía para el monitoreo de las actividades del programa.

- Diagrama de Gantt: Este gráfico consiste simplemente en un sistema de coordenadas en que se indica: a) En el eje Horizontal: un calendario, o escala de tiempo definido en términos de la unidad más adecuada al trabajo que se va a ejecutar: hora, día, semana, mes, etc. b) En el eje Vertical: Las actividades que constituyen el trabajo a ejecutar. A cada actividad se hace

corresponder una línea horizontal cuya longitud es proporcional a su duración en la cual la medición efectúa con relación a la escala definida en el eje horizontal conforme se ilustra.

CAPITULO II. PYMES EN EL DESARROLLO ECONÓMICO DE EL SALVADOR

2.1 Definición de PYME

El Salvador es fundamentalmente un país formado por empresas de pequeña escala las cuales aportan el 45.3% del PIB nacional, los establecimientos con menos de cien empleados representan el 99.1 % del parque empresarial no agrícola del país.³

Dentro de este amplio sector de empresas, las PYME desempeñan un papel determinante y esto es reflejado en su contribución al empleo, al producto interno bruto y a la democracia económica del país.

A pesar de la importancia que tiene la PYME, no existe una definición exacta y única de su significado. Las definiciones y criterios utilizados varían de acuerdo a la institución pública o privada la cual esta analizando este segmento empresarial en ese momento.

Estas definiciones tienden a utilizar los criterios de clasificación que mas se adecuan a la disponibilidad de información estadística oficial o bien a las necesidades practicas que se derivan del tipo de servicios que prestan al sector.

³ Desafío y Oportunidades de las Pymes Salvadoreñas, Julia Martínez, Fundapyme, 2002

A continuación se muestran algunas de las definiciones utilizadas por un grupo de instituciones seleccionadas en la siguiente tabla (ver cuadro 1)⁴.

INSTITUCION	PEQUEÑA	MEDIANA
CONAMYPE	Hasta 50 personas y ventas entre \$5,714.28 y \$57,142.85 mensuales	-----
FUSADES (PROPEMI)	Emplea entre 10 y 50 trabajadores y realiza ventas mensuales menores a \$ 57,142.29	Ocupa entre 50 y 100 trabajadores y tiene un volumen mensual de ventas de hasta \$114,285.00
FUSADES (DEES)	11-19 empleados y activos menores a \$85,714.00	20-99 empleados y activos menores a \$228,571.00
INSAFORP	11-49 empleados	50-99 empleados
SWISSCONTACT	11-50 empleados	51-100 empleados
BMI	Que posea de 11-49 empleados y cuyas ventas mensuales se ubiquen entre \$5,714.28 y \$57,142.85	Emplea entre 50 y 199 trabajadores y tiene ventas mensuales entre \$57,142.85 y \$380,000.00
BID (Banco interamericano de desarrollo)	Emplea entre 11 y 99 trabajadores y realiza ventas anuales entre \$3 y \$5 millones.	-----
GTZ	11-49 empleados	50-99 empleados
FINANCIERA CALPIA	Créditos entre \$5142.85 y \$ 57,145.85	-----

Cuadro N° 1

⁴ Ibid 3

Para efectos del siguiente trabajo, se utilizarán las siguientes definiciones de PYME.

Pequeña empresa: Unidad empresarial no agrícola que realiza ventas mensuales entre \$5,714.28 y \$57,142.85

Mediana empresa: Unidad empresarial no agrícola que realiza ventas mensuales entre \$57,142.85 y \$380,000.00

Es preciso destacar que adoptar el número de trabajadores como criterio único para la definición de la PYME, es relativamente más fácil debido al acceso a la información sobre estas empresas a partir del número de empleados en las bases de datos disponibles.

Si embargo no se puede dejar de lado el aspecto económico con respecto a las ventas mensuales promedios que estas tienen, ya que nos arrojan datos importantes para generar su clasificación.

Por otro parte, es necesario relacionar la importancia del mantenimiento dentro de la clasificación de empresas, ya que para ambas, representan costos operativos altos, lo que influye e incide directamente en la productividad de la empresa; si embargo, entre más producción, utilizando eficientemente los recursos, existe mayores ingresos que provienen de las ventas y reducción de costos, lo que puede determinar el nivel en el que se encuentren las empresas.

Por otra parte es necesario mencionar que la tecnología involucrada en las empresas no son un factor determinante para generar su clasificación, ya que el tamaño de la empresa no puede ser medido por la cantidad o el tipo de tecnología que esta posee, es decir, una empresa puede tener maquinaria de la mas alta tecnología del mercado en lo que a su rubro necesita, pero solo tener una lo cual solo le permita tener poca producción y a su vez un nivel de ventas bajo;

O se pueda dar el caso de que una empresa no tenga maquinaria de la mas alta tecnología pero tenga una cantidad considerable que le permita un nivel de producción mayor y por consiguiente un nivel de ventas elevado.

2.2 Características de la PYME en El Salvador

- a) La mayoría de las PYME son empresas “maduras” es decir tienen más de diez años de estar operando en el país.**

El 55% de las pequeñas y medianas empresas en nuestro país tienen más de diez años de haber iniciado sus operaciones, ese nivel de antigüedad es mayor en la mediana empresa en donde el 72% de ellas fueron fundadas hace más de diez años.

De igual forma aproximadamente la tercera parte de las empresas(31%) pueden ser catalogadas como empresas en proceso, es decir que su periodo de vida oscila entre los cuatro y diez años y únicamente una pequeña parte de las empresas (13%) son catalogadas como jóvenes, es decir de cero a tres años de vida.⁵

Por tanto el ser empresas maduras significa tener un período de tiempo de operaciones mayor a diez años, lo que permite, tener una organización estructurada, una cartera de clientes definida, ingresos y egresos promedios y fijos establecidos, mercado o segmento al que se dirigen, y cierto grado de liquidez para crecer desde el punto de vista de los propietarios.

- b) El empleo promedio generado por las PYME varía en términos geográficos y sectoriales.**

Las pequeñas empresas utilizan en promedio catorce empleados permanentes y cinco eventuales, en tanto en las medianas empresas utilizan setenta empleados permanentes y once empleados eventuales.

De manera combinada, el sector PYME en el área Metropolitana de San Salvador reporta un nivel de empleo fijo de treinta y cinco empleados, es decir casi el doble del nivel reportado en Santa Ana y San Miguel.

⁵ Ibid 3

A nivel sectorial, la industria PYME presenta el nivel promedio mas alto de empleados fijos (35), seguida por el comercio (25) y servicios (21).

c) Las PYME tienen como principal cliente a los consumidores finales.

Las PYME vende sus productos a varios grupos de clientes, el segmento de mayor importancia para el 54% de las empresas lo constituye el consumidor final, un 16% las empresas de servicios, 12% empresas del sector industria, otro 12% empresas mayoristas y/o detallistas, un 6% instituciones del estado y tan solo 1% a los mercados externos.

En el ámbito sectorial, los consumidores finales como clientes tienen un mayor peso para las empresas comerciales y de servicios. El 64% de las firmas de comercio y el 53% de las firmas del sector servicio tienen como destino principal de sus ventas a los consumidores finales. Solo el 36% de las empresas industriales tienen como principal cliente a los consumidores finales.

El grado de dependencia de los distribuidores es relativamente mayor para las PYME del sector industria. El 59% de estas tiene como principal comprador otra empresa, generalmente de mayor tamaño.⁶

d) Las PYME Salvadoreñas tienen una oferta exportable poco desarrollada.

Las empresas que exportan actualmente es apenas del 14 % y el porcentaje de las que no exportan actualmente pero tienen interés de hacerlo en el futuro es apenas del 8%.

El 90% de las empresas que exportan lo hacen a países de Centro América, mientras que el 21% de estas exportan al mercado de los estados unidos, otros destinos de menor incidencia de las PYME son México, Europa, Panamá, y República Dominicana; países a los que venden menos del 12% de las empresas con calidad exportadora.

⁶ Ibid 3

Estos porcentajes varían de acuerdo con el sector económico y tamaño relativo de la empresa. Así entre las PYME de la industria, el porcentaje de empresas exportadoras es del 32%, mientras que las empresas de este sector que no exportan actualmente pero que manifiestan interés en hacerlo, es del 10%.

En conclusión el 26% de las empresas de tamaño mediano tiene una oferta exportable respecto a tan solo 11% de las empresas pequeñas que han logrado desarrollar su oferta hacia el exterior.⁷

e) Las PYME tienen poca dependencia de sus principales proveedores.

Cerca de una tercera parte de las PYME, es decir el 36% compra a sus dos principales proveedores entre el 1% y el 20% del total de insumos que necesitan para producir.

Otro porcentaje similar de PYME el 34% compra a sus dos principales proveedores entre el 22% y 40% del total de insumos necesarios para desarrollar sus labores.

Únicamente el 6% de las empresas muestra un alto nivel de dependencia hacia sus abastecedores a los cuales hace entre el 81% y 100% de sus compras.⁸

f) Los empresarios de las PYME tienen un nivel de escolaridad alto.

El 28% de los propietarios y gerentes propietarios de la PYME poseen títulos universitarios, mientras que un 4% ha realizado estudios a nivel de postgrado.

Por otra parte, un 21% de los empresarios inicio sus estudios universitarios pero sin completarlos y el 14% posee títulos de carreras técnicas de tres años o menos, 9% tiene únicamente estudios de educación básica y un 15% solo ha logrado completar la educación secundaria.⁹

⁷ Ibid 3

⁸ Ibid 3.

⁹ Ibid 3

g) La mayoría de los empresarios de las PYME son del género masculino.

Solo el 26% de los empresarios de la PYME son mujeres que tienen una edad promedio de cuarenta y cinco años, los empresarios masculinos tienen un promedio de edad de cuarenta y cuatro años.¹⁰

h) Los empresarios de las PYME tienen una experiencia empresarial relativamente grande.

El 56% de los empresarios de la PYME tiene una experiencia empresarial mayor de diez años y solamente una quinta parte posee menos de cinco años como dirigente empresarial.

La mayor experiencia empresarial esta presente en el sector de las medianas empresas en donde el 70% de los propietarios y gerentes propietarios tiene mas de diez años de dedicarse a la labor empresarial. Por su parte en el sector de la pequeña empresa, esa experiencia se reduce al 54% de los propietarios y gerentes propietarios.¹¹

i) Las empresas PYME utilizan los servicios de Internet.

La conectividad a Internet tiende a ser mayor en el segmento de las medianas empresas, en el cual siete de cada diez empresas están conectadas.

En el segmento de la pequeña empresa solo tres de cada diez disponen de este servicio.

En conclusión el 44% de las PYME tiene acceso a los servicios de Internet.¹²

¹⁰ Ibid 3

¹¹ Ibid 3

¹² Ibid 3

2.2.1 Organización

La organización es un proceso encaminado a lograr un fin, mismo que fue previamente fijado por la planeación. De este trabajo se derivan las diversas actividades y recursos necesarios para alcanzar los resultados deseados¹³.

De igual forma, la organización en la PYMES es fundamental para hacer que los recursos humanos trabajen unidos en forma efectiva hacia el logro de los objetivos específicos. Dicha organización trae como consecuencia una estructura que debe considerarse como marco que encierra e integra las diversas funciones de acuerdo al modelo determinado por los pequeños y medianos empresarios, el cual sugiere orden, arreglo y relación armónica¹⁴.

El proceso organizativo en las PYMES se ha mantenido de la misma forma a través de los años, en los cuales lo predominante es que sean grupos familiares los que estén presentes en toda la organización, sin embargo algunos cambios aunque pequeños se han manifestado.

Dentro de una organización aplicada a la PYMES es necesario conocer también, los siguientes tres conceptos, ya que son importantes para lograr una organización efectiva:

1. "La autoridad es el derecho a exigir de los subordinados con base en el puesto formal y el control sobre las recompensas y castigos".
2. "La obligación muestra el trabajo asignado a un puesto, y pueden ser mentales o físicas para desempeñar una tarea".
3. "La responsabilidad, se relaciona con el flujo de autoridad y obligaciones, y el subordinado tiene la obligación de realizar su responsabilidad y ejercer la autoridad en los términos de las políticas establecidas".

¹³ Administración y Organización de las PYME, Fundes 2001

¹⁴ Ibid 3

Las decisiones en la empresa se deben tomar a tan bajo nivel como sea posible. Así, el pequeño o mediano empresario, no debe tomar decisiones sobre cuestiones de rutina que pueda manejar bien la supervisión de primera línea. La delegación consiste en el acto bilateral mediante el cual un superior jerárquico confiere deberes y responsabilidades a un subalterno y le da la autoridad que necesita para desempeñar tales funciones.

La base de la organización en la PYMES la forman el trabajo, el personal y el puesto, para proponer una estructura adecuada, se deberán tener presentes las actividades que se realizarán.

2.2.2 Administración

La administración en las PYMES debe abarcar en realidad dos tipos diferentes de actividades: la administrativa y la operacional, que abarca la operación diaria de una empresa y comprende funciones de compras, promoción, control de inventarios, crédito y cobranzas, registro de transacciones, relaciones con los empleados, entre otros.

Las funciones administrativas junto con las operacionales, son los elementos que el pequeño y mediano empresario no puede evitar.

- Una de las fases principales en el desarrollo de una PYME, es la “comercialización”, la cual representa el factor clave para colocar los productos en el mercado de consumo y de esta forma obtener utilidades y además, satisfacer las necesidades de los consumidores.

- La función de producción o técnica, comprende todo el proceso productivo que se realiza en la empresa, desde que entran los insumos (los primeros materiales, los materiales auxiliares, la maquinaria, las herramientas, el personal) hasta que, mediante la conversión adecuada de todos ellos, se obtiene un producto apto para ser consumido.

El mercado no lo crea la naturaleza, sino que es creación de la actividad económica, por tanto, el pequeño y mediano empresario debe forjarse un espíritu de innovación para influir tanto en el mercado como en las transformaciones internas de la empresa, con base en los requerimientos y necesidades del ámbito económico y social del país.

Es muy importante tanto para la pequeña o mediana empresa conocer sobre los clientes, su localización, sus necesidades y deseos, dónde y cómo compran, en qué cantidad y cuánto pagan.

- La función productiva es un problema de equilibrio de costos. La “eficiencia” de la producción es un término relativo que depende del grado de eficiencia de nuestro empleo de los recursos disponibles para una unidad dada de producto. Un sistema de producción eficiente dentro de una economía subdesarrollada será, entonces, el que emplee mucha mano de obra y poco capital para obtener un costo mínimo de capital, mano de obra y materia prima por unidad producto. El sistema de producción optimiza, convenientemente, los bienes y servicios para generar utilidades, las que a su vez fluyen retornando y así comienza otra vez el ciclo.

Una empresa puede producir bienes tangibles o intangibles, por tanto, al fabricar un refrigerador, una empresa tendrá como objetivo la producción de bienes tangibles. Por el contrario, si un despacho de consultores proporciona servicios, su objetivo estará encaminado a la generación de bienes intangibles. Conclusión: la característica de la función física de producción es la generación de cosas (bienes y servicios).

La función principal de una empresa es la fabricación, su actividad más importante consiste en sujetar los abastecimientos y las corrientes materiales a las operaciones de mano de obra y de las máquinas. Cuando por otra parte, la función básica es prestar servicios, la actividad principal consistirá en programar y

administrar la mano de obra y, de ser necesario, también el equipo y los materiales.

- Las finanzas constituyen una función operacional de gran importancia para gran cantidad de actividades administrativas.

La administración financiera en la PYMES debe estar ligada con la operación de lograr y mantener liquidez y las ganancias de una empresa. En toda empresa, determinados miembros de la administración deben reunir, clasificar, analizar, estudiar e interpretar la información financiera formando un plan combinado de requerimientos financieros y de sus consecuencias financieras en las operaciones.

- La administración de personal constituye uno de los campos más importantes de la administración actual. El objetivo de la administración de personal es regular de manera justa y científica las diferentes fases de las relaciones de trabajo en una organización, para promover al máximo el mejoramiento de sus servicios y bienes de producción. La ejecución de un sistema de administración de personal requiere del establecimiento dentro de la estructura orgánica de la empresa de unidades administrativas, cuyos titulares posean la debida preparación técnica para dirigir todas las fases del sistema. La administración de personal le interesa conseguir y conservar un equipo humano de trabajo.

Una parte importante del éxito de cualquier pequeña o mediana empresa, dependerá básicamente de las correctas adquisiciones que realice, ya que las compras demandan una adecuada administración, en virtud de que las compras son medios trascendentes para la existencia de las empresas.

- Toda empresa tiene un departamento de compras, sobre él, las responsabilidades de adquirir insumos (materia prima, partes, herramientas,

artículos de oficina y equipo), indispensables para la producción de “bienes o servicios”, poniendo mucha atención para conseguirlos.

La acción de organizar, implica dar a las partes de un todo, la estructuración necesaria para que pueda funcionar.

Para lograr una adecuada organización del departamento de compras, se deben considerar los aspectos siguientes:

- a) Fijar objetivos.
- b) Que sea funcional.
- c) Diseñar e implementar el sistema de organización.

En una pequeña o mediana empresa, aunque el volumen de compras es mínimo y poco heterogéneo, por lo que se puede organizar de tal manera que tal función recaiga en una sola persona y con un auxiliar para apoyarlo en trabajos complementarios.

Toda función administrativa implica papeleo. El propósito de este trabajo es el de proporcionar información necesaria para que la empresa cumpla con su misión. La información puede referirse a costos, compras, pedidos, sueldos y salarios, reportes, etc.

2.3 Ubicación de las PYME en la economía de El Salvador

2.3.1 Desarrollo Histórico.

En El Salvador, la evolución de las medianas y pequeñas empresas comienza durante la década de 1950 cuando la confección se venía efectuando totalmente en forma artesanal y aunque ya habían surgido pequeñas fábricas con obreros que generalmente incluían a sus propietarios, su producción era casi totalmente manual, con la utilización escasa de maquinaria mecánica. El sector de la mediana y pequeña empresa en El Salvador fue fortalecido mediante la inversión extranjera

en el área centroamericana, durante la década de 1960, que en forma directa se incrementó en un 94.5%, con lo cual el proceso de Industrialización se favoreció y permitió un crecimiento sostenido hasta finales de los años 70's, por lo que muchos propietarios invirtieron en la adquisición de maquinaria más especializada y compleja siendo estas en su mayoría usada, y pocos empresarios compraban maquinaria nueva¹⁵.

El área de mantenimiento, para los propietarios era considerado como una actividad que ocasionaba problemas, ya que incrementaba los gastos, al realizar cambio de piezas y adquirir nuevos repuestos para no parar la producción. Se fue creando una cultura de reparar la maquinaria hasta que ya no funcione.

La especialización de los operarios se fue dando gradualmente al conocer a través del tiempo los diferentes problemas y fallas que se daban en la maquinaria y equipos, determinando una posible solución ante los problemas dados. Los paros de producción se fueron dando de forma constante al no tener un control sobre el nivel de desgaste de ciertas piezas o accesorios de las máquinas y equipos.

Es importante definir lo que paso con la PYME en la década de los 80 porque esta década marca un hecho muy especial en la historia del país, es una década bastante singular, con una serie de alternaciones políticas, sociales y económicas en donde puede decirse que se percibe por primera vez , real y lógicamente el financiamiento de a PYME

Según análisis del Banco Centroamericano de Integración Económica, en la década de los 80's surgieron entre 75 mil y 100 mil micros y pequeños empresarios; ha sido la década con más desarrollo del sector de la micro y pequeña empresa en el país. Esa cantidad demuestra que el país ha tenido una capacidad empresarial sumamente fuerte y que los hechos políticos de la década de los 80 en gran medida obligaron o produjeron unos fenómenos de creación de

¹⁵ Desafíos y oportunidades de las pequeñas y medianas empresas en El Salvador, Fundapyme 2002

micro y pequeña empresa. Indudablemente el escenario que más incidió sobre esto, fue la inestabilidad que se generó para el desarrollo del sector privado en términos generales y específicos de la gran empresa en el país que fueron provocados por la guerra, por el conflicto social.

El conflicto social traducido en los hechos de violencia en la guerra, marca el hecho más importante de la década de los 80's. La guerra en El Salvador hace cambiar fundamentalmente la estructura de producción, la gran empresa empieza a desinvertir en el país, a producirse una fuga de capital y una salida de empresarios hacia otros países, Guatemala especialmente en el área centroamericana, y capital salvadoreño que va hacia los Estados Unidos, produciéndose con esto una desinversión y cerrándose cerca de cien o ciento cincuenta medianas y grandes empresas, especialmente las ubicadas en la zona industrial del país.

Lo anterior produce el fenómeno de la desinversión, los primeros cinco años de la de cada de los 80's, los que sucede es que hay una fuga, que en el año 83 alcanza un nivel de 7% en términos del Producto Interno Bruto, lo cual es una cantidad sumamente fuerte para una economía como la nuestra.

Las PYMES salvadoreñas registraron un crecimiento importante en la década de los 80's debido al conflicto armado siendo un elemento negativo para el país pero que la final se ha traducido en un elemento que ha un resultado positivo como el crecimiento de dicho sector.

Para la época de los años 80's las medianas y pequeñas empresas aumentaron considerablemente su importancia y crecimiento debido a ciertos factores: i) el cierre de empresas ocurrido en el sector formal como resultado del conflicto y de la crisis económica; ii) los desplazamientos poblacionales del campo a la ciudad; iii) el aceleramiento del proceso de terciarización de la economía; iv) la crisis del sector agropecuario; y v) el mayor proceso de urbanización. Este crecimiento se

enfocó en dos aspectos: producción y ventas. Las actividades de soporte o auxiliares se mantienen en segundo plano, el mantenimiento sigue siendo una actividad que genera costos excesivos y no se logra un control de las fallas y desgastes de los equipos. La vida útil de las máquinas es más corta por la cultura de los empresarios de reparar hasta que la máquina no funcione.

Durante la década de los noventa, mientras las grandes empresas inician sus procesos de implementación de programas de mantenimiento para disminuir costos y mejorar el porcentaje de disponibilidad de los equipos, los pequeños y medianos empresarios siguen con la falta de organización en esta área, teniendo pérdidas que pueden ser recuperables en aspectos administrativos como de la ingeniería del mantenimiento.

En el nuevo milenio, las pequeñas y medianas empresas se han convertido en un sector importante por el papel que desempeñan desde el punto de vista económico y social, ya que aportan al producto interno bruto del país un porcentaje considerable, así como la tasa de empleo generado por dicho sector es el más alto; esto permite que las instituciones gubernamentales y no gubernamentales centren su mirada en este sector para consolidar a través de herramientas de gestión y desarrollo de tecnologías apropiadas para lograr un crecimiento acelerado del sector

2.3.2 Evolución económica.

En la década de los años 70's, la política más importante era impulsar el desarrollo industrial de la gran empresa, esa fue la estrategia que siguió el país, a partir de los 80 los organismos internacionales como Banco Mundial, BID, Fondo Monetario Internacional, han cambiado su esquema, su forma de pensar y se han dado cuenta que el sector informal o el sector de la micro, pequeña y mediana empresa representa una fuerza laboral significativa y ha ido orientando poco a poco sus

política, sus préstamos, su apoyo financiero y técnico a este sector y esa ola nos ha llegado a El Salvador y hemos montado sobre esa ola de apoyo de la PYMES. La economía en la década de los años 80's sufre una reducción drástica; esta caída de la producción y de la economía en su conjunto vuelve a afectar al sector de la gran empresa, y hace que su estímulo para invertir sea negativo, no así para el sector PYMES, a pesar de la crisis económica que se plantea y de la cual naturalmente este sector ha resultado ser una de las víctimas más grande, inicia un proceso de inversión y ese es un elemento importante que pese a la crisis económica, el sector de la PYME invirtió en el país, hubo confianza o al menos hubo una necesidad de invertir para poder desarrollarlo y para poder crecer, de manera que es el sector que sostuvo la economía y que en gran medida sigue sosteniéndola.

Para la década de los años noventa la economía experimenta un leve crecimiento debido a que es una época de reconstrucción la cual permite la generación de una gran cantidad de empleos, lo que influye en el poder adquisitivo de los hogares, permitiendo una apertura para el mercado de la oferta y demanda de productos.

En el nuevo milenio, la tendencia de la economía globalizada, la apertura de tratados de libre comercio, genera una nueva forma de realizar negocios, en los cuales las empresas con más ventajas competitivas incrementan sus ganancias que las que siguen bajo formas de gestión obsoletas.

2.3.3 Sectores que la conforman.

Las actividades que producen bienes y brindan servicios a la población del país se denominan actividades económicas. Su fin es proporcionar bienestar a las personas y satisfacer necesidades y se clasifican de la siguiente manera:

- Primarias, se relacionan con el aprovechamiento de los recursos naturales. La agricultura es una actividad primaria dedicada al cultivo de productos vegetales como el café, caña de azúcar, maíz, frijol, arroz, hortalizas y

frutas tropicales. La ganadería y la minería también son actividades primarias.

- Secundarias, son las actividades orientadas a convertir materia prima en manufactura o productos elaborados. La industria es una actividad secundaria que produce alimentos procesados, maquinaria, textiles o químicos.
- Terciarias, no producen bienes materiales, sino servicios. El comercio es considerado una actividad de este tipo. Es muy importante ya que a través de este se realiza el intercambio de la producción agrícola e industrial del país. Otras actividades terciarias son: el transporte, el turismo, la educación, la atención médica, los servicios bancarios y de seguros.

Según datos obtenidos por un estudio realizado por el Banco Mundial la distribución porcentual de estos sectores en nuestro país es del 13.2% para el sector primario, del 26.7% para el sector secundario y un 60.1% para el sector terciario.

La pequeña y mediana empresa esta conformada por tres sectores los cuales son:

- Industria.
- Comercio.
- Servicio.

La mayor influencia de las pequeñas y medianas empresas en la economía nacional se da en el sector terciaria, ya que el servicio representa el 52% del PIB total del sector servicio. A continuación se sitúan los establecimientos PYME del sector comercio, con un aporte de 44% al PIB total de este sector, el sector secundario mediante establecimientos de la PYME representa el 39.6% del PIB total de dicho sector.

El sector de la industria se subdivide en los siguientes rubros:

- Alimenticios, bebidas.
- Textiles, prendas de vestir e industria del cuero.
- Industria de la madera y productos de maderas, incluidos muebles.
- Fabricación de papel y productos de papel imprentas y editor.
- Fabricación de sustancias químicas y productos químicos derivados del petróleo y el carbón caucho y plástico.
- Industrias metálicas básicas.
- Fabricación de productos metálicos, maquinaria y equipo.

2.3.4 Relación con el PIB.

Según las estimaciones del Banco de Reserva de El Salvador (BCR), para el 2001, el Producto Interno Bruto (PIB) alcanzó la cifra de \$13,739 millones, lo que representa un PIB per cápita de \$2,148. Representando este un 20% del PIB centroamericana, detrás de Guatemala y Costa Rica.

En cuanto a la contribución al PIB del sector PYME, el Ministerio de Economía estima que esta contribución asciende a un 45.3%.

Si se divide a los establecimientos PYME en tres segmentos, en función del número de trabajadores que emplean las empresas, se puede observar que la participación de las PYME en la generación del PIB tiende a ser mayor en el segmento de establecimientos que utilizan de diez a cuarenta y nueve empleados, mientras que tiende a ser menor en el segmento de cincuenta a noventa y nueve empleados

Lo anterior es debido al mayor peso relativo en términos de empleo que el segmento de diez a cuarenta y nueve empleados representa dentro del total, ya que, no obstante, en este tramo se ubica la tercera parte del total de

establecimientos PYME, se genera al mismo tiempo el 55 % del total de empleos de este sector

Respecto a la contribución de la PYME a la formación sectorial del PIB, destaca en primer lugar, el aporte de los establecimientos del sector servicios, los cuales aportan el 52% del PIB total del sector servicios. A continuación, se sitúan los establecimientos PYME del sector comercio, con un aporte de 44% al PIB total de este sector, y, finalmente, los establecimientos de la industria con una contribución de 39.6% al PIB sectorial correspondiente.

Por otra parte, no se descarta la existencia de un problema de sobreestimación de la contribución de las PYME al PIB, la cual se deriva de los criterios utilizados por la Encuesta Económica del Ministerio de Economía para la clasificación de las empresas por tamaño. Además, esta clasificación sirve de base para la estimación de la participación de los segmentos empresariales en la formación del PIB.

El uso exclusivo del criterio de número de empleados para determinar el tamaño de un establecimiento puede conducir a resultados equívocos en la medida en que un establecimiento que utiliza pocos empleados, puede, al mismo tiempo, poseer un volumen alto de activos que le permita un alto nivel de producción y/o de facturación, los cuales a su vez, se traducirán necesariamente en una contribución significativa al valor agregado sectorial.

La necesidad de generar un mayor y mejor conocimiento de las características y dinámica empresarial de las PYME salvadoreñas debería estar acompañada de mejoras en la metodología utilizada para recabar información sobre el sector.

2.4 Influencia e interrelación con otros sectores económicos del país

Por la diversidad del sector de la PYME en el país y por la importancia en la economía nacional, se interrelaciona con diferentes sectores, desde la década de los ochenta los gobiernos han desarrollando políticas que favorezcan el desarrollo de estas, creando diferentes incentivos económicos financieros por medio de los

cuales puedan obtener prestamos para financiar proyectos para la introducción de nuevas tecnologías, procesos, etc. también se creo CONAMYPE siendo esta una institución gubernamental cuyo enfoque es el crecimiento sostenible de las micro, pequeñas y medianas empresas salvadoreñas.

Las PYMES cuentan con el apoyo de instituciones no gubernamentales sin fines de lucro que realizan aportes a dicho sector mediante el desarrollo de proyectos, en los cuales se ofrece asesoría técnica y equipo con el fin de poder explotar los recursos con los que cuentan ciertas comunidades y mejorar de esta manera la calidad de vida de los habitantes.

Las PYME establecen relaciones económicas o alianzas estratégicas con diferentes sectores de la economía nacional, ya que en muchos de los casos las grandes empresas realizan subcontrataciones para el desarrollo de proyectos internos, en los cuales es factible delegar actividades a empresas que cuentan con grado de especialización y experiencia en el ramo, con el sector gubernamental de igual manera la PYME establece relaciones, mediante los proyectos que ponen a licitación.

Mediante la apertura de los mercados por los tratados de libre comercio que se ratifican, las PYME establecen relaciones con el sector exportador nacional y con diferentes entidades a nivel internacional para realizar negociaciones que le permita expandir su mercado.

2.5 Aspectos administrativos y financieros

2.5.1 Ingresos y costos

La pequeña y mediana empresa en El Salvador en promedio, más del 19% reportaron que las ventas habían aumentado entre 1998 y 1999, comparando con las que reportaron que las ventas habían declinado, el 17% reportaron que las

ventas se mantenían sin cambio cada año con año. Más empresas en el sector comercial reportaron aumento en las ventas¹⁶.

Sin embargo, la mayoría de las empresas reportaron que tenían significativos excesos de capacidad instalada, lo que explica por qué el empleo no aumentó a pesar de que fueron más las empresas que reportaron que las ventas habían subido que las indicaron que las ventas habían declinado. La razón principal que dieron para no vender más que fue que la competencia era muy fuerte o que la demanda no era adecuada.

En 1999, el 60% de las ventas fueron en San Salvador; 34% fueron en otras partes de El Salvador y solamente el 6% fueron exportadas. La competencia tanto de importaciones como de competidores locales no se han identificado significativamente, y se percibe un sentimiento de conformismo entre los propietarios de las pequeñas empresas en particular y en el sector empresarial en general.

El principal problema percibido por los empresarios en el sector financiero, fueron las altas tasas de interés, las cuales desalientan el endeudamiento entre las empresas pequeñas. En una escala de 1-5, en donde cinco es la percepción más severa, se observó que la clasificación más alta en financiamiento fue en todos los casos menos de cuatro. Problemas relacionados con garantías y tasas altas de interés fueron juzgados menos severos que en 1997, mientras que los requerimientos de documentación e historial de crédito se estimó que también constituyen un problema.

Aproximadamente el 50% de las empresas pequeñas y cerca del 30% de las medianas en la muestra, no reciben ningún financiamiento, y actualmente hay menos empresas medianas que gozan financiamiento de las que habían hace tres años. Esta es una cifra sorprendentemente baja y refleja el relativo estancamiento

¹⁶ Ibid 3

del sector; las empresas de rápido crecimiento no pueden existir sin inyecciones significativas de financiamiento., lo cual es una confirmación de un camino de crecimiento menos que dinámico.

El balance muestra la estructura de un negocio (ver cuadro 2), mientras que los estados de flujo de caja muestran como están asignados los cambios en los rubros del balance entre activos y pasivos. El lado del pasivo en el balance indica las fuentes de financiamiento (el patrimonio del propietario, los préstamos y el crédito comercial). El lado del activo muestra los usos que se le dieron a los fondos obtenidos del pasivo¹⁷.

PASIVO (Fuente de los Fondos)	ACTIVO (Uso de los Fondos)
a. Capital accionario inicial	h. Capital fijo
b. Utilidades retenidas	Edificios
c. Financiamiento a largo plazo, bonos	Maquinaria
d. Financiamiento de arrendamiento	
e. Acreedores comerciales	Capital de trabajo
f. Líneas de crédito de instituciones financieras	i. Inventario de materia prima
g. Otros préstamos	j. Inventario de trabajo en progreso
	k. Inventario de productos terminados
	l. Deudores comerciales
	m. Efectivos/otros activos circulantes

Cuadro N° 2

2.5.2 Eficiencia de los procesos

A medida que crece la empresa, también lo hacen los activos necesarios para que el negocio funcione. No solamente habrá necesidad de más activos fijos, sino que la tendencia de los activos circulantes también debe aumentar; por ejemplo, en una empresa manufacturera, los inventarios de materia prima más altos permiten un cumplimiento más rápido de las órdenes.

¹⁷ Las pequeñas y medianas empresas en El Salvador: Un Potencial en Desarrollo, Fusades 2001

Más trabajo en proceso permiten líneas más largas de producción, las cuales generan mayores eficiencias de escala; mayores inventarios de productos terminados permiten que se cumplan las órdenes más rápidamente. Los bienes de capital usados dependerán del retorno a tecnologías alternas en el proceso de producción y al costo relativo de la mano de obra.

La tecnología de información reducirá el monto del inventario, necesario para protegerse contra faltantes. La eficiencia de los procesos dependen de la gestión realizada por los propietarios para inyectar el mayor aprovechamiento de los activos y recursos con los que disponen para incrementar sus utilidades en base a productos de calidad, tiempos de entrega efectivos, niveles de ventas ascendentes, etc.

2.5.3 Niveles Productivos

Debido a que todas las fuentes de fondos con excepción del capital accionario, utilidades retenidas y crédito comercial, no están disponibles a la pequeña empresa que quiere expandirse, ésta no puede crecer tan rápidamente como lo harían si los mercados financieros estuvieran más desarrollados. Es más, puede suceder que tengan que economizar en inventario de todas clases y en inversión de bienes de capital a un grado mayor del que dictarán consideraciones de eficiencia en otras circunstancias. Todo esto afecta a los niveles productivos a escala de las empresas. Por lo tanto la decisión con respecto a cual tecnología adoptar en producción, cuánto inventario retener o si la compañía debe expandirse, no depende del historial de la persona que administra la empresa o de su habilidad para convencer a los prestadores de que las ideas son sanas, sino más bien de las circunstancias personales y específicamente de los bienes inmuebles que el dueño posee. Las alternativas disponibles para los empresarios cuyos activos personales no son grandes, son limitadas y tienen profundas consecuencias en la eficiencia de sus empresas y, en términos generales, en la asignación de recursos para alcanzar niveles de productividad aceptables.

Dichas consecuencias son reflejadas de la siguiente forma:

- Líneas de producción más cortas debido a inventarios de materia prima, trabajo en proceso y productos terminados subóptimos.
- Despachos de entrega muy prolongados, situando a las pequeñas compañías nacionales en desventaja al competirlas con empresas más grandes e importadores bien financiados.
- Efectos negativos de productividad, los productores menos eficientes, pero con acceso a capital pueden sacar del mercado a los productores más eficientes que no tienen acceso a financiamiento, en particular , debido a que la mano de obra es relativamente menos costosa que el capital.

2.5.4 Mano de obra Involucrada

Las pymes entrevistadas en las encuestas de 1997 y 1999 desarrolladas por Fusades¹⁸, indicaron que los problemas principales que confrontaban con su capital físico de producción eran el equipo viejo y la falta de trabajadores capacitados. Un número sustancial de empresas de todos los tamaños reportaron que era un problema obtener trabajadores capacitados. En un período cuando el crecimiento es bajo, el desempleo es alto y el sector informal está creciendo, esto indica un problema con el capital humano en El Salvador. Los problemas de educación que datan desde los años de la guerra civil, así como el alto grado de analfabetismo dificultan la obtención de trabajadores capacitados. Una discusión detallada sobre el sistema educativo esta fuera del alcance de este documento; sin embargo, claramente hay un gran número de adultos que no poseen las habilidades necesarias para participar en una economía competitiva moderna y este problema debe ser atendido.

¹⁸ Encuesta económica a las Pymes, Fusades 2001

Aproximadamente el 40% de los dueños de pequeñas empresas reportan que han tenido dificultad con la falta de capacitación de su personal. Las dos principales áreas en donde tienen problemas son: los trabajadores y operarios; y con el personal técnico. La falta de calificación del personal administrativo fue reportada aproximadamente por el 10% del total de pymes.

Cerca del 45% de las empresas reportaron que han capacitado a sus empleados durante los últimos dos años; la capacitación fue dividida en áreas en donde las empresas reportaron problemas con sus operarios, trabajadores técnicos y trabajadores administrativos recibiendo éstos más capacitación que los otros. Las empresas que si dieron capacitación, se dividieron casi igualmente entre capacitación interna y capacitación externa y recibieron capacitación en tecnología, finanzas, y tareas administrativas y sobre control de calidad. Los dueños y gerentes mismos reportaron haber recibido capacitación gerencial y administrativa, administración financiera, estándares de calidad y técnicos y computación.

2.5.5 Costo por reparaciones en instalaciones, maquinaria y equipo

Es interesante notar que las empresas medianas indicaron¹⁹ que sus problemas con el equipo viejo habían mejorado entre 1997 y el final de 1999, mientras que las pequeñas empresas observaron que sus problemas aumentaban. Esto es consistente con las observaciones hechas sobre el sistema financiero. Debido a las altas tasas de interés que enfrentan las pequeñas empresas, éstas están teniendo dificultades para financiar inversión para actualizar su planta y equipo. Las empresas medianas reportaron menos problemas, porque para ellas las tasas de interés han disminuido y el acceso a crédito ha mejorado.

¹⁹ Ibid 16

Por otra parte, los problemas de mantenimiento han aumentado grandemente para las empresas medianas, mientras que han declinado ligeramente para las pequeñas; en relación con esto, aproximadamente una de cada cinco de las empresas pequeñas y cerca de la misma proporción en el caso de las grandes, reportaron sus dificultades para obtener repuestos, una cifra que ha cambiado durante los últimos tres años.

Los principales problemas con respecto al mantenimiento en la pequeña y mediana empresa son los siguientes:

- Equipo viejo.
- Falta de conocimiento sobre reparación o mantenimiento.
- Dificultad de obtener repuestos.
- Dificultad de obtener materia prima.
- Problemas de energía eléctrica.
- Falta de trabajadores capacitados.
- Dificultad para producir buena calidad.
- Otros.

2.5.6 Niveles de inversión.

Un problema comúnmente mencionado en El Salvador es que las pequeñas y medianas empresas no le conceden suficiente atención a la introducción o inversión de nueva tecnología, consecuentemente no pueden competir en un ambiente globalizado. Muchos observadores describen este problema como el más importante que enfrentan las PYME y manifiestan que sin un cambio significativo, las pequeñas empresas en El Salvador no mejorarán.

Solamente el 13% de los propietarios tienen equipos de producción menos de cinco años, una cifra sorprendentemente baja en una época en la que la tecnología está cambiando a un ritmo muy rápido.

Por otra parte, el 66% de empresas que emplean a menos de 10 personas, no usan computadoras, esta es una indicación más que las PYME en El Salvador están renuentes a adoptar tecnología en sus empresas.²⁰

El Internet promete mejoras en todas las áreas de esfuerzo humano en donde los conocimientos hacen la diferencia, abre nuevas oportunidades para redes de capacitación, tutoría y consultoría que enlazan la experiencia y conocimiento mundiales con los empresarios locales, en otras palabras, forma parte de la solución PYME.

Sin embargo las tasas de penetración en El salvador todavía son bajas. Con tantas empresas pequeñas que ni siquiera tienen una computadora, el potencial actual para aliviar los problemas es reducido, aunque la promesa es grande. También están surgiendo oportunidades para las pymes para generar competitividad a través del uso de aplicaciones basadas en Internet, por ejemplo: logística, planillas, contabilidad, entre otras. Esto elimina intermediarios, proporcionando un apoyo firme para exportar no solamente bienes, sino también servicios, apoyándose en la informática. Los rápidos desarrollos en el campo de la tecnología de información ofrecen tanto oportunidades como amenazas a las PYME de un país en desarrollo. La oportunidad es que las tecnologías emergentes potencialmente dan a las PYME de un país en desarrollo y a sus intermediarios, espacios ampliamente mejorados para lograr acceso a importante información y servicios., fuentes de tecnología, mercados, capital y suministros; la amenaza es que el bajo nivel de conocimiento y la ignorancia de los beneficios de la tecnología desalentará más la inversión, resultando en una brecha mayor con otras naciones.

²⁰ Ibid 16

CAPITULO III. EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Dada la relación tan estrecha entre los conceptos de servicio, calidad de servicio y mantenimiento, es necesario definir cada uno estableciendo las relaciones entre ellos. El servicio, calificado como la utilidad que presta una cosa o las acciones de una persona (física o moral), para lograr la satisfacción directa o indirecta de una necesidad, es algo subjetivo, pues se determina por el concepto que una persona tiene, de lo que debe obtener de otra, en retribución del pago que de alguna forma efectúa.

Desde épocas remotas, el ser humano ha buscado servirse de los recursos materiales que lo rodean para lograr la satisfacción de sus necesidades, ha creado cada vez mas complicados aparatos partiendo de las características básicas de elementos en la naturaleza y, así como el rudimentario martillo de cavernícola dejaba satisfecho a su dueño siempre que quería golpear algo, la avanzada máquina automática de un moderno taller de zapatería logra complacer a su operario cuando golpea clavos para colocar tacones a un ritmo de 80 por minuto; es claro que si el zapatero mencionado pudiese obtener el mismo servicio mediante el martillo del cavernícola, sin duda elegiría este ultimo por su costo menor y el poco mantenimiento que requiere.

La calidad de servicio, entendiendo esta como el grado de satisfacción que logra dar a una necesidad mediante la prestación de un servicio, por su propia esencia implica la presencia de dos personas o entidades diferente, el que recibe el servicio y el que lo proporciona. La calidad de servicio podrá ser evaluada y siempre estará en relación directa con las expectativas del receptor del mismo; así tenemos por ejemplo que existe gente dispuesta a gastar treinta mil o cuarenta mil dólares por un lujoso automóvil, cuando es seguro que se puede obtener la misma calidad en el servicio de transporte por una suma menor, lo que aquí se busca es el servicio que da el carro a su poseedor al hacerlo sentir proyectado como un triunfador ante los demás miembros de la sociedad.

3.1 Definición de Mantenimiento

Considerando los conceptos anteriores: servicio y calidad de servicio; podemos decir que el mantenimiento es la combinación de actividades que mantiene o conserva la calidad de servicios que prestan los equipos, sistemas, máquinas, instalaciones y edificios en condiciones seguras, eficientes y económicas²¹.

El mantenimiento es un factor importante en la calidad de los productos y puede utilizarse como una estrategia para una competencia exitosa. Las inconsistencias en la operación del equipo de producción dan como resultado una variabilidad excesiva en el producto y, en consecuencia, ocasionan una producción defectuosa para producir con un alto nivel de calidad, el equipo de producción debe operar dentro de las especificaciones, las cuales pueden ser alcanzadas mediante acciones oportunas de mantenimiento.

Un sistema es un conjunto de componentes que trabajan de manera combinada hacia un objetivo común. El mantenimiento puede ser considerado como un sistema con un conjunto de actividades que se realizan en paralelo con los sistemas de producción. Los sistemas de producción generalmente se ocupan de convertir entradas o insumos, como materias primas, mano de obra y procesos, en productos que satisfacen las necesidades de los clientes. La principal salida de un sistema de producción son los productos terminados; una salida secundaria es la falla de un equipo. Esta salida secundaria genera una demanda de mantenimiento. el sistema de mantenimiento toma esto como entrada y le agrega conocimiento experto, mano de obra y refacciones, y produce un equipo en buenas condiciones que ofrece una capacidad de producción.

En el presente esquema (ver figura 1) se muestra la relación entre los objetivos de la organización, el proceso de producción y el mantenimiento:

²¹ Administración en el Mantenimiento, Enrique Dounce, CECSA, 1992

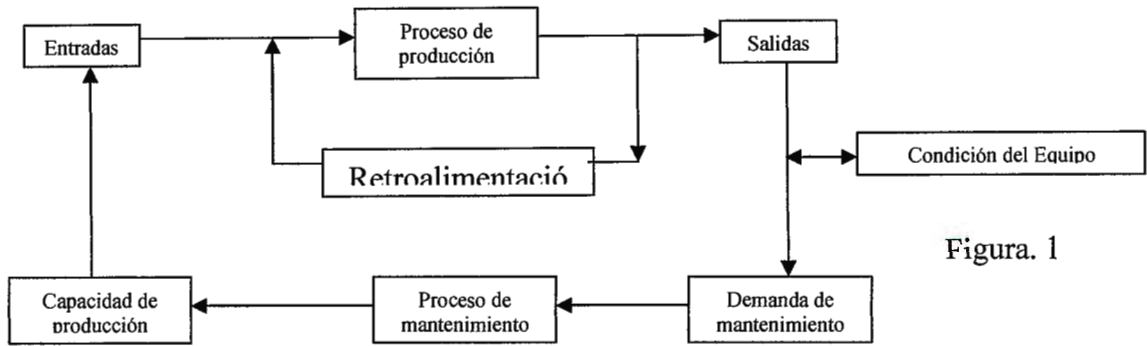


Figura. 1

Un sistema de mantenimiento (ver figura 2) puede verse como un modelo sencillo de entrada-salida. Las entradas de dicho modelo son la mano de obra, administración, herramientas, refacciones, equipo, etc., y la salida es equipo funcionando, confiable y bien configurado para lograr la operación planeada de la planta. Esto nos permite optimizar los recursos para aumentar al máximo las salidas de un sistema de mantenimiento.

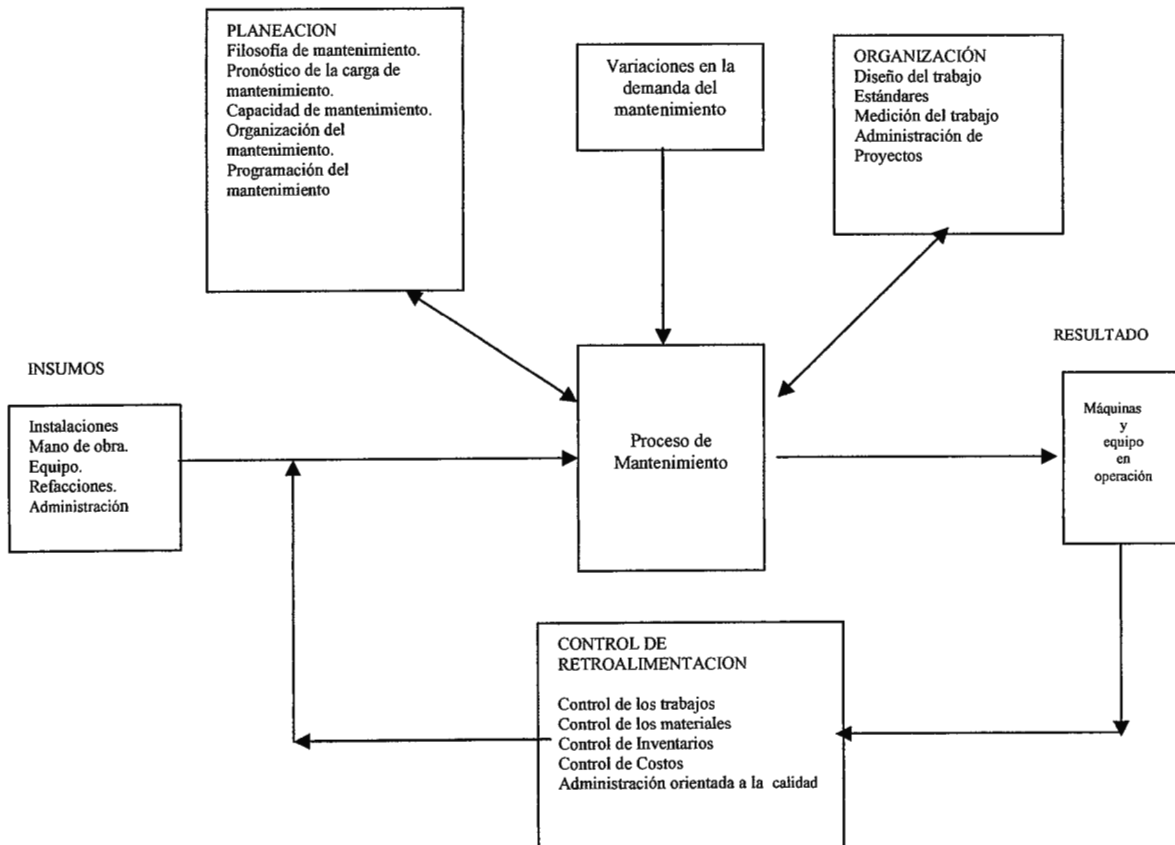


Figura. 2

3.2 Objetivos del Mantenimiento

El mantenimiento contribuye al cumplimiento de las metas establecidas en los sistemas de producción elevando al máximo las utilidades a partir de la reducción al mínimo del tiempo muerto de la planta; mejorando la calidad, incrementando la productividad, y entregando oportunamente los pedidos a los clientes.

3.2.1 Objetivo General

Garantizar la disponibilidad y eficacia requerida de los equipos e instalaciones, asegurando la duración de su vida útil y minimizando los costos de mantenimiento, dentro del marco de la seguridad y el medio ambiente.

3.2.2 Objetivos Específicos

- Disminuir el riesgo: Previniendo la probabilidad de ocurrencia de fallas indeseables o no visualizadas.
- Mejorar o recuperar los niveles de eficiencia de la instalación o equipo: Esto se logra con la reducción de costos operativos e incremento de la producción.
- Prolongar la vida operativa: Difiere las decisiones de reemplazo
- Cumplir los requerimientos de seguridad e higiene industrial y medio ambiente.
- Mejorar la imagen de la organización con un realce de la impresión de clientes y entorno, así como el incremento de la moral de los trabajadores que operan los equipos e instalaciones.

3.3 Características del Mantenimiento

Están relacionadas con el uso eficaz de los recursos disponibles para el mantenimiento.

3.3.1 Funciones Primarias

Son las que comprenden la justificación del sistema de mantenimiento implementado en la empresa. Están claramente definidas por los objetivos:

1. Construcción y conservación de edificios.
2. Conservación eficiente de las instalaciones mecánicas.
3. Conservación eficiente de las instalaciones eléctricas.
4. Seguridad contra accidentes de la empresa, y protección contra incendios, desastres naturales, robos y otros servicios.
5. Conservación de patios y terrenos.

3.3.2 Funciones Secundarias

Consecuencia de las características particulares de cada empresa y estrechamente vinculadas con las actividades de mantenimiento. Están definidas con precisión y consignadas por escrito con el objeto de asegurar su total cumplimiento.

Se distinguen, distintas áreas y dentro de ellas pueden enumerarse acciones prioritarias.

- Inventario actualizado de los materiales de mantenimiento (piezas de repuestos, insumos varios);
- Control de costos de las actividades realizadas y pendientes de mantenimiento;
- Aportación de los medios específicos para desarrollar los trabajos de mantenimiento (útiles, herramientas, instrumentos de medida y de control de operación y/o de regulación);
- Capacitación de recursos humanos;
- Programación de las tareas a desarrollar.

3.4 Tipos de Mantenimiento.

Existen cuatro tipos reconocidos de operaciones de mantenimiento, los cuales están en función del momento en el tiempo en que se realizan y las condiciones del equipo e instalaciones, el objetivo particular para el cual son puestos en marcha, y en función a los recursos utilizados, así tenemos:

3.4.1 Mantenimiento Correctivo

Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento reactivo”, tiene lugar luego que ocurre una falla o avería, es decir, solo actuará cuando se presenta un error en el sistema. En este caso si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente el desperfecto para recién tomar medidas de corrección de errores. Este mantenimiento trae consigo las siguientes consecuencias:

- Paradas no previstas en el proceso productivo, disminuyendo las horas operativas.
- Afecta las cadenas productivas, es decir, que los ciclos productivos posteriores se verán parados a la espera de la corrección de la etapa anterior.
- Presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que se dará el caso que por falta de recursos económicos no se podrán comprar los repuestos en el momento deseado.
- La planificación del tiempo que estará el sistema fuera de operación no es predecible.

3.4.2 Mantenimiento Preventivo

Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento planificado”, tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema. Se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento; el fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos.

El mantenimiento preventivo presenta las siguientes funciones:

- Inspección periódica para detectar condiciones que pudieran causar descomposturas, paros de producción o pérdida en detrimento de la función combinada con mantenimiento para controlar, eliminar o evitar tales condiciones en sus primeras etapas.
- Rápida detección y tratamiento de las anomalías del equipo antes de que causen defectos o pérdidas.
- Restauración planeada del deterioro basadas en los resultados de inspecciones.
- Se realiza en un momento en que no se esta produciendo, por lo que se aprovecha las horas ociosas de la planta.
- Se lleva a cabo siguiente un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios “a la mano”.
- Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.
- Esta destinado a un área en particular y a ciertos equipos específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes de la planta.
- Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos.
- Permite contar con un presupuesto aprobado por la directiva.

3.4.3 Mantenimiento Predictivo

Consiste en determinar en todo instante la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la máquina examinada, estando en pleno funcionamiento o parada, para ello se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo. El sustento tecnológico de este mantenimiento consiste en la aplicaciones de algoritmos matemáticos agregados a las operaciones de diagnóstico, que juntos pueden brindar información referente a las

condiciones del equipo. Tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimientos preventivos, y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento y por no producción. La implementación de este tipo de métodos requiere de inversión en equipos, en instrumentos, y en contratación de personal calificado. Algunos ejemplos son:

- Analizadores de Fourier (para análisis de vibraciones).
- Endoscopia (para poder ver lugares ocultos).
- Ensayos no destructivos (a través de líquidos penetrantes, ultrasonido, radiografías, partículas magnéticas, entre otros).
- Termo visión (detección de condiciones a través del calor desplegado).
- Medición de parámetros de operación (viscosidad, voltaje, corriente, potencia, presión, temperatura, etc.).

3.4.4 Mantenimiento Periódico

La prioridad en el suministro del servicio que proporciona una maquinaria es tan grande para ciertas empresas que es necesario reducir al mínimo la presencia de fallas imprevistas; esto se logra generalmente duplicando el equipo y dándole mantenimiento a todo el conjunto simultáneamente después de ciertas horas trabajadas, sin importar si acusa la presencia de fallas o no.

El mantenimiento periódico considera que la probabilidad de cambios en las características físicas de los componentes de una maquinaria en particular, se incrementa a partir de cierto número de horas de trabajo y deberá cambiar determinadas piezas sin importar su estado, inspeccionar otras y proceder conforme al análisis de ellas, limpiar, lubricar, etc. Ejemplo muy característico de este tipo de mantenimiento, es el dado a los aviones que son “detenidos en tierra” después de ciertas “horas de vuelo” y desarmados haciendo cambio de parte aun cuando éstas se encuentren sin falla. La atención de un equipo en el mantenimiento periódico no causa menoscabo en la calidad de servicio proporcionada, ya que otra máquina de las mismas características se hace cargo de ésta.

Desde el funcionamiento-hasta-fallar progresamos al mantenimiento periódico preventivo que a veces es llamado "mantenimiento histórico". En este tipo se analizan las historias de cada máquina y se programan reacondicionamientos periódicos antes de que ocurran los problemas que estadísticamente se pueden esperar. Ya se sabe desde hace mucho que grupos de máquinas similares van a tener proporciones de fallas que se pueden predecir hasta cierto punto, si se toman promedios durante un tiempo largo. Esto produce "la curva de la tina" (ver figura 3) que relaciona la proporción de fallas al tiempo de operación de la manera siguiente:

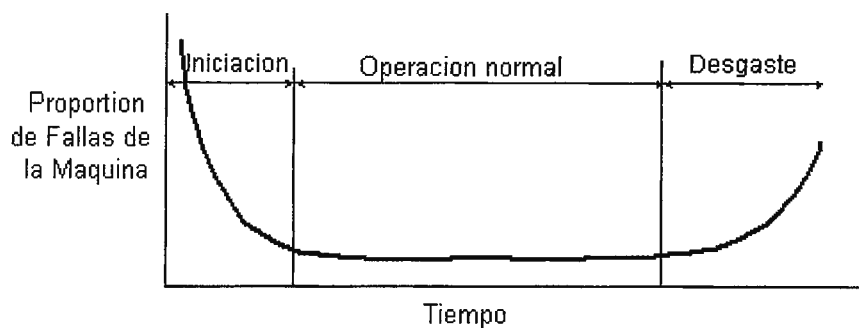


Figura. 3

Si esta curva es aplicable a todas las máquinas del grupo, y si la forma de la curva es conocida, se podría usar el mantenimiento preventivo de manera ventajosa. Lamentablemente eso no es el caso en la práctica.

El mantenimiento periódico también incluye actividades como el cambio del aceite y de los filtros y la limpieza e inspección periódica. La actividad de mantenimiento se puede planificar en base al tiempo del calendario o a horas de operación de la máquina, cantidad de partes producidas etc.

3.4.5 Mantenimiento Proactivo

Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de modo tal que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnicos, profesionales, ejecutivos, y directivos deben estar conscientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las labores de mantenimiento.

Cada individuo desde su cargo o función dentro de la organización, actuará de acuerdo a este cargo, asumiendo un rol en las operaciones de mantenimiento, bajo la premisa que se debe atender las prioridades del mantenimiento en forma oportuna y eficiente.

El mantenimiento Proactivo implica contar con una planificación de operaciones, la cual debe estar incluida en el Plan Estratégico de la organización. Este mantenimiento a su vez debe brindar indicadores (informes) hacia la gerencia, respecto del progreso de las actividades, los logros, aciertos, y también errores.

Los lineamientos y estrategias (ver cuadro 3) que se manejan entre el personal de una empresa se enfocan tanto a los conocimientos como al desarrollo funcional del puesto en el que se encuentren.

FUNCIÓN	CONOCIMIENTOS
Gerentes	<ul style="list-style-type: none"> • Utilidad y beneficios del mantenimiento • Conocimientos generales sobre sistemas de gestión del mantenimiento
Profesionales	<ul style="list-style-type: none"> • Utilidad y beneficios del mantenimiento • Análisis de riesgos. • Diseño de planes de mantenimiento. • Sistema de gestión del mantenimiento. • Sistema de información • Sistema de gestión medioambiental. • Prevención de riesgos laborales. • Instrumentos y herramientas de diagnóstico y reparación.
Ejecutivos	<ul style="list-style-type: none"> • Utilidad y beneficios del mantenimiento • Sistema de información
Técnicos y Operarios	<ul style="list-style-type: none"> • Utilidad y beneficios del mantenimiento • Conocimientos técnicos puros sobre distintas áreas (electricidad, mecánica, soldadura,...etc) preferente mente sobre varias, para obtener un operario de mantenimiento polivalente. • Prevención de riesgos laborales.

Cuadro N° 3

3.4.6 Mantenimiento Programado

Está relacionado a los trabajos recurrentes y periódicos de valor sustancial. Cualquier programa de mantenimiento correctamente confeccionado implicará una inversión inicial de cierta importancia y en relación directa con el valor de una determinada instalación o equipamiento pero, producirá beneficios que sobrepasarán su costo al cabo de la cuarta parte del límite de vida útil de las instalaciones. La duda sobre la aplicación de un programa de mantenimiento se presenta antes de adoptarlo pero nunca después de haberlo hecho.

A mayor grado de complejidad, mayores serán los beneficios del mantenimiento preventivo y programado. Los costos de mantenimiento de los equipos modernos deben ser tenidos en cuenta por cuanto, en el caso de mantenimiento de instalaciones aeroportuarias, el índice de confiabilidad y la necesidad de prestación de los servicios no deben verse afectados por una mala política de mantenimiento sin recursos o por erogaciones descontroladas sin determinar prioridades.

Sobre estas variables, se tendrá en cuenta que no siempre se tienen los mismos beneficios; el material, el stock de elementos de elementos de repuesto, el nivel del personal especializado, son factores que deben ser analizados para el logro de óptimos resultados, apuntándose las siguientes ventajas que el Mantenimiento Programado ha producido a quienes lo han aplicado correctamente:

1. Disminución de horas con sistemas fuera de servicio debido al menor número de detenciones imprevistas.
2. Disminución de cargas de mantenimiento por horas extras.
3. Menor número de reparaciones a gran escala y menor número de reparaciones repetitivas y, por lo tanto, mejor distribución de la fuerza de trabajo.

4. Eliminación de erogaciones por reemplazos prematuros en los distintos componentes debido a la mejor conservación de los sistemas con la ventaja adicional del incremento de la vida útil.
5. Identificación inmediata de los costos anormales de mantenimiento como por ejemplo: aplicación incorrecta, problemas de personal, obsolescencia, etc.
6. Mayor seguridad para el personal y mejor protección del equipamiento en general, lo cual conduce al abaratamiento de los costos de seguros en el caso de su aplicación.

En síntesis, el Mantenimiento Programado es aplicable en todos los niveles, quedando expresamente establecido que no hay limite superior de la fuerza de trabajo. El mantenimiento Programado funciona ya sea para el caso de dos operarios como para un numero ilimitado.

Para el caso de contar la organización con un elevado numero de personal, se deberá tener en cuenta ciertos principios básicos de conducción que recomiendan una adecuada subdivisión en secciones, divisiones y departamentos si fuera necesario, de modo tal que cada jefe no tenga a sus ordenes directas mas de siete personas.

Para establecer una relación entre los tipos de mantenimiento se presenta el siguiente diagrama (ver figura 4):

Diagrama de Relación entre los Tipos de Mantenimiento.

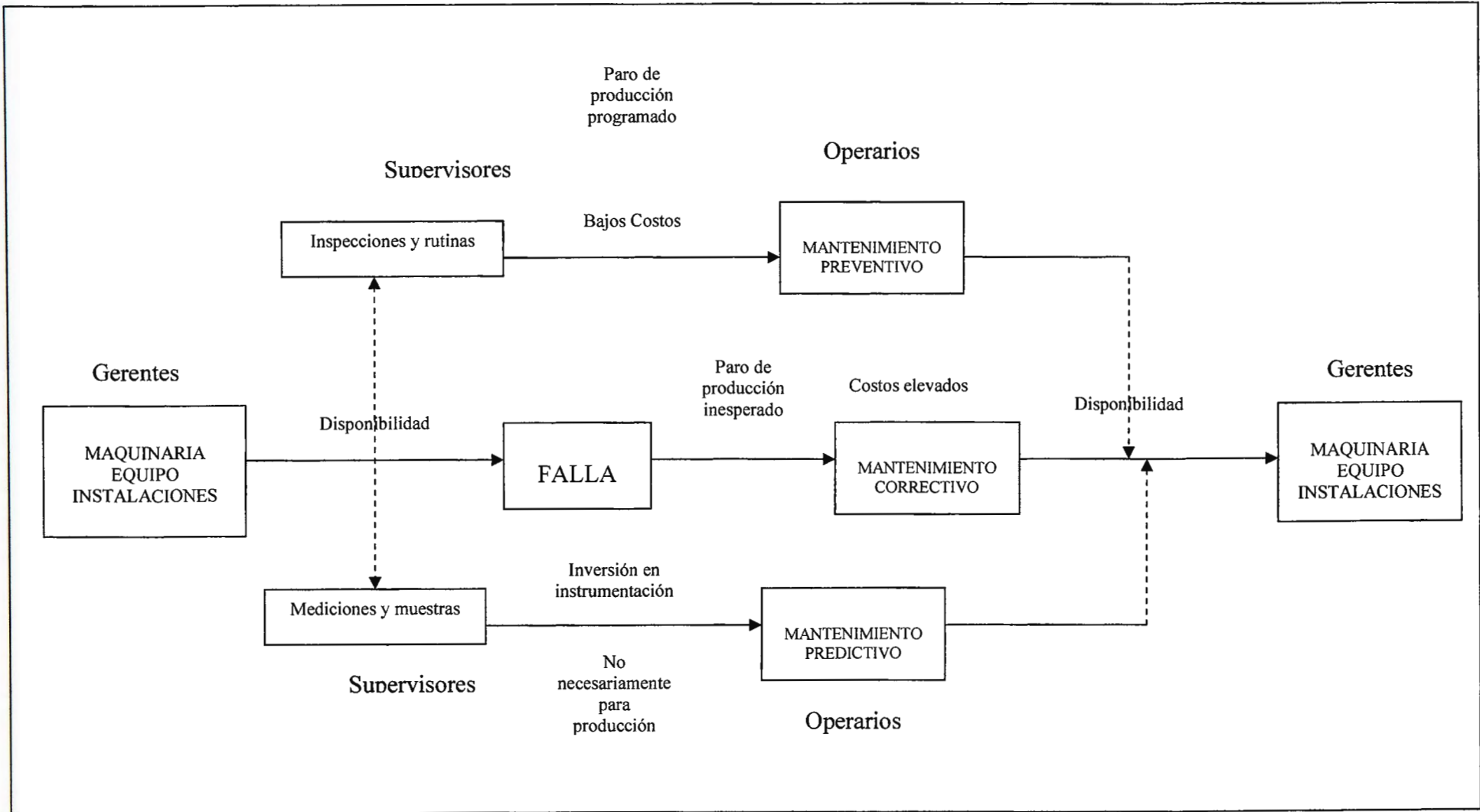


Figura. 4

3.5 Organización del Mantenimiento

Organizar es estructurar y dar forma al departamento de mantenimiento previamente planeado, disponiendo de los recursos de la empresa de tal forma que este pueda funcionar según lo previsto en la planeación, es decir que pueda satisfacer las necesidades de mantener en óptimas condiciones de funcionamiento las instalaciones maquinaria y equipo que son utilizados en la empresa.

Organizar obliga a definir las labores de cada puesto, escoger al personal adecuado para ocuparlos así como disponer en forma funcional el resto de los recursos de la empresa , verificando que cada uno pueda servir para desarrollar plenamente su labor.

La organización de un programa de mantenimiento incluye lo siguiente:

1. Diagnostico

Comprende la determinación de la situación actual de la empresa, es decir en que condiciones se encuentra las instalaciones, maquinaria y equipo.

Además de verificar que tipo de mantenimiento se ha estado implementando.

2. Diseño del trabajo.

Comprende el contenido de trabajo de cada tarea y determina el método que se va a utilizar, las herramientas especiales necesarias y los trabajadores calificados requeridos.

3. Estándares de tiempo.

Son un elemento muy valioso para vigilar e incrementar la eficacia de los trabajadores y de esta manera reducir al mínimo el tiempo muerto de la planta.

4. Administración de proyectos.

Consiste en planear y graficar el trabajo para hacer el mejor uso de los recursos, incluye el desarrollo de redes de actividades, descomposición de los trabajos, estimaciones de tiempo para cada actividad, etc.

3.5.1 Estructura Orgánica

Se considera que los trabajos de mantenimiento esenciales en la mayoría de pequeñas y medianas empresas son desarrolladas en:

- Equipos electrónicos.
- Equipos electromecánicos.
- Equipos eléctricos.
- Equipos mecánicos.
- Instalaciones.

Tomando en cuenta lo anterior podemos definir la línea de nuestro departamento de mantenimiento el cual podría estar integrado por las entidades siguientes:

- a) División de equipos electrónicos.
- b) División de equipos eléctricos y electromecánicos.
- c) División de equipos mecánicos.
- d) División de edificios.

Definitivamente que en una PYME posiblemente no se pueda contar con todas las divisiones anteriormente mencionadas debido a que posiblemente no existan todas las clases de equipos sin embargo el siguiente organigrama (ver figura 5) se puede adecuar a las necesidades de cada empresa.

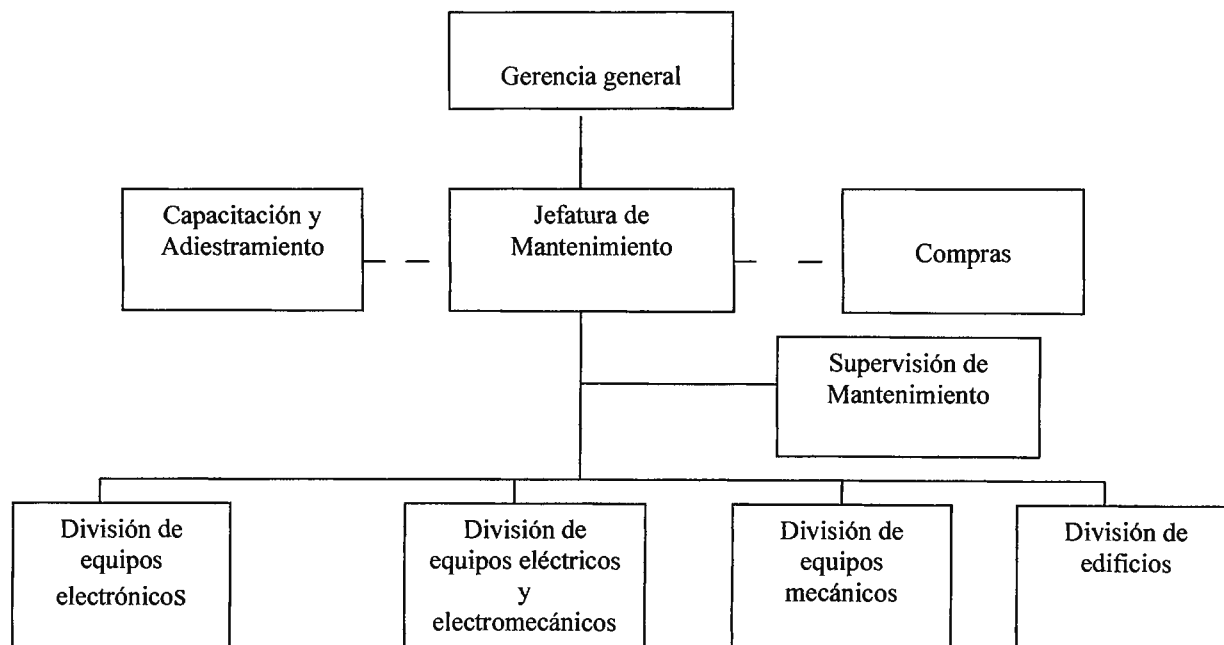


Figura. 5

3.5.2 Autoridad y Responsabilidad

Cuando las personas están ya ejerciendo plenamente sus puestos en el área de mantenimiento es indispensable delegarles la autoridad necesaria para la buena función de las mismas. El jefe del departamento delegará esta autoridad de acuerdo con la capacidad que el subordinado tenga para hacer un buen uso de ella; pero de cualquier forma, si el superior detectara deficiencias en su subordinado y por tal motivo no delega la autoridad necesaria para el puesto es responsabilidad de este facilitarle la instrucción y capacitación necesaria hasta que su subordinado ejerza toda la autoridad que necesite para el puesto.

Para que un jefe de departamento pueda dar órdenes razonables es necesario que provea al subordinado de los recursos necesarios (físicos, técnicos, personales, herramientas vehículos, materiales, conocimiento, etc.) que le permitan cumplir con tales órdenes. Cuando esto ocurra, el jefe del departamento de mantenimiento fuerza automáticamente para que el subordinado acepte la responsabilidad que trae aparejada la autoridad de que hacen uso.

Por otra parte, el jefe del departamento debe poseer ciertas habilidades y aptitudes, que son indispensables para realizar un buen desempeño en la gestión del mantenimiento, es decir, poseer cierto grado de conocimiento del área, tanto teórico como empírico, es decir, de nada sirve una preparación académica, sino va acompañado con un nivel de experiencia que permite un mayor respaldo y criterios para la toma de decisiones sobre el área. Solamente basándose en la experiencia del jefe de mantenimiento, se desperdician oportunidades, esto no permite aprovechar las herramientas ingenieriles, los avances tecnológicos y la aplicación de teorías de costos que generan una mayor eficiencia en la gestión del mantenimiento.

Existen dos tipos de autoridad: aquella que se exige por parte del superior y aquella que por voluntad da el inferior al reconocer en el jefe ciertos atributos que lo catalogan como su líder ideal.

La responsabilidad es la obligación que tienen los empleados encargados del mantenimiento de responder ante sus superiores por sus actuaciones durante el desempeño de sus labores. Esta responsabilidad no puede ser delegada como la autoridad solo se comparte; es decir, el superior puede delegar autoridad a un subordinado, pero no por eso deja de ser responsable ante su jefe del buen o mal uso que el subordinado pueda dar a la autoridad que fue delegada.

- **Responsabilidad de la Gerencia General**

1. Impulsar o apoyar el programa de mantenimiento implantado o por implantar.
2. Aprobación de las medidas y mejoras propuestas.
3. Toma de medidas que motivan al personal a realizar adecuadamente las tareas de mantenimiento que se les asigne.

- **Responsabilidad de la jefatura de mantenimiento**

1. Coordinar todos los trabajos de mantenimiento de acuerdo a la recepción de las órdenes de trabajo generadas por los diferentes departamentos de la empresa.
2. Hacer las compras de insumos necesarios para que el mantenimiento se lleve a cabo.
3. Desarrollar y buscar programas de capacitación y adiestramiento para el personal operativo de mantenimiento.
4. Evaluar el desempeño de los técnicos de mantenimiento y de los programas que han sido implementados.

- **Responsabilidad de las divisiones de Mantenimiento.**

En cada una de las divisiones debe haber técnicos de mantenimiento los cuales desempeñaran todas las actividades de carácter operativo, es decir los que estarán en contacto directo con las instalaciones, maquinaria y equipo.

3.5.3 Supervisión del Mantenimiento

La supervisión de mantenimiento en las PYMES carece de capacidad de gestión, ya que generalmente se enfoca al trabajo directo en la planta con el fin de verificar y dar seguimiento para la concretización de las tareas de mantenimiento.

El trabajo del supervisor o jefe de mantenimiento es uno de los más importantes en la PYMES. En un mundo competitivo y exigente como el de hoy, el éxito de las compañías depende de la habilidad que tengan para lograr cambios a todos los niveles en la organización.

El supervisor controla la clave del terreno organizativo que separa la gestión del personal, y es, por tanto el personaje fundamental para la introducción y continuidad del cambio efectivo. Desafortunadamente, a muchos supervisores se

les dan papeles demasiado exigentes, sin estar adecuadamente preparados. Los estudios demuestran que los supervisores industriales trabajan por debajo del 60% de su potencial²⁰

Con frecuencia se eleva a cierto personal a puestos de gestión y supervisión sin haberles dotado de la preparación fundamental para tales funciones. Aunque son importantes los atributos personales y el conocimiento técnico, no son en si mismos, suficientes para hacer frente a los retos actuales.

Uno de los métodos más eficaces en la política y estrategia efectiva de mantenimiento es un esquema de formación y desarrollo profesional bien planificado, fundamentado en técnicas funcionales más que en el conocimiento profesional. Programas de este tipo proporcionan ventajas más inmediatas y sostenibles y se han de considerar como inversión y no como gasto.

Los programas deben estar diseñados, en primera línea, para mejorar el rendimiento de la supervisión de la manera siguiente:

- Familiarizando la supervisión con el sistema de mantenimiento.
- Ofreciendo a los supervisores un espacio de gestión básica que mejore la eficacia.
- Demostrando cómo estos nuevos conocimientos y pericias se pueden aplicar en la práctica.

UTILIZAR MENOS TIEMPO EN:	UTILIZAR MAS TIEMPO EN:
<ul style="list-style-type: none"> *Organización de materiales *Administración *Horas extras 	<ul style="list-style-type: none"> *Planificación *Supervisión directa *Control

Cuadro N° 4

²⁰ Mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo eléctrico en la industria, Andrés Avelar, 1982

Por supuesto, el cargo de un supervisor nunca se establece un horario de trabajo rígido (ver cuadro 4), ya que tiene que estar permanentemente al servicio de la empresa, pues puede recibir llamadas solicitando su ayuda a cualquiera hora. Por lo que es necesario establecer diferentes turnos o grupos de trabajo si la organización de la empresa lo permite, o sino emplear los procedimientos de horas extras.

Las horas críticas pueden ser dedicadas al soporte de otros objetivos proyectados a la optimización de la productividad.

Generalmente el supervisor verifica a través de los controles del mantenimiento establecidos en la empresa el cumplimiento y calidad del servicio en el desarrollo de las actividades de mantenimiento. Además reconoce lo que está sucediendo en la planta de producción de forma directa siendo el canal de comunicación con la parte gerencial de la compañía.

3.6 Controles de Mantenimiento.

Un sistema eficaz de operación y control de mantenimiento es la columna vertebral de una sólida administración del mantenimiento. El control del mantenimiento significa coordinar la demanda del mantenimiento y los recursos disponibles para alcanzar un nivel deseado de eficacia y eficiencia. Además es una función vital con respecto a la supervisión, ya que ésta, es la encargada de ejecutar los controles establecidos en la empresa.

El objetivo de los controles de mantenimiento es verificar el cumplimiento en un 100% de finalización de las tareas, así como la calidad del trabajo realizado. Sin una supervisión directa, pueda haber fuga de información, falta de calidad en el trabajo, exceso de tiempo en realización de la tarea y menor disponibilidad de la máquina o equipo para la producción.

Por otra parte los controles de mantenimiento permiten calcular un estimado de los costos que se generan al realizar las diferentes actividades programadas, de

urgencia o críticas. El conocer los costos permiten tomar decisiones más oportunas para evitar la salida de efectivo y incrementando los costos operativos.

Los controles de mantenimiento permiten cuantificar la rentabilidad que genera la aplicación de sistemas de mantenimiento en las empresas, al registrar el total de dinero invertido en operaciones de mantenimiento versus la disponibilidad y productividad de la planta de producción.

Un sistema eficaz y eficiente de operación y control debe incorporar todas las siguientes características:

1. Demanda de mantenimiento, es decir, qué trabajo tiene que hacerse y cuándo.
2. Recursos de mantenimiento, es decir, quién hará el trabajo y qué materiales y herramientas se necesitan.
3. Procedimientos y medios para coordinar, programar, despachar y ejecutar el trabajo.
4. Normas de rendimiento y calidad, es decir, cuánto tiempo se requerirá para hacer un trabajo y las especificaciones aceptables.
5. Retroalimentación, monitoreo y control, es decir, el sistema debe generar información y reportes para el control del costo de calidad y la condición de la planta; también es esencial un mecanismo de recopilación de datos y un seguimiento regular para la retroalimentación y el control.

El sistema de órdenes de trabajo es el vehículo para planear y controlar el trabajo de mantenimiento. También proporciona la información necesaria para vigilar e informar sobre el trabajo de mantenimiento.

Una meta clara y procedimientos específicos son esenciales para la implementación del sistema de órdenes de trabajo y el control de las actividades de mantenimiento.

El mantenimiento es un proceso y, en consecuencia, una función. Para el control del mantenimiento puede aplicar los conceptos desarrollados en el control automático de procesos para mejorar la eficacia de las máquinas.

El control automático de procesos es un ciclo continuo que consta de:

- Muestreo de salidas de la planta.
- Análisis de la muestra.
- Aplicación de la acción correctiva, si es necesario.

La figura 6 muestra un ciclo sencillo de control de producción:

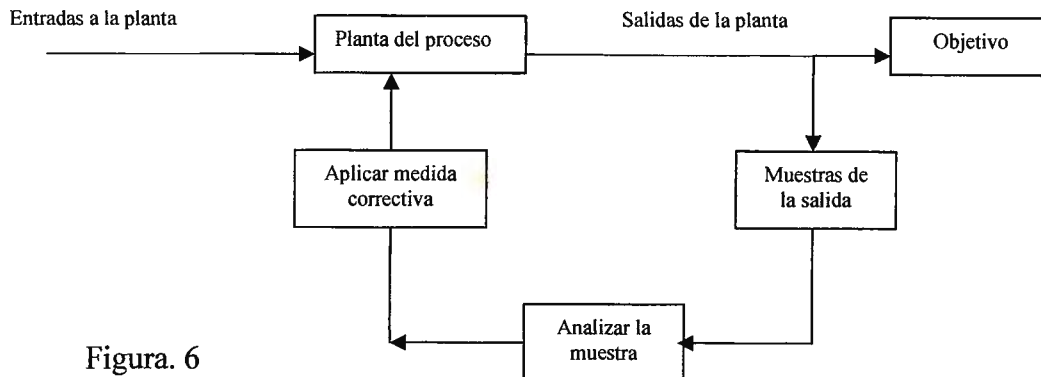


Figura. 6

Los conceptos de la figura anterior son aplicables al control del mantenimiento si se utilizan en el marco de trabajo correcto.

En el mantenimiento, el ciclo de control puede definirse como sigue:

- El objetivo puede ser la disponibilidad de la planta y la calidad de los productos.
- El muestreo de la salida consiste en recopilar datos de los archivos de las órdenes de trabajo o de la historia del equipo.
- El análisis de la muestra consiste en verificar la calidad del trabajo de mantenimiento realizado para determinar el tiempo de reparación, repuestos utilizados, estado final de la maquinaria, equipo o instalación.
- La acción correctiva podría consistir en revisar las políticas de mantenimiento, modificar los programas de mantenimiento, mejorar las especificaciones del trabajo, capacitar a los trabajadores e implementar nuevos programas y estrategias de mantenimiento, en caso de ser necesario.

La figura 7 ilustra el ciclo de control del mantenimiento:

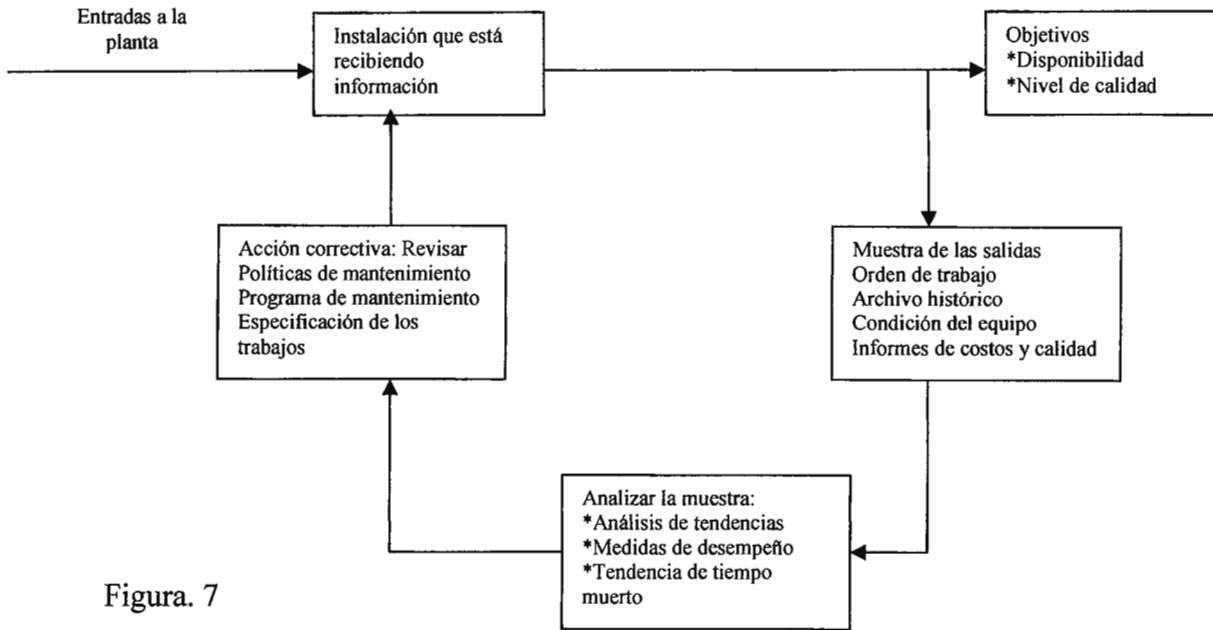


Figura. 7

3.6.1 Inventario de Maquinaria y Equipo.

Para poder llevar dentro de una empresa control más preciso de los recursos con los que se cuentan, se tienen todos los aparatos de la empresa codificados de una manera sistemática con un formato de numeración.

Realmente no está establecido un criterio universal para inventariar maquinaria y equipo, depende de la facilidad y entendimiento que las personas involucradas en el área de mantenimiento necesiten.

Muchas veces se utilizan criterios como:

- Lugar de ubicación de las máquinas y equipos.
- Tipo de maquinaria o equipo.
- Correlativo de maquinaria o equipo (cantidad).
- Tipo de energía a utilizar (220 o 110 v).
- Función que desempeña
- Clasificación de maquinaria: principal, auxiliar o crítica.

Generalmente el código o número de inventario que se designan a las máquinas y equipos sirven para agregarlos a la listas de activos de los programas de contabilidad de la empresa.

Para conocer algunos modelos²¹ que codifican las máquinas y equipos se presentan los siguientes:

Modelo 1

El código consta de nueve dígitos, divididos en 5 sub-grupos que identifican la clase de objeto, el uso, el tipo, ubicación en espacio y el correlativo de cantidad.

Significado de la codificación:

122334455

1. Identifica la clase de objeto a codificar, pudiendo ser:

- Maquinaria
- Equipo de producción
- Equipo de oficina

22. Identifica el uso que tiene dentro de la empresa el objeto a catalogar. Por ejemplo, si es una maquina para tratamiento de aguas, de esterilización, equipo de filtración, etc.

33. Identifica el tipo de maquina o equipo agrupada dentro del uso que tiene dentro de la empresa. Por ejemplo, dentro de equipo de comunicación se encuentran los teléfonos, faxes, radios de onda corta, etc.

44. Indica la ubicación en espacio, es decir, el lugar donde se encuentra dentro de las instalaciones del laboratorio

²¹ Ibid 20

55. Indica el correlativo para el tipo de maquina o equipo asignado, según la cantidad de artículos que existan para cada uno.

Ejemplo: Horno
Código 107020201

1	Clase de objeto:	Maquinaria.
07	Uso:	Para esterilización.
02	Tipo:	Horno.
02	Ubicación:	Edificio nuevo 2 planta.
01	Correlativo:	En este caso es el # 1 en existencia.

Modelo 2

Consta de cuatro dígitos, divididos en 3 sub-grupos que identifican la criticidad del objeto, el tipo y el correlativo de cantidad.

Significado de la codificación:

1233

1. Identifica la criticidad de la maquinaria o equipo a codificar, pudiendo ser:

- Crítica
- Principal
- Auxiliar

2. Identifica el tipo de maquina o equipo dentro del uso que tiene en la empresa.
Por ejemplo: caldera, planta eléctrica, llenadora, etc.

33. Indica el correlativo para el tipo de maquina o equipo asignado, según la cantidad de artículos que existan para cada uno.

Ejemplo: Horno
Código 2302

- 2 Criticidad del objeto: Principal.
- 3 Tipo de maquinaria: Horno.
- 02 Número Correlativo: En este caso es el # 2 en existencia

Por tanto para efectos de la aplicación del diseño del programa de mantenimiento preventivo a las pequeñas y medianas empresas de El Salvador, se aplicará el modelo 2, de inventario de maquinaria y equipos, por su nivel de simplicidad y facilidad para codificar los sujetos de mantenimiento de las empresas.

3.6.2 Clasificación de los Trabajos de Mantenimiento

Prioridad			
Código	Nombre	Marco de tiempo en que debe comenzar el trabajo	Tipo de trabajo
1	Emergencia	El trabajo debe comenzar inmediatamente	Trabajo que tiene un efecto inmediato en la seguridad, el ambiente, la calidad, o que parara la operación.
2	Urgente	El trabajo debe comenzar dentro de las próximas 24 horas	Trabajo que probablemente tendrá un impacto en la seguridad, en 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 la producción dentro de una semana
4	Programado	Según esta 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, la salud, el ambiente o las operaciones de producción.

Cuadro N° 5

3.6.3 Solicitud de Mantenimiento y Órdenes de Trabajo

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

1. Solicitar por escrito el trabajo que va a realizar el departamento de mantenimiento.
2. Clasificar la operación y criticidad del trabajo solicitado.
3. Asignar el mejor método y los trabajadores más calificados para el trabajo.
3. Reducir el costo mediante una utilización eficaz de los recursos (mano de obra, material).
4. Mejorar la planeación y la programación del trabajo de mantenimiento.
5. Mantener y controlar el trabajo de mantenimiento, Mejorar el mantenimiento en general mediante los datos recopilados de la orden de trabajo que serán utilizados para el control y programas de mejora continua.
6. Respaldar el papel de la supervisión como entidad ejecutora directa de los controles establecidos, y medio para establecer la comunicación efectiva entre la gestión y la parte operacional de la planta.

La administración del sistema de órdenes de trabajo es responsabilidad de las personas que están a cargo de la planeación y la programación. La orden de trabajo debe diseñarse con cuidado tomando en consideración dos puntos. El primero consiste en incluir toda la información necesaria para facilitar una planeación y una programación eficaces, y el segundo punto consiste en hacer énfasis en la claridad y facilidad de uso.

En los sistemas de mantenimiento hay dos tipos de órdenes de trabajo. El primer tipo es la orden de trabajo general (ver figura 8). en ocasiones denominada orden

de trabajo permanente o establecida, que se utiliza para pequeños trabajos de rutina y repetitivos, cuando el costo de procesar una orden de trabajo individual podría exceder el costo del trabajo mismo o cuando éste es un trabajo fijo, de rutina, como en trabajo de conserje. En este caso, el conserje hace las mismas cosas todos los días y el trabajo es repetitivo y planeado con anterioridad. En ambos casos, la orden de trabajo general proporciona un costo global para tareas genéricas en los costos acumulados, hasta la fecha, y anuales. La unidad de planeación y programación del mantenimiento necesita definir claramente qué clases de trabajos se deben manejar utilizando la orden de trabajo general.

El segundo tipo es la orden de trabajo especial (ver figura 9) que se elabora para todos los demás trabajos individuales, para los cuales es necesario reportar todos los hechos acerca del trabajo. La orden de trabajo, cuando se emplea en toda su extensión, puede ser utilizada como una forma de solicitud de trabajo, un documento de planeación, una gráfica de asignación de trabajos, un registro histórico, una herramienta para monitoreo y control, y una notificación de trabajo completado. Por lo tanto, es necesario tener cuidado al diseñar la orden de trabajo.

Ésta debe contener dos tipos de información: la información requerida para planear y programar, y la información necesaria para el control. La información requerida para la planeación y la programación incluye lo siguiente:

(ver figura 8 y 9)

- Número del inventario, descripción de la unidad y ubicación
- Persona o departamento que solicita el trabajo
- Descripción del trabajo y estándares de tiempo
- Especificación del trabajo y número de código
- Prioridad del trabajo y fecha en que se requiere
- Habilidades y conocimientos requeridos
- Refacciones y materiales requeridos

- Herramientas especiales requeridas
- Procedimientos de seguridad
- Información técnica (planos y manuales)

La información necesaria para el control incluye:

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

REPORTE DE TRABAJO			
Nombre del empleado	Fecha		Reporte núm.
	Ocupación:		Hora de inicio:
Nombre de la instalación	Ubicación		Identificación:
Defecto del equipo			
Acción correctiva			
Refacciones / materiales utilizados			
Medición/ observaciones			
Condición general del equipo			
Observaciones			
Tiempo consumido			

Figura. 9

3.6.4 Tarjetas de Registro de Operación de Maquinaria y Equipos.

Para obtener los datos correctos para el trabajo, el costo y el control de la condición de la planta, es esencial contar con medios exactos para la recopilación de datos y el mantenimiento de registros. Es necesario informar tres aspectos importantes:

Tiempo de reparación.

Costos.

Tiempo muerto.

La tarjeta de trabajo (ver figura 10) es un documento donde se registra el trabajo realizado y la condición del equipo. Se puede entregar una tarjeta de trabajo a cada empleado que participe en cada trabajo. La forma puede ser manual o automatizada. La mayor parte de la información que se requiere en la tarjeta puede obtenerse de la orden de trabajo. En algunas compañías, cada empleado registra su trabajo diario en una tarjeta de tiempo de trabajo diario, en donde se anota el tiempo consumido en cada orden de trabajo.

TARJETA DE TRABAJO											
Nombre del empleado										Firma	
Semana que termina										turno	
Aprobación del encargado											
Día	Trabajo 1		Trabajo 2		Trabajo 3		Trabajo 4		Trabajo 5		Horas totales
	No. de orden de trabajo	Horas consumidas	No. de orden de trabajo	Horas consumidas	No. de orden de trabajo	Horas consumidas	No. de orden de trabajo	Horas consumidas	No. de orden de trabajo	Horas consumidas	
L											
M											
M											
J											
V											
S											
D											

Figura. 10

3.6.5 Historial de cada Maquinaria y Equipo.

El registro de historia del equipo (ver figura 11) es un documento en el que se registra información acerca de todo el trabajo realizado en un equipo/instalación particular. Contiene información acerca de todas las reparaciones realizadas, el tiempo muerto, el costo de las reparaciones y las especificaciones del mantenimiento planeado. Es necesario registrar lo siguiente:

- Especificaciones y ubicación del equipo.
- Inspecciones, reparaciones, servicio y ajustes realizados, y las descomposturas y fallas con sus causas y las acciones correctivas emprendidas.
- Trabajo realizado en el equipo, componentes reparados o reemplazados, condición de desgaste o rotura, erosión, corrosión, etc.
- Mediciones o lecturas tomadas, tolerancia, resultados de pruebas e inspecciones.
- Hora de la falla y tiempo consumido en llevar a cabo las reparaciones.

Existen muchos sistemas para registrar y almacenar información. El punto más importante es que la información debe ser completa y estar registrada en una forma organizada para su uso y acceso futuros.

Registro de mantenimiento por maquina							
Maquina		Código			Horas de producción perdidas	Costo de M.O.	Costos de refacciones y materiales
Fecha	Mantenimiento efectuado	Tiempo muerto	Refacciones y materiales	M. O.			

Figura. 11

3.6.6 Plantillas de Inspección

La inspección como función de apoyo o de staff, probablemente es una de las labores menos utilizada en nuestro medio, por lo que para aclarar el concepto de la inspección podemos pensar en que si tenemos que atender en sus necesidades a los componentes de una maquinaria de producción por medio de las actividades de mantenimiento que tiene que observarse que no falle; por lo que es necesario establecer puntos de control que nos sirvan de referencia para conocer su comportamiento. Los puntos de control son los que revisa periódicamente el inspector; y todos ellos deben llevar a la detección de fallas en la maquinaria. A un inspector solo le interesan las fallas encontradas en los artefactos o en los procedimientos. La preparación de los inspectores debe incluir un conocimiento profundo en la técnica que va inspeccionar, así como en los diferentes procedimientos que allí se utilizan.

Los técnicos tienen tendencias a dedicar más tiempo al arreglo de faltas en aparatos, que analizar la falla humana que las originó. Por ejemplo, el personal de mantenimiento tiene problemas con un motor de combustión interna, dedica personalmente horas y horas a la compostura del mismo; y una vez conseguido el arreglo se olvida la causa del problema, la cual de seguro se originó por falta de pruebas o de inspecciones oportunas o, simplemente, por un cambio de aceite no efectuado a tiempo, que causó un gran daño a la máquina. Si se investiga por que no se hizo este cambio, se encontrara que el personal de mantenimiento puede tener problemas para conseguirlo; a este punto es donde el inspector aconseja técnicamente o hasta ayudar a reparar la máquina, pero el objetivo es la solución de los problemas humanos. El inspector debe de visitar periódicamente en base a un programa de visitas las oficinas y lugares de trabajo de personal de cada área, inspeccionando los puntos de control, previamente escogidos y anotados en un programa de inspecciones. Las anomalías encontradas deben ser corregidas de inmediato por el personal de mantenimiento, el inspector levantara una nota de inspección describiendo el problema encontrado, el porque del mismo, la solución y la entregará al personal de mantenimiento; posteriormente vigilará que se cumpla lo ordenado en las notas.

Si la inspección se descuida, se tendrá el fenómeno que la maquinaria de mantenimiento, al presentar fallas que no son detectadas oportunamente, baje en su rendimiento y calidad de servicio; con perjuicio inmediato para la maquinaria de producción empezándose a sentir las emergencias y la necesidad de que al inspector se le solicite en varios lugares a la vez.

Los factores que intervienen en la inspección tienen una disposición similar a los de mantenimiento, como se puede ver en la figura 12:

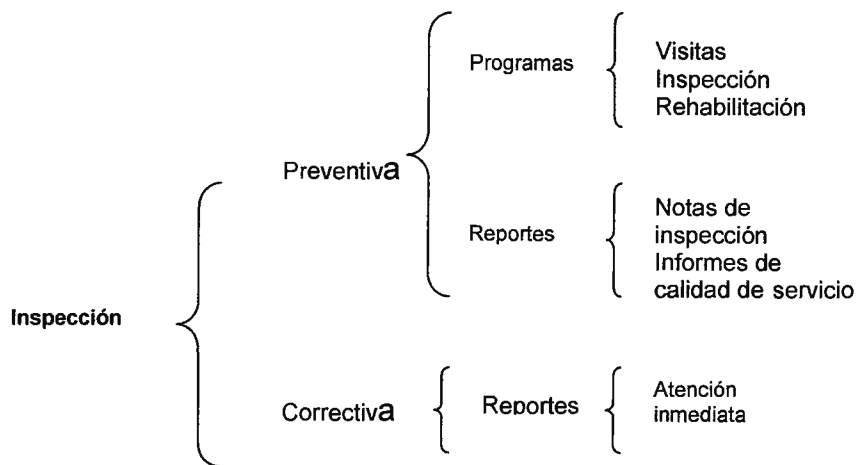


Figura 12

La inspección preventiva es la serie de observaciones llevadas a cabo para verificar la actuación humana sobre los equipos, instalaciones y procedimientos a su cargo, antes que el servicio que prestan estos elementos acuse falla. Para conseguir una aplicación y uso adecuado de estas observaciones, así como para facilitar su control, es conveniente dividir los programas y reportes de inspección en:

1. Programas de visitas. (ver figura 13 y 15)
2. Programas de inspecciones.(ver figura 14)
3. Notas de Inspección. (ver figura 16)
4. Informes de Calidad de Servicio.

Nombre de la Empresa

PROGRAMA ANUAL DE VISITAS DE INSPECCIÓN

Dpto. de Mantenimiento

Inspector

Fecha

LUGAR A VISITAR

Actividad

Ene.

Feb.

Mar.

Abr.

May.

Jun.

Jul.

Ago.

Sep.

Oct.

Nov.

Dic.

Figura. 13

NOMBRE DE LA EMPRESA		PROGRAMA MENSUAL DE VISITAS DE INSPECCION														DEPTO. DE MANTENIMIENTO																		
Fecha		INSPECTOR:																																
PROCEDIMIENTOS Y ARTEFACTOS A INSPECCIONAR		Activi- dad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
			L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	

Figura.15

Los programas de visitas son las listas de los lugares o artefactos que debe verificar cada inspector; en ellas, se muestra también la frecuencia y fechas en que deben hacerse las visitas. Una vez terminados por el inspector estos programas de visita, los pondrá a consideración del jefe de su departamento a fin de comentarlos y hacer las correcciones pertinentes. Los programas de inspecciones son listas de las diferentes actividades básicas que debe desarrollar un inspector al llegar al lugar indicado por su programa de visitas estas listas muestran los puntos a observar para poder detectar las posibles fallas en el funcionamiento de la maquinaria. Su contenido lo lleva a analizar tanto las funciones administrativas como técnicas de la división correspondiente.

Los programas de inspecciones nacen del análisis que es necesario hacer a la maquinaria para determinar sus lugares claves de supervisión, los cuales indicarán si existen fallas insipientes en dicha maquinaria, Estas formas tienen, además, un lugar para hacer anotaciones en cada actividad realizada, la fecha de la revisión, y el número de nota de inspección que tuvo que levantarse.

3.6.7 Informe de Fallas

El programa de visitas y de inspecciones antes mencionado tienen como finalidad la detección de fallas en las maquinarias o equipos para prevenir paros inesperados en el proceso de producción. Una nota de inspección será levantada por el inspector, por cada una de las irregularidades que por algún motivo surgen o no se corrigieron en su debido momento; y además ameriten registrarse o requieran trámite posterior para su ejecución preventiva. La nota de inspección es prácticamente el informe de las fallas que se detectan, en la cual se dirá la causa del problema la proposición del inspector, y el tiempo, plazo, para su corrección.

A través del control de notas de inspección (ver figura 17) se monitorea o supervisa el estado de atención de la falla informada en el equipo inspeccionado.

					NOTA DE INSPECCION No.		
PROCEDIMIENTO DE INSPECCION		LOGO DE LA EMPRESA			NOMBRE DE LA EMPRESA		DEPTO. DE MANTENIMIENTO INSPECTOR:
Hora de Inicio:							
Hora final:							
PROCESO	Inspector	Lugar de inspección	Supervisor de mantenimiento	Jefe Depto. de mantenimiento	EXPLICACION DE LA FALTA ENCONTRADA		
					MOTIVOS Y CAUSAS		
					RECOMENDACIONES PARA SU ARREGLO		
					Fecha de expedición	AVANCES DEL PROCESO	
					Fecha de terminación		
					INSPECTOR	RECIBIDO	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO

Figura 16.

CONTROL DE NOTAS DE INSPECCION		DEPTO. DE MANTENIMIENTO INSPECTOR:	
NOMBRE DE LA EMPRESA			
Nota No.	Fecha exped.	Relacionada con	Pendiente por

Figura. 17

Para adaptar la teoría presentada en los apartados anteriores, al diseño del programa de mantenimiento preventivo, es necesario definir criterios y lineamientos los cuales son los siguientes:

- Las inversiones para el diseño del programa serán bajas, es decir que habrá una inversión en mejoramiento de procesos y no en compra de maquinaria sofisticada.
- Debido a que la maquinaria es usada y con muchos años de producción es necesario brindarle durante un periodo determinado mantenimiento correctivo que nos permita ponerlas a cero, y de ahí partir con el mantenimiento preventivo.
- Debe existir capacitación y adiestramiento tanto a técnicos como a propietarios en implementación de del programa y conocimientos de costos de mantenimiento respectivamente.
- Si es necesario se tramitara un crédito con el fin de brindarle el mantenimiento correctivo a la maquinaria y equipo que lo necesite.
- El programa de mantenimiento debe ser desarrollado como una secuencia lógica es decir:
 1. Capacitación, adiestramiento, y conocimiento del programa por parte de los empleados y propietarios.
 2. Mantenimiento correctivo a las instalaciones maquinaria y equipo
 3. Implementación del programa de mantenimiento preventivo

3.7 Administración del mantenimiento.

3.7.1 Centros de costos.

Como administradores de mantenimiento una de las principales tareas será la minimización de los costos. Es entonces muy importante analizar cuales son las componentes, que inciden en estos. Para monitorear los costos relacionados con el mantenimiento industrial, surgen los centros de costos cuyo fin es

optimizar los recursos con que cuente el departamento de mantenimiento, llevando un control estadístico de los mismos.

El costo del mantenimiento tiene muchos componentes, incluyendo el mantenimiento directo, la producción perdida, la degradación del equipo, los respaldos y los costos de un mantenimiento excesivo. El control de los costos de mantenimiento es una función de la filosofía del mantenimiento, el patrón de operación, el tipo de sistema y los procedimientos y las normas adoptadas por la organización. Es un componente importante en el ciclo de vida de los equipos.

Los costos pueden disminuir mediante un control adecuado, logrando al mismo tiempo los objetivos que se fijan las empresas en general, como disponibilidad, "porcentaje de calidad" y otras medidas de eficiencia y eficacia. Siendo esto una ventaja competitiva en el suministro de productos y servicios.

Es importante mencionar que una buena gestión del centro del costo comienza por el establecimiento de programas de órdenes de trabajos eficaces ya que casi toda la información de este tipo está disponible en ellas.

Se debe entregar mensualmente un resumen de los costos de mantenimiento por orden de trabajo, para tener un control preciso de estos y determinar los costos de los productos manufacturados y la eficiencia del departamento de mantenimiento.

Los costos de mantenimiento que deben ser analizados, con el fin de reducirlos para aumentar la eficiencia de la gestión de mantenimiento en las PYMES son las siguientes:

- El costo directo de mantenimiento, que es el costo de la mano de obra, las refacciones, los materiales, el equipo y las herramientas.
- Costo de paro de las operaciones debido a la falla.

- Costo de calidad debido a que un producto esta fuera de las especificaciones como resultado de defectos en la máquina.
- Costo de deterioro del equipo por la falta de mantenimiento adecuado.
- Costo de mantenimiento excesivo.

Los informes obtenidos mediante los cambios realizados al mantenimiento, indicaran las áreas donde se debe enfocar la reducción de costos continuo, para hacer productiva las actividades de mantenimiento y que esto se refleje en la rentabilidad de las empresas.

En la investigación realizada se encuentran diferentes métodos de evaluación de los costos que se generan en el mantenimiento a continuación se presenta una de los métodos:

Costo de mantenimiento

1. Costo de mantenimiento en relación con el valor agregado de producción

$$\% = (\text{Costo directo de mantenimiento} / \text{Valor agregado de producción}) * 100$$

El costo de mantenimiento comprende el costo de la fuerza laboral, el costo de materiales (refacciones, lubricantes, etc.) y el costo del trabajo subcontratado y sobrecargas. El valor agregado de producción es el costo de producción menos el costo de los materiales.

2. Costo de mantenimiento por unidad de producción

$$\text{Costo por unidad} = \text{Costo total de mantenimiento} / \text{Unidades totales producidas}$$

$$\text{CU} = \text{CTM} / \text{UTP}$$

3. Componentes de fuerza laboral en el costo de mantenimiento

$$\% = (\text{Fuerza laboral total en mantenimiento} / \text{Costo total de mantenimiento directo}) * 100$$

$$\% = (\text{FLM} / \text{CTM}) * 100$$

4. Costo de mantenimiento subcontratado

$\% = (\text{Costo de subcontratación (fuerza laboral)} / \text{Costo directo de mantenimiento}) * 100$

$$\% = (\text{CS} / \text{CDM}) * 100$$

5. Proporción de costo de mano de obra con respecto al costo de materiales de mantenimiento

Proporción = Costo total de mano de obra de mantenimiento / Costo total de materiales de mantenimiento.

6. Costo de hora de mantenimiento

$\$ = \text{Costo total de mantenimiento} / \text{Horas-hombre totales trabajadas}$

$$\$ = \text{CTM} / \text{HHT}$$

7. Costo de supervisión como porcentaje del costo total de mantenimiento

$\% = (\text{Costo total de supervisión} / \text{Costo total de mantenimiento}) * 100$

8. Avance en los efectos de reducción de costos

Índice = $\%$ horas-hombre de mantenimiento consumidas en trabajos programados / $(\text{Costo de mantenimiento} / \text{Unidades de producción})$

9. Costo de mantenimiento preventivo (MP) relacionado con el mantenimiento correctivo

$\% = [\text{Costo total de MP (incluyendo las pérdidas de producción)}] / \text{Costo total de descompostura} * 100$

10. Tasa de rotación de inventario por año

Tasa = Costo de consumo anual / Inversión promedio en inventario

11. Costo de refacción y materiales con respecto al costo de mantenimiento

$\% = (\text{Salidas y compras totales del almacén} / \text{Costo total de mantenimiento directo}) * 100$

12. Proporción del valor de las existencias con respecto al valor del equipo de producción

Proporción = Valor promedio de las existencias / Valor de reemplazo del equipo de producción

Otro método para determinar los costos de mantenimiento es por medio del Costo Global de mantenimiento el cual se profundiza a continuación:

Costo global de mantenimiento (CGM).

Este costo es la suma de cuatro componentes:

- Costos de intervención de mantenimiento (CIM).
- Costo de fallas de mantenimiento (CFM).
- Costo de almacenamiento de mantenimiento (CAM).

$$\text{CGM} = \text{CIM} + \text{CFM} + \text{CAM}$$

1. Costos de intervenciones de mantenimiento (CIM).

El CIM incluye los gastos relacionados con el mantenimiento preventivo y correctivo. No incluye gastos de inversión, ni aquellas relaciones directamente con la producción: ajuste de parámetros de producción, limpieza, etc.

El CIM puede ser descompuesto en:

- Mano de obras interna o externa.
 - ✓ El costo de mano de obra interno se calcula con el tiempo invertido en el proceso de mantenimiento multiplicado por el costo de hora hombre trabajada. La mano de obra externa se obtiene de la factura, por las horas hombres que fueron requeridas.
- Repuestos de bodega, o comprados para un mantenimiento cualquiera.
- Material fungible requerido para el mantenimiento.
 - ✓ Tanto el material fungible como la amortización de equipos y herramientas de uso general se consideran el costo horario del

mantenimiento realizado. Este es multiplicado por el tiempo de intervención.

- ✓ Material fungible y la amortización de equipos y herramientas de uso específico son considerados aparte, tal como si fuesen repuestos.

Costos horarios

Es importante otorgar un valor realista a los costos horarios de intervención y de horas hombres pues influye directamente en el costo global del mantenimiento, nuestra función objetivo a minimizar.

Es común comparar el costo de la mano de obra externa. Es necesario definir dos costos:

- Costo horario de intervención: que sólo incluye gastos directos asociados a las intervenciones.
- Costo horario de mantenimiento: considera todos los gastos asociados a mantenimiento.

El costo horario de intervención es:

$CHI = \text{Gastos directos} / \text{Total de horas de intervención.}$

Costos de repuestos:

- Gasto de materiales fungibles de uso general.
- Gastos de energía ligados a la intervención.

El costo horario de manutención es igual a:

$\text{Costo horario de mantenimiento} = \text{Gastos totales de manutención} / \text{Total de horas de intervención.}$

Los gatos totales incluyen:

- El conjunto de gastos considerados para el costo de intervención.
- Los salarios de especialistas requeridos para la gestión, planificación, análisis técnicos de las intervenciones.

- El prorrateo de servicios tales como contabilidad, computación, personal, etc.

Costos de repuestos:

A fin de realizar un análisis técnico- económico inteligente es necesario distinguir el costo técnico del costo contable.

- El costo técnico corresponde al valor de compra de la pieza al día de su utilización. Al utilizar en le análisis.
- El costo contable corresponde al valor utilizado para valorizar el inventario contable. Por razones financieras este precio puede ser reducido por depreciación.

2. Costo de fallas de mantenimiento:

Estos costos corresponden a las pérdidas de margen de explotación debidas a un problema de mantenimiento que haya producido una reducción e la tasa de producción de productos en buen estado.

La perdida de margen de exportación puede incluir aumento de los costos de explotación o una pérdida de negocios.

Los problemas de mantenimiento ocurren por:

- **Mantenimiento preventivo normalmente definido.**
Siendo el mantenimiento que se planifica realizar en el transcurso de un periodo determinado.
- **Mantenimiento preventivo normalmente ejecutado.**
Es el mantenimiento que se ejecuta según la planificación en los diferentes periodos del año.
- **Mantenimiento correctivo efectuado en plazos muy largos, mal ejecutados realizado con repuestos malos o de baja calidad.**

El costo de falla de equipos corresponde a las pérdidas de margen de explotación cuya causa es un defecto de material que provocas bajas de producción de calidad aceptable.

Otros casos de fallas de material:

- Errores de utilización que implican degradación.
- A condiciones ambientales fuera de control.

Este tipo de costos deben ser cargados a las funciones de inversión, fabricación calidad, etc.; pero a mantenimiento.

Evaluación del costo de falla de mantenimiento:

Para evaluar el CFM es necesario tomas tres casos:

- El volumen de producción programado puede ser realcanzado.
- El volumen de producción programado no puede ser alcanzado dado que la planta opera las 24 horas del día los 365 días de año.
- La producción, siendo de menor calidad, degradada.

En el primer caso, el costo de falla de mantenimiento corresponde a los gastos necesarios para reatrapar la producción pérdida. Estos gastos son esencialmente:

- La energía necesaria para la producción.
- La materia primas.
- Los gastos de servicio tales como calidad, compras, manutención.

Si la producción programas no puede ser alcanzada, el costo de la fallas de mantenimiento corresponde a la perdida de ingresos menos el costo de las materias primas y productos consumibles que no fueron utilizados durante la parada. Si la producción ha perdido calidad, su precio es menor que el normal. En este caso el costo de fallas de mantenimiento corresponde a la pérdida de ingresos asociada.

3. Costos de almacenamiento de mantenimiento:

Este costo representa los gastos incurridos en financiar y manejar el stock de piezas de recambio e insumos necesarios para el mantenimiento. Incluye:

- El interés financiero del capital inmovilizado por el stock.
- Los gastos en mano de obra dedicada a la gestión y manejo del stock.
- Los costos de explotación de edificios: energía, manutención.
- Amortización de sistemas adjuntos: montacargas, sistema informático.
- Gasto de seguro por el stock.
- La depreciación comercial de repuesto.

Es importante no considerar los salarios del personal de bodega en el costo del mantenimiento; y si hacerlo en el costo de almacenamiento.

Valores referenciales del costo de almacenamiento:

El indicador:

Costo de almacenamiento/ valor del inventario.

Orígenes de los costos de mantenimiento.

Según su naturaleza, podemos clasificar los costos de mantenimiento en:

- Realización de intervenciones.
- Defectos en la calidad de mantenimiento.
- Costos de almacenamiento.
- Inversiones de mantenimiento.

3.7.1.1 Punto de equilibrio entre mantenimiento y costos

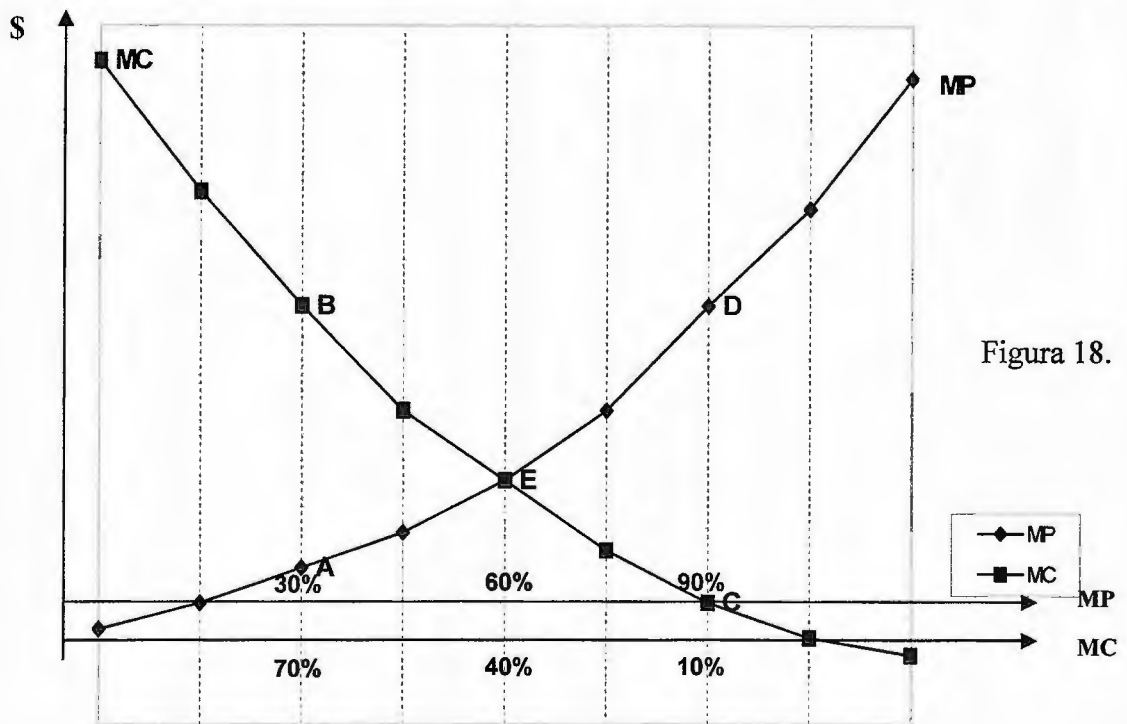
La ecuación técnico-económica que define el grado de mantenimiento, presentara variables diferentes para cada caso en particular pero, el común denominador es hallar el porcentaje de Mantenimiento Preventivo (MP) que hace mínimos los costos totales, en función de una deseable confiabilidad.

El mantenimiento preventivo absoluto no existe y siempre debe tenerse en cuenta un índice de probabilidad de falla, lo cual determina que, en líneas generales, pueda decirse que el mantenimiento total aplicado es la suma del

preventivo y correctivo, lo cual implícitamente se traduce en la interpretación de los costos totales de mantenimiento.

Los costos de mantenimiento preventivo son evaluables en función del empleo de repuestos de consumo, horas/hombre destinadas a las diferentes tareas programadas, sustitución de elementos componentes, rendimientos de los equipos e instalaciones, etc. De igual modo, con la confección de un adecuado historial de maquina, pueden determinarse los costos que han demandado las reparaciones por roturas.

En el siguiente gráfico (ver figura 18) se representa en las ordenadas los costos de mantenimiento y, en las abscisas se determina una doble escala porcentual. Una de ellas corresponde al MP y su complementaria al MC.



En el gráfico se analizan distintos porcentajes o intensidades de de MP aplicados, determinándose las tendencias de ambas curvas.

Para un MP del (30%) implica bajos costos por este concepto, es decir, se invierte poco en prevención (punto A) pero, en cambio resultan ser elevados los costos por roturas (punto B), justamente por haber aplicado un insuficiente

mantenimiento preventivo. El costo total será A más B. Análogamente, si se sobredimensiona la intensidad del preventivo aplicado (90%), bajarán los costos por roturas (punto C) pero aumentarán los costos del MP (punto D). Sumados ambos costos obtenemos una situación análoga a la anterior, siendo en este caso el costo total la suma de C más D.

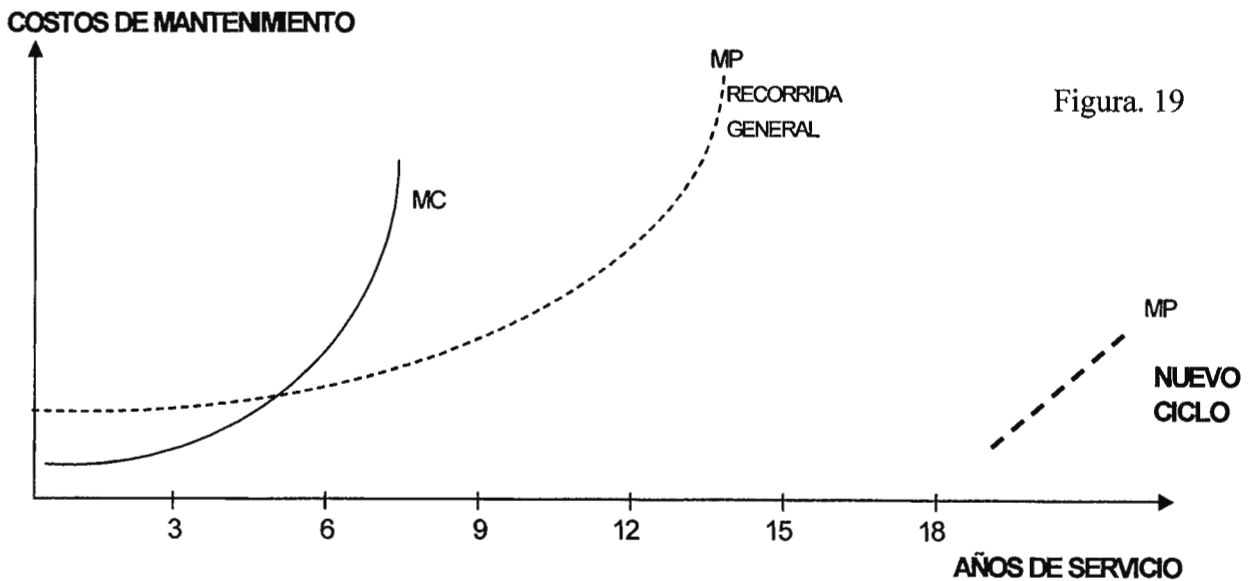
En consecuencia, es imprescindible obtener el punto E, equilibrio de la ecuación técnico-económica que determina el porcentaje de mantenimiento preventivo a aplicar para que sean mínimos los costos totales. En este caso, se ha determinado que un 60% de MP es un valor típico cuando se trata de hacer mantenimiento de equipos electromecánicos y de instalaciones en general, pudiendo verse incrementado ese 60% en situaciones críticas de funcionalidad donde un servicio o suministro no puede verse interrumpido.

Los costos frente al mantenimiento programado

Desde el punto de vista técnico, es fácilmente demostrable la razón de ser del Mantenimiento Programado (Mpr) pero, las evidencias no son tan claras cuando, desde el punto de vista económico, vemos que los costos pueden sorprendernos en nuestras previsiones y no faltará quien diga “No hacer mantenimiento es más económico” o bien “Estamos invirtiendo demasiado dinero en mantenimiento pese a que las máquinas y las instalaciones no registran novedades”.

En efecto, situaciones o circunstancias del momento pueden llevar a emitir juicios de este tipo, máxime si analizamos la siguiente curva de costos de MP y MC en función de la antigüedad de las instalaciones y sus elementos componentes.

Aclaración: Se confecciona el siguiente gráfico (ver figura 19) sin indicar escala



de tiempo con precisión ni costos porque las frecuencias entre recorridas generales será función del factor de servicio y características particulares de cada sistema. Aquí lo que se pretende mostrar son las tendencias.

Durante el primer período de vida de la máquina, el índice de probabilidad de falla es muy bajo luego del período de pruebas o ablande, razón por la cual, al poner en marcha un mantenimiento programado vemos que los costos del MP superan los costos del MC y es precisamente, en este periodo de duración variable, donde decisiones apresuradas o inconsultas tienden a disminuir los costos del MP por considerarlos relativamente elevados, recurriendo a bajar los porcentajes de aplicación pero, se comete un grave error porque se verá afectada seriamente la ecuación técnico-económica en los sucesivos períodos de recorrida general.

Observando el gráfico precedente, se comprueba que al cabo de un cierto lapso, las curvas de costos de MP y MR se cortan en un punto, lo cual significa que los costos por ambos mantenimientos se han equiparado al cabo de un cierto tiempo de uso pero, la ejecución de un mantenimiento planificado determinará

un gradual incremento de costos, controlables y previsibles; además de la durabilidad del material que admitirá nuevas recorridas generales. Esto nos permite proyectar en el tiempo las inversiones de un Mpr. Podrá preverse la correspondiente recorrida general y comenzar con la máquina puesta a cero (“entera”) para cumplir un nuevo ciclo de servicio en perfectas condiciones.

Planteado el caso de no haberse implementado una buena política de Mpr, los costos iniciales serán menores pero la máquina envejecerá prematuramente, se intensificarán las fallas en breve tiempo y los costos por MC variarán en forma exponencial, aumentando desmesuradamente en poco tiempo con todos los riesgos que ello implica, al punto tal de comprometer la confiabilidad aún después del mantenimiento mayor o recorrida general. Los costos serán imprevisibles y las erogaciones descontroladas. Además, en muchos casos, habrá sido de tal magnitud el deterioro imputable a un mal mantenimiento que resultará impracticable una recorrida general del equipo o de las instalaciones, debiendo recurrirse a una sustitución. Total antes del límite de vida útil.

3.7.2 Análisis de resultados.

Para realizar el análisis de resultados debe llevarse una secuencia lógica en la cual los parámetros a analizar sean cuantificables, en muchos de los casos es la eficiencia económica; reflejándose en la reducción de costos por el aumento en la disponibilidad de las maquinas, equipos e instalaciones, reducción de productos defectuosos, un aumento en la seguridad que es prioridad uno en toda administración de mantenimiento moderna. Posteriormente debe existir un método de control de estos, para que finalmente puedan realizarse un análisis de resultados que conduzca a la optimización de los recursos, reflejándose en un aumento en la productividad de las PYMES.

El control es una parte esencial de la administración científica. El control aplicado en los sistemas de mantenimiento se manifiesta en los siguientes puntos:

- Control de trabajos.
- Control de inventarios.
- Control de costos.
- Control de calidad.

3.7.2.1 Control de trabajos.

El sistema de mantenimiento se pone en movimiento por la demanda de trabajos de mantenimiento. En la carga de trabajo de este tipo, influye sobre todo la filosofía del mantenimiento. La administración y el control del trabajo de mantenimiento son esenciales para lograr los planes establecidos. El sistema de órdenes de trabajo es la herramienta que se utiliza para controlar el trabajo de mantenimiento. Una orden de trabajo bien diseñada con el adecuado sistema de informes es el corazón del sistema de mantenimiento.

3.7.2.2 Control de inventarios.

Es esencial asegurar que se cuente con las refacciones y los materiales requeridos. Es físicamente imposible y económicamente impráctico que cada refacción llegue de manera exacta cuando se necesita y donde se necesita. Por estas razones se mantienen inventarios. El control de inventarios, es la técnica de mantener refacciones y materiales en los niveles deseados. Es esencial mantener un nivel óptimo de refacciones que disminuya el costo de tener el artículo en existencia y el costo en que se incurre si las refacciones no están disponibles. También proporciona la información necesaria para cerciorarse de la disponibilidad de las refacciones requeridas para el trabajo de mantenimiento. Si no están

disponibles las refacciones, se debe tomar las medidas para lograr su abastecimiento e informar al departamento de programación acerca de cuándo estarán disponibles las refacciones.

3.7.2.3 Control de costos

La maquinaria que interviene en el proceso productivo sufre un desgaste desigual a través del tiempo lo que ocasiona fallas en dichas maquinaria, instalaciones y equipos, siendo estas una de las salidas del proceso productivo de las empresas, es en este momento que el sistema de mantenimiento inicia su tareas con el fin de garantizar el buen funcionamiento de la maquinaria, para esto se debe contar con diferentes elementos que intervienen en los costos del mantenimiento como, la mano de obra involucrada, los materiales y equipos para realizar la reparación, y diferentes insumos, también deben de incluirse los costos por el paro de producción no programada. Los costos de mantenimiento deben controlarse mediante métodos ingenieriles aplicables a la situación que se presente en las diferentes empresas conociendo las variables que intervienen , para manejarlas de una forma eficiente que reduzca los costos.

3.7.2.4 Control de calidad

En un proceso de producción, la calidad de las salidas puede ser considerada como "aptitud para su uso" y "hacerlo bien desde la primera vez". El control de calidad se ejerce midiendo los atributos del producto o servicio y comparando éstos con las especificaciones del producto o el servicio, respectivamente. El mantenimiento también puede verse como un proceso y la calidad de sus salidas debe ser controlada. En el caso del trabajo de mantenimiento, es esencial "hacerlo bien la primera vez". La calidad puede

evaluarse como el porcentaje de trabajos de mantenimiento aceptados de acuerdo a la norma adoptada por la organización. Una alta calidad se asegura verificando los trabajos de mantenimientos críticos o mediante la supervisión del mantenimiento.

3.7.3 Métodos de análisis de resultados.

1. Horas subcontratadas por mes

$$\% = (\text{Horas subcontratadas totales trabajadas} / \text{Horas totales trabajadas}) * 100$$

2. Horas de tiempo extra por mes

$$\% = (\text{Horas de tiempo extra totales trabajadas} / \text{Horas totales trabajadas}) * 100$$

3. Nivel de actividad de los trabajadores

$$\% = (\text{Horas estándar ganadas} / \text{tiempo de reloj total}) * 100$$

4. Trabajos pendientes actuales

$$\text{Cuadrilla –semana} = [\text{trabajo programado listo para liberarse (en horas-hombre)}] / [\text{Una cuadrilla- semana (en Horas Hombre)}]$$

5. Trabajos pendientes totales (en cuadrilla-semanas)

$$\text{Cuadrillas-semanas} = (\text{Horas de mano de obra de trabajo totales en espera de ejecución}) / (\text{Una cuadrilla- semana (en horas-hombre)})$$

6. Productividad de los trabajadores por mes

$$\% = (\text{Horas estándar} / \text{Horas totales trabajadas}) * 100$$

7. Utilización de los trabajadores

$$\% = (\text{horas consumidas en trabajo productivo} / \text{Horas totales programadas para trabajo}) * 100$$

8. Índice de productividad compuesta (CIP) de los trabajadores

CIP = Productividad * Utilización

9. Órdenes de trabajo planeadas y programadas diariamente

% = (Órdenes de trabajo planeadas / Órdenes de trabajo totales ejecutadas)*100

10. Horas programadas contra horas trabajadas según el programa

% = (Horas programadas según el programa / Horas totales trabajadas)*100

11. Horas programadas contra horas trabajadas

% = (Horas programadas / Horas totales trabajadas)*100

12. Mantenimiento preventivo efectuado según programa

% = (Horas-hombre totales de mantenimiento preventivo ejecutado / Horas-hombre totales de mantenimiento preventivo programado)*100

13. Cobertura de mantenimiento preventivo

(Horas-hombre totales de mantenimiento preventivo / Horas-hombre totales trabajadas)*100

3.7.4 Eficacia del mantenimiento

1. Eficacia global de equipo (OEE)

OEE = A*S*Q

Donde

A = Indicador de disponibilidad.

S = Indicador de velocidad.

Q = Indicador de calidad.

2. Disponibilidad

A = (tiempo de producción planeado – Tiempo muerto no planeado) / (Tiempo de producción total)

3. Velocidad

$S = \text{Cantidad real de producción} / \text{Cantidad planeada de producción}$

4. Calidad

$Q = (\text{Cantidad real de producción} - \text{Cantidad no aceptada}) / (\text{Cantidad real})$

5. Porcentaje de horas brutas de operación

$\% = (\text{Número de horas brutas de operación}) / (\text{Número de horas de operación} + \text{Tiempo muerto por mantenimiento})$

6. Número de fallas en el sistema (NSF)

$NSF = \text{Número de paros en producción} / \text{Números de horas brutas de operación}$

7. Tiempo muerto del equipo ocasionado por descomposturas

$\% = (\text{Tiempo muerto causado por descomposturas} / \text{Tiempo muerto total}) * 100$

8. Horas-hombre de emergencia

$\% = (\text{Horas-hombre consumidas en trabajos de emergencia} / \text{Horas-hombre trabajadas en mantenimiento directo}) * 100$

9. Horas-hombre de emergencia y todas las demás no programadas

$\% = (\text{Horas-hombre en trabajos de emergencia y no programados} / \text{Horas-hombre totales trabajadas en mantenimiento}) * 100$

10. Evaluación del mantenimiento preventivo

$\% = (\text{Trabajo resultantes de inspecciones} / \text{inspecciones completadas}) * 100$

3.8. Prácticas Modernas del Mantenimiento

3.8.1. Mantenimiento Clase Mundial (M.C.M.)

Se define como "el conjunto de las mejores prácticas operacionales y de mantenimiento, que reúne elementos de distintos enfoques organizacionales con visión de negocio, para crear un todo armónico de alto valor práctico, las cuales aplicadas en forma coherente generan ahorros sustanciales a las empresas".

La categoría Clase Mundial, exige la focalización de los siguientes aspectos:

- Excelencia en los procesos medulares.
- Calidad y rentabilidad de los productos.
- Motivación y satisfacción personal y de los clientes.
- Máxima confiabilidad
- Logro de la producción requerida.
- Máxima seguridad personal
- Máxima protección ambiental.

Diez mejores prácticas que sustentan el Mantenimiento Clase Mundial

1. Organización centrada en equipos de trabajo:

Se refiere al análisis de procesos y resolución de problemas a través de equipos de trabajo multidisciplinarios y a organizaciones que evalúan y reconocen formalmente esta manera de trabajar.

2. Contratistas orientados a la productividad:

Se debe considerar al contratista como un socio estratégico, donde se establecen pagos vinculados con el aumento de los niveles de producción, con mejoras en la productividad y con la implantación de programas de optimización de costos. Todos los trabajos contratados deben ser formalmente planificados, con alcances bien definidos y presupuestados, que conlleven a no incentivar el incremento en las horas - hombres utilizadas.

3. Integración con proveedores de materiales y servicios:

Considera que los inventarios de materiales sean gerenciados por los proveedores, asegurando las cantidades requeridas en el momento apropiado y a un costo total óptimo. Por otro lado, debe existir una base consolidada de proveedores confiables e integrados con los procesos para los cuales se requieren tales materiales.

4. Apoyo y visión de la gerencia:

Involucramiento activo y visible de la alta Gerencia en equipos de trabajo para el mejoramiento continuo, adiestramiento, programa de incentivos y reconocimiento, evaluación del empleado, procesos definidos de selección y empleo y programas de desarrollo de carrera.

5. Planificación y Programación Proactiva:

La planificación y programación son bases fundamentales en el proceso de gestión de mantenimiento orientada a la confiabilidad operacional. El objetivo es maximizar efectividad / eficacia de la capacidad instalada, incrementando el tiempo de permanencia en operación de los equipos e instalaciones, el ciclo de vida útil y los niveles de calidad que permitan operar al más bajo costo por unidad producida. El proceso de gestión de mantenimiento y confiabilidad debe ser metódico y sistemático, de ciclo cerrado con retroalimentación. Se deben planificar las actividades a corto, mediano y largo plazo tratando de maximizar la productividad y confiabilidad de las instalaciones con el involucramiento de todos los actores de las diferentes organizaciones bajo procesos y procedimientos de gerencia documentados.

6. Procesos orientados al mejoramiento continuo:

Consiste en buscar continuamente la manera de mejorar las actividades y procesos, siendo estas mejoras promovidas, seguidas y reconocidas públicamente por las gerencias. Esta filosofía de trabajo es parte de la cultura de todos en la organización.

7. Gestión disciplinada de procura de materiales:

Procedimiento de procura de materiales homologado y unificado en toda la corporación, que garantice el servicio de los mejores proveedores, balanceando costos y calidad, en función de convenios y tiempos de entrega oportunos y utilizando modernas tecnologías de suministro.

8. Integración de sistemas:

Se refiere al uso de sistemas estándares en la organización, alineados con los procesos a los que apoyan y que faciliten la captura y el registro de datos para análisis.

9. Gerencia disciplinada de paradas de plantas:

Paradas de plantas con visión de Gerencia de Proyectos con una gestión rígida y disciplinada, liderada por profesionales. Se debe realizar adiestramiento intensivo en Paradas tanto a los custodios como a los contratistas y proveedores, y la planificación de las Paradas de Planta deben realizarse con 12 a 18 meses de anticipación al inicio de la ejecución física involucrando a todas los actores bajo procedimientos y practicas de trabajo documentadas y practicadas.

10. Producción basada en confiabilidad:

Grupos formales de mantenimiento Predictivo / confiabilidad (ingeniería de mantenimiento) deben aplicar sistemáticamente las más avanzadas tecnologías /metodologías existentes del mantenimiento Predictivo como: vibración, análisis de aceite, ultrasonido, alineación, balanceo y otras. Este grupo debe tener la habilidad de predecir el comportamiento de los equipos con 12 meses de anticipación y coordinar la realización de procesos formales de "análisis causa-raíz" y otras herramientas de confiabilidad.

3.8.2. Análisis de Modos y Efectos de Falla (A.M.E.F)

El A.M.E.F es un método que nos permite determinar los modos de fallas de los componentes de un sistema, el impacto y la frecuencia con que se presentan. De esta forma se podrán clasificar las fallas por orden de importancia, permitiéndonos directamente establecer tareas de mantenimiento en aquellas áreas que están generando un mayor impacto económico, con el fin de mitigarlas o eliminarlas por completo.

Método del Análisis de Modos y Efectos de Fallas

Este proceso necesita de cierto período de tiempo para aplicarlo en el estudio de un sistema, un análisis detallado y una documentación acertada para poder generar una jerarquía clara y bien relacionada. Su procedimiento como tal implica las siguientes actividades:

- Definir el sistema: Se refiere a que se debe definir claramente el sistema a ser evaluado, las relaciones funcionales entre los componentes del sistema y el nivel de análisis que debe ser realizado.
- El análisis de los modos de fracaso: Consiste en definir todos los modos de falla potenciales a ser evaluados en el nivel más bajo. Por ejemplo, la pérdida del rendimiento, funcionamiento intermitente, etc.
- Análisis de los efectos de fallas: Define el efecto de cada modo de falla en la función inmediata, los niveles más altos de riesgos en el sistema, y la función misión a ser realizada. Esto podría incluir una definición de síntomas disponible al operador.
- La rectificación (Opcional): Determina la acción inmediata que debe ejecutar el operador para limitar los efectos de las fallas o para restaurar la capacidad operacional inmediatamente, además de las acciones de mantenimiento requeridas para rectificar la falla.

- **Cuantificación de la Rata de Fallas (Opcional):** Si existe suficiente información, la rata de falla, la proporción de la rata, o la probabilidad de falla de cada modo de fallo deberían ser definidas. De esta forma puede cuantificarse la proporción de fracaso total o la probabilidad de falla asociada con un efecto de un modo de fallo.
- **Análisis crítico (Opcional):** Nos permite determinar una medida que combina la severidad o impacto de la falla con la probabilidad de que ocurra. Este análisis puede ser cuantitativo o cualitativo.
- **Acción correctiva (Opcional):** Define cambios en el diseño operando procedimientos o planes de prueba que mitigan o reducen las probabilidades críticas de falla.

Análisis de Modos y Efectos de Fallas Funcionales.

Un A.M.E.F. funcional se basa en la estructura funcional del sistema en lugar de los componente físicos que lo componen. Un A.M.E.F. de este tipo debe utilizarse sí cualquiera de los componentes no tienen identificación física o si el sistema es muy complejo. Es idéntico al A.M.E.F normal, solo que los modos de fallas son expresados como fallas para desarrollar las funciones particulares de un sub-sistema.

Igualmente el análisis funcional debe considerar las funciones primarias y secundarias, que quieren decir, las funciones para que el sub-sistema está provisto y las funciones que son solamente una consecuencia de la presencia del sub-sistema respectivamente.

Análisis de Árbol de Falla (A.A.F)

La técnica del diagrama del árbol de falla es un método que nos permite identificar todas las posibles causas de un modo de falla en un sistema en particular. Además nos proporciona una base para calcular la probabilidad de ocurrencia por cada modo de falla del sistema. Esta técnica es conveniente aplicarla en sistemas que contengan redundancia.

Mediante un A.A.F podemos observar en forma gráfica la relación lógica entre un modo de fallo de un sistema en particular y la causa básica de fracaso. Esta técnica usa una compuerta "y" que se refiere a que todos los eventos debajo de la compuerta deben ocurrir para que el evento superior a la misma pueda ocurrir. De la misma forma utiliza una compuerta "o" que denota que al ocurrir cualquier evento situado debajo de la compuerta, el evento situado arriba ocurrirá.

Luego de realizado el A.A.F se procede a calcular por medio de los métodos de sistemas en serie, sistemas en paralelo, sistemas paralelos activos con redundancia parcial y sistemas con unidades de reserva, la probabilidad de falla del sistema o del evento de cima.

Con una acertada aplicación esta técnica se puede determinar los elementos potencialmente críticos durante la temprana etapa de diseño, mientras que cuando se requiere un análisis más profundo del sistema en la etapa de detalle del diseño, aplicamos un Análisis de Modo y Efecto de Falla. Los A.A.F nos proveen de una base objetiva para analizar el diseño de un sistema, desempeñando estudios de comercio / fuera, analizando casos comunes o modos de fallas comunes, evaluando la complacencia en los requisitos de seguridad las justificaciones de diseño de mejoras.

Método:

El Análisis de Árbol de Falla consta de seis pasos fundamentales, los cuales son:

- Definición del sistema, es decir, los elementos que componen el sistema, sus relaciones funcionales y las funciones requeridas.
- La definición del evento cima debe ser analizado, así como el límite de su análisis.
- La construcción del A.A.F por rastreo de los eventos debajo de la cima y progresivamente eventos debajo por categorías y niveles con sus especificados funcionales.

- Estimación de la probabilidad de ocurrencia de cada uno de las causas de fracaso.
- Identificación de cualquier fracaso de la causa común potencial que afecta las compuertas "y".
- Calcular la probabilidad de ocurrencia del evento de cima de falla.

Beneficios del Análisis del Árbol de Fallas:

- Lleva al analista a descubrir la falla de una forma deductiva.
- Indica las partes del sistema que son sumamente importantes debido a que en las mismas se localizan las fallas de interés.
- Proporciona medios claros, precisos y concisos de impartir información de confiabilidad a la gerencia.
- Provee un significado cualitativo y cuantitativo de análisis de confiabilidad.
- Permite no mal gastar esfuerzos, al concentrarse en un modo de falla del sistema o los efectos que genera al tiempo.
- Provee al analista y al diseñador de un claro entendimiento de las características de confiabilidad y rasgos del diseño.
- Permite identificar posibles problemas de confiabilidad.
- Habilita fallas que pueden ser evaluadas.

Limitaciones del Análisis del Árbol de Fallas.

Las limitaciones prácticas de esta técnica se deben a la cantidad de tiempo y de esfuerzo que debe invertirse. De la misma forma requiere de una metodología muy estricta, una documentación sin errores, una acertada elección de los eventos de la cima más apropiados y niveles de análisis para no mal gastar esfuerzos.

CAPITULO IV. MANTENIMIENTO PREVENTIVO APLICADO A LAS PYMES

4.1 Necesidad técnica económica de su aplicación.

Debido a la necesidad de ser más competitivos, las pequeñas y medianas empresas buscan, de alguna manera, optimizar el funcionamiento de su maquinaria y equipo. Los ingenieros de planta buscan la manera de justificar los gastos. La gerencia administrativa desea fervientemente reducir costos.

Sin embargo, hasta hoy, muy pocas empresas han establecido un programa de mantenimiento preventivo que contribuya realmente de forma directa a las utilidades de la empresa.

La pregunta siempre ha sido ¿cómo comenzar un programa de mantenimiento preventivo efectivo que mejore la situación y contribuya a mediano y largo plazo a mejorar la rentabilidad de las empresas?

Para desarrollar un programa de mantenimiento preventivo es necesario aceptar que existe una verdadera necesidad del mismo. Estas necesidades pueden verificarse en las siguientes áreas:

- Elevados costos de mantenimiento.
- Fallas continuas del equipo y maquinaria que interrumpen la producción.
- El personal de mantenimiento ocupa la mayor parte del tiempo en reparaciones y atención de emergencias.
- Los inventarios de repuestos son elevados
- Falta de confiabilidad en el servicio de la maquinaria y equipo de la planta

Por tanto la necesidad técnica-económica se evalúa de forma cuantitativa y cualitativa. Donde el factor costo, es el más importante para determinar si es o no necesario un programa de mantenimiento preventivo.

Para detectar una necesidad evidente de desarrollo de un programa de mantenimiento es necesario evaluar los siguientes costos:

- Costos de mantenimiento actuales
- Costos de oportunidad perdidos por fallas en el equipo
- Costos de oportunidad por perder en la producción debido a la falta de confiabilidad del servicio del equipo
- Costos actuales de repuestos en inventario
- Costos de reparación de los equipos.

4.2 Justificación Económica.

El desarrollo e implementación de un programa de mantenimiento preventivo representa una considerable inversión de esfuerzo y recursos que son limitados. Sin embargo, a largo plazo, un programa de mantenimiento preventivo efectivo, representa una disminución en los costos de operación, que convierten al departamento de mantenimiento en un centro de utilidad.

Existen muchos malentendidos y conceptos erróneos sobre lo que un programa de mantenimiento puede y no puede hacer. A continuación se presenta, la justificación económica del desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo:

- En su etapa inicial, un programa de mantenimiento preventivo, si se desarrolla de manera efectiva, los costos de mano de obra, costos de materiales y costos de repuestos, pueden aumentar. Esto se debe a que no sólo se están reparando los equipos que han fallado sino que ahora se reparan los equipos que se encuentran por fallar. Sin embargo, es siempre más económico prevenir que corregir fallas.
- El beneficio principal que un programa de mantenimiento preventivo buscan es la reducción de costos de operación de la empresa basan en: reducir el tiempo de paradas no programadas debido a fallas de la maquinaria para aumentar la producción, mejorar la calidad del producto

manufacturado eliminando partes o piezas defectuosas, o reducir altos y elevados costos de reparación.

4.3 Expectativas Económicas de su aplicación.

Las expectativas económicas de la aplicación de un programa de mantenimiento preventivo, estarán determinadas por los costos involucrados en el mantenimiento de las PYMES, de como se realiza actualmente y la comparación con una proyección de los costos de mantenimiento utilizando un programa de mantenimiento preventivo. De esta forma, se puede evaluar los posibles beneficios económicos que pueden representar, en un mediano y largo plazo, el realizar una inversión en este tipo de proyecto.

Metodología para evaluar el costo de mantenimiento actual que se tiene en la planta (Ver figura No 20).

1. El primer paso es realizar una investigación del costo de mantenimiento de la empresa para un período de 2 años y obtener el promedio. En la figura 20 se muestra el costo total promedio para un año como el 100%. El costo de mantenimiento se divide en 2 partes, las cuales son: costo de mano de obra y costo de materiales y repuestos. En el costo de mano de obra, no se debe incluir el costo de los supervisores ni de los gerentes de mantenimiento para mantener el costo directo involucrado en reparaciones.
2. El segundo dato que se debe obtener, es el tiempo total de paros de producción ocasionados por fallas en el equipo de la planta. Se puede asignar un valor económico a estos paros de producción si se conocen el costo de oportunidad de cada máquina que ha fallado. De lo contrario, se asigna un valor del 100% a este dato.

3. El tercer dato importante que se debe investigar es el costo de reasignar trabajo al personal que está a cargo de la maquinaria que ha fallado. Este dato es el más difícil de obtener pero se calcula en base al tiempo de fallo de la maquinaria y el costo de la mano de obra encargada de dicha maquinaria. Si por lo general, el personal no se reasigna a nuevas tareas mientras el equipo se encuentra parado, este costo incide directamente en el presupuesto de producción.

Luego se debe realizar una proyección en base a los cálculos realizados en el presupuesto de los costos de mantenimiento si se cuenta con un programa de mantenimiento preventivo.

4. En la proyección de los costos de operación del departamento de mantenimiento, para el primer año que se ponga en operación el programa de mantenimiento preventivo, reflejara un incremento con respecto a los costos actuales. Esto se debe a que la planta todavía realizará trabajos de reparación al mismo tiempo que se realizan tareas de mantenimiento programado, por lo que, el uso de materiales y repuestos, así como mano de obra tendrán que aumentar. Un incremento normal de costos para proyectos de mantenimiento preventivo, se encuentra entre el 15-20% de los costos de mantenimiento actual, durante el primer año.
5. De igual forma, durante el primer año de un programa de mantenimiento preventivo se debe experimentar un decremento en el costo ocasionado por pérdidas de producción debido a fallas en el equipo. Un porcentaje normal de reducción de tiempos de paro de producción, se puede estimar en un 35% cuando existe mantenimiento preventivo.
6. Así como se obtienen ahorros en los tiempos de paros del equipo, el departamento de producción también debe experimentar un decremento en los costos ocultos de reasignar la mano de obra encargada de la máquina

que falla a nuevas tareas. Esto se debe a que, si se han reducido los paros de maquinaria no programados, se reduce la necesidad de cambiar al personal hacia otras tareas. Por otro lado, los paros que sí son programados para mantenimiento se realizan sobre la base de un calendario definido, por lo que la reasignación del personal de estas máquinas, se realiza de forma planificada y no de forma emergente.

Por lo general, los resultados del desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo se hacen evidentes en el segundo año en el que esta en operación.

7. Los costos de mantenimiento, durante el segundo año del proyecto, deberán reducirse en alrededor de un 25% del costo anual promedio actual sin programa de mantenimiento preventivo. En el segundo año, se logra experimentar la primera reducción de costos evidente y tangible para la gerencia de la planta. A partir de esta reducción, los siguientes presupuestos de mantenimiento deben basarse en estos costos y no en los costos que se tengan sin el programa de mantenimiento preventivo.
8. En la medida que el programa de mantenimiento preventivo pasa de fase inicial a su fase de crecimiento para incluir nuevos equipos y maquinaria, los paros no programados de maquinaria y equipo, deben ser menores. De esta forma el costo de oportunidad por producción perdida debido a paros por fallos debe reducirse. Un programa de mantenimiento preventivo bien implementado puede llegar a reducir este costo por paro de producción a casi un 75% de los costos con que cuenta una planta que no utiliza mantenimiento preventivo.
9. Al eliminar, casi por completo, los paros de maquinaria por fallas no programadas, el costo de reasignar el personal encargado del manejo de estas máquinas a otras responsabilidades, virtualmente se elimina ya que, casi todo paro de equipo es programado según una calendarización previa.

Esto permite hacer todo el movimiento de personal de forma anticipada. Es normal que, este costo de reasignar personal en una planta con un programa de mantenimiento preventivo, se reduzca en el segundo año a un 10% de los costos que se tienen cuando no hay mantenimiento preventivo. Este porcentaje probablemente se mantenga estable debido a que siempre existirán situaciones imprevistas que no se pueden controlar.

**TABLA DEL COSTO PROYECTADO
DEL MANTENIMIENTO DE UNA PLANTA
AL INICIAR UN PROGRAMA DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

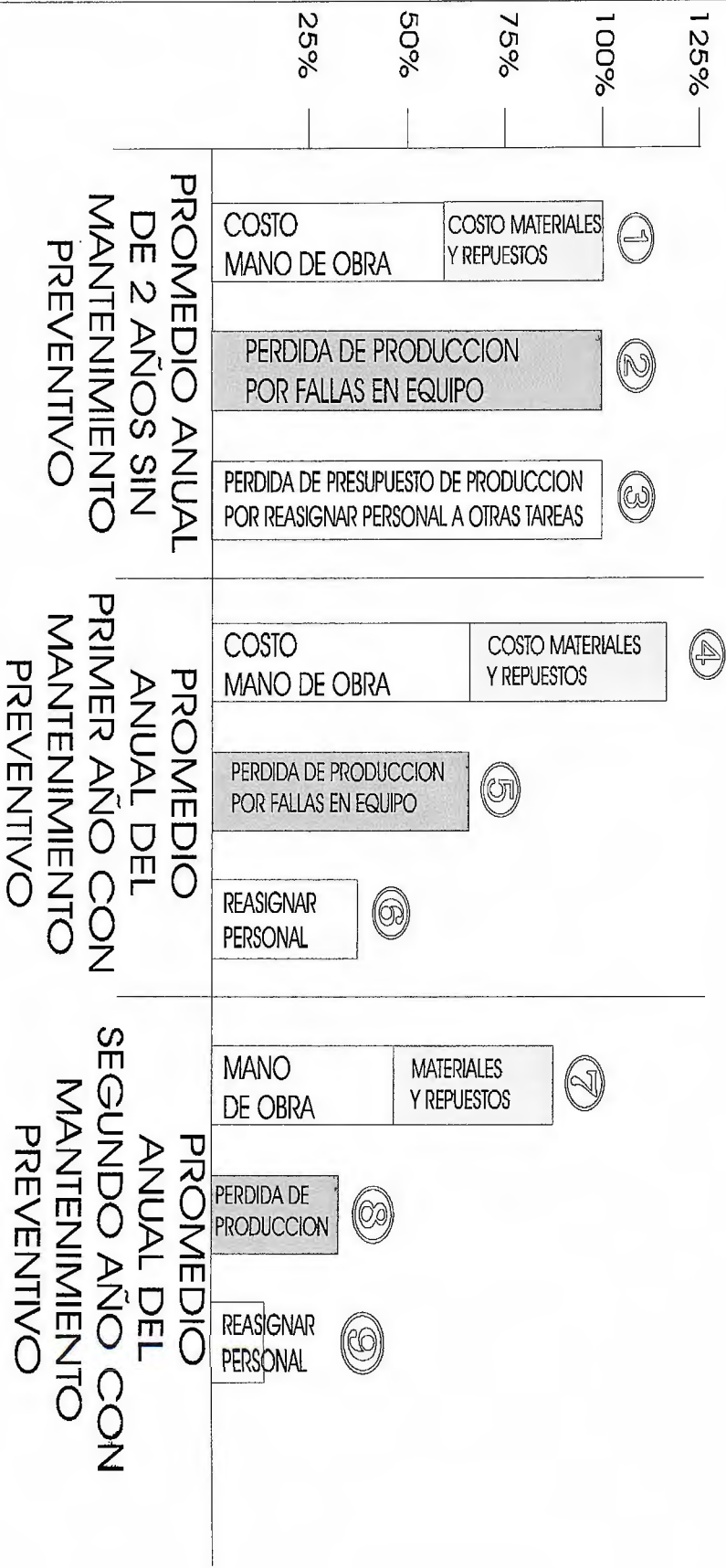


Figura 20

4.4 Gestión Del Mantenimiento

4.4.1 Enfoque General de la Gestión

En términos generales, cualquier Jefe de un Departamento de Mantenimiento deberá involucrarse de manera protagónica en el quehacer de la empresa, asumiendo su respectivo rol en los aspectos siguientes:

- Mantenimiento y reparación de la infraestructura física, equipos e instalaciones.
- Operación de plantas suministradoras de fluidos y energéticos.
- Adiestramiento a los usuarios (operadores de equipos).
- Asesoría técnica a la dirección en lo relacionado al mantenimiento y adquisición de equipos.

4.4.2 Definición y Alcance

Atrás quedaron los tiempos cuando los problemas de las máquinas y equipos se intentaba resolverlos con un artesano “hacelotodo” equipado con una caja de herramientas, ahora a través de la experiencia se sabe que el mantenimiento de los equipos bajo estándares adecuados es una tarea integral. La Gestión del Mantenimiento se entiende como la habilidad de conducir la realización de una amplia gama de actividades combinadas e interrelacionadas, relativas a la planeación de tareas; organización y administración de recursos y el aseguramiento de una estrecha comunicación ya sea internamente o con los otros departamentos de la empresa y agentes externos involucrados.

Ahora se establecen las definiciones separadas de los términos que componen el concepto anterior:

a. Planeación: Es la acción de pensar por anticipado en las cosas que se deberían o podrían realizar para lograr a futuro los objetivos, es decir, es dar respuesta a las siguientes preguntas:

- Por qué se va a hacer? es decir con que objetivo. Cuánto se va a hacer? es decir cuantas unidades o que volumen de producción. Dónde se va a hacer? es decir en que lugar o lugares. Cuándo se va a hacer? en que

tiempo del calendario o en que parte del período previsto. Cómo se va a hacer? es decir con que recursos (personas, insumos, información, equipos, etc.)

b. Organización: Es la conexión ordenada y oportuna entre personas, cosas, lugares y tiempo para realizar actividades en una forma sistematizada, así por ejemplo se habla de organización del personal, organización de las tareas, organización del taller, etc.

c. Administración: Es el arte de utilizar recursos humanos, materiales y económicos, de manera eficiente para lograr los objetivos. En otras palabras, es lograr que las cosas se hagan, mediante el empleo racional de los recursos.

d. Comunicación: Es la acción y efecto de dar a, pedir y recibir de otras personas o áreas, información relacionada o no con el trabajo del departamento para lograr el propósito de una acción, o para ser empleada en la toma de decisiones. Así por ejemplo:

- Recibir una llamada telefónica de la jefe de algún servicio para informar de la falla en un equipo.
- Dar instrucciones verbales a un subalterno, o entregarle la orden de trabajo para ejecutar una tarea determinada.
- Solicitar a la administración del hospital, la compra urgente de un repuesto que no se tiene en almacén.
- Solicitar por escrito a un proveedor, la cotización de repuestos para la reparación de un equipo.

En todas las definiciones anteriores aparecen dos términos que son subyacentes en toda actividad gerencial, nos referimos a objetivos y recursos, por eso al abordar la gerencia del mantenimiento y planear las actividades del mismo, debemos fijar objetivos claros y hacer una estimación racional de los recursos requeridos para lograrlos.

4.5 Planificación.

La planificación implica las acciones necesarias para cumplir los objetivos establecidos lo cual sirve de base para la toma de decisiones, es decir la elección de cursos futuros de acción a partir de diversas alternativas.

La planificación es también una actitud de análisis, de proyección hacia el futuro mediante la previsión anticipada de los hechos.

La planificación esta en función de la selección y relación de hechos, así como la formulación y uso de supuestos respecto al futuro, en la visualización y elaboración de las actividades propuestas que se cree sean necesarias para alcanzar los resultados deseados.

4.5.1 Clase de trabajos a efectuar.

Las tareas de mantenimiento son clasificadas de manera que permiten establecer prioridades en base al impacto que éstas pueden generar si se interrumpen los programas de producción de la empresa.

Por tanto la clase de trabajos de mantenimiento que pueden efectuarse por parte del departamento de mantenimiento son:

1. El mantenimiento programado, que incluye el mantenimiento periódico, como la lubricación de la máquinas, inspecciones y trabajos menores repetitivos. Este tipo de trabajo se planea y se programa por adelantado. El mantenimiento programado es la base del sistema de mantenimiento preventivo y es el que debe ser aplicado generalizadamente.
2. El mantenimiento de emergencia o correctivo, es el proceso de efectuar reparaciones tan pronto como sea posible después del reporte de una falla. El reporte por lo general, se hace por teléfono y va seguido por una orden de trabajo para confirmarlo. El programa de mantenimiento preventivo se interrumpirá cuando sean reparaciones de prioridad 1.

3. La modificación del diseño, que implica determinar las causas de descomposturas repetidas y eliminar la causa mediante la modificación del diseño.
4. La reparación general programada, que implica el paro de la planta, se planea y organiza de tal manera que se minimice el paro de la planta.
5. La reparación general programada, reparaciones y construcción de equipo que no caen dentro de ninguna de las otras clases.

4.5.2 Equipos que deben inspeccionarse.

Las inspecciones de mantenimiento deben realizarse básicamente en dos tipos de maquinaria; La maquinaria de producción y la maquinaria de apoyo o auxiliar.

Maquinas de Producción.

Esta maquinaria es la que se encuentran en el nivel I del programa de mantenimiento es decir, es el equipo vital para cumplir el programa de producción.

Maquinas Auxiliares.

La maquinaria auxiliar se encuentra en el nivel II del programa de mantenimiento, son las que sirven de apoyo a la producción y de suministros, es decir que proporcionan vapor, aire comprimido, etc. También en este nivel se inspeccionan la flota vehicular o de reparto.

4.5.3 Establecimientos de ciclos de revisiones.

Para determinar el período de tiempo en el cual se ejecutarán las rutinas de mantenimiento preventivo, desde que inicia el proceso de mantenimiento, hasta que finaliza las operaciones, más el tiempo que la máquina o equipo esta en pleno

funcionamiento, esperando la siguiente revisión, se hará en base a las tareas de mantenimiento que deban realizarse

El criterio básico para establecer los ciclos de revisiones de las máquinas y equipos que necesiten mantenimiento preventivo e inspecciones se establece a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Ciclo de revisión} = \text{Días de mantenimiento} + \text{Días de operación}$$

Para efectos de un mayor control, será necesario profundizar sobre el establecimiento del ciclo de revisión tomando en cuenta los planes de trabajo tanto de mantenimiento preventivo como de inspección.

Por lo que la ecuación sufre los siguientes cambios:

$$\text{Ciclo de Revisión} = \text{hrs. de MP} + \text{Hrs. de IP} + \text{Hrs. de P.P.}$$

Lo que significa: que los ciclos de revisión quedan establecidos como la suma de las horas de mantenimiento preventivo, inspección preventiva y plan de producción operando.

4.5.4 Responsabilidad y Ejecucion de tareas.

El departamento de mantenimiento debe estar estructurado de manera que cubra las necesidades básicas de las diferentes tareas de mantenimiento que se dan en la planta. El personal que forma parte del departamento, cada uno debe tener su especialidad, lo que permitirá abarcar las diferentes facetas y tipos de tareas necesarias y especiales. Aunque cabe mencionar que los conocimientos sobre ciertas tareas, como modificaciones de diseños y fabricación de piezas se entregan generalmente a empresas concesionadas.

Para coordinar cada una de las partes del departamento de mantenimiento se han definido las funciones, tareas, responsabilidades y autoridad que deben acoplar para encaminar el departamento hacia un trabajo en equipo eficiente y productivo.

Por tanto se presentan las funciones de cada una de las partes que conforman el departamento de mantenimiento:

- **Responsabilidad de la jefatura de mantenimiento**

1. Coordinar todos los trabajos de mantenimiento de acuerdo a la recepción de las órdenes de trabajo generadas por los diferentes departamentos de la empresa.
2. Supervisar la ejecución de la tareas de mantenimiento.
3. Autorizar la concesión de trabajos de mantenimiento a empresas externas.
4. Hacer las compras de insumos necesarios para que el mantenimiento se lleve acabo.
5. Llevar el inventario y entregar las herramientas y equipos de protección personal.
6. Desarrollar y buscar programas de capacitación y adiestramiento para el personal operativo de mantenimiento.
7. Realizar reportes de costos de mantenimiento para verificar el desarrollo del presupuesto establecido.
8. Evaluar el desempeño de los técnicos de mantenimiento y de los programas que han sido implementados.

- **Responsabilidad de la división eléctrica**

1. Realizar las rutinas de mantenimiento preventivo eléctrico de las máquinas y equipos.
2. Realizar las reparaciones eléctricas de emergencia de las máquinas, equipos e instalaciones.
3. Realizar inspecciones en los equipos verificando el sistema eléctrico.

4. Verificar las cargas y consumos promedios de energía eléctrica de la empresa, reparando las anomalías.
5. Utilizar los equipos de protección de personal necesarios dependiendo de la tarea a realizar.

- **Responsabilidad de la división mecánica**

1. Realizar las rutinas de mantenimiento preventivo mecánico de las máquinas y equipos.
2. Realizar las reparaciones mecánicas de emergencia de las máquinas, equipos e instalaciones.
3. Realizar inspecciones en los equipos verificando el sistema mecánico.
4. Verificar el inventario de lubricantes y materiales para las tareas de mantenimiento
5. Utilizar los equipos de protección de personal necesarios dependiendo de la tarea a realizar.

- **Responsabilidad de la división de edificios e instalaciones**

1. Realizar las rutinas de mantenimiento preventivo de los edificios, revisión de techos, canaletas, etc.
2. Pintar las diferentes áreas, tanto internas como fachadas.
3. Realizar las reparaciones de fontanería que sean necesarias
4. Realizar el cambio de las luminarias de la empresa.
5. Realizar la fumigación para insectos y la colocación de trampas para roedores.
6. Realizar el trabajo de jardinería y limpieza de áreas verdes.
7. Utilizar los equipos de protección de personal necesarios dependiendo de la tarea a realizar.

- **Responsabilidad de la división de obras civiles y estructuras metálicas**

1. Realizar trabajos de albañilería que se soliciten.
2. Realizar reparaciones y acabados a las paredes y pisos deteriorados por el tiempo y uso.
3. Realizar trabajos de estructura metálica y obra de banco
4. Realizar trabajos de soldaduras para piezas mecánicas de las máquinas, a solicitud de la división mecánica.
5. Utilizar los equipos de protección de personal necesarios dependiendo de la tarea a realizar.

4.6 Normas de seguridad industrial.

El área de la seguridad industrial es fundamental para la aplicación de un programa de mantenimiento ya que antes de realizar cualquier tarea, el primer paso a realizar es verificar los procedimientos y normas de seguridad a cumplir, así como las condiciones del medio ambiente en el cual se realizará el trabajo. Por eso se trazan los siguientes objetivos que el departamento de mantenimiento debe cumplir con respecto a la seguridad industrial:

Son objetivos generales a través del cumplimiento de sus normas:

- (a) Resguardar la integridad física y salud de los trabajadores;
- (b) Mantener la seguridad de las instalaciones, equipos, materia prima y producto;
- (c) Obtener una mayor productividad, al disminuir el porcentaje de accidentes.

Son objetivos específicos a través del cumplimiento de sus normas:

- (a) Resguardar la mano de obra que es el factor más importante de la Compañía;
- (b) Obtener mayor confianza en las condiciones propias del trabajo, permitiendo al trabajador mejorar sus habilidades y creatividad;
- (c) Mantener el orden y la disciplina;

- (d) Permitir el cumplimiento de las diferentes cláusulas de seguridad;
- (e) Mejorar las condiciones físicas de seguridad en el ambiente de trabajo; y
- (f) Prever futuros problemas derivados de las ampliaciones de la Planta, nuevo equipo, etc.

Por tanto para dar cumplimiento a los objetivos antes mencionados se presentan a continuación las normas de seguridad industrial.

4.6.1 Normas de carácter general.

Sobre los Jefes.

- Jefes de Departamento deben garantizar que los trabajadores entiendan los riesgos, sepan como protegerse y utilizar los equipos de protección personal asignado. Deberá exigirse el uso del equipo correspondiente.
- Es responsabilidad directa del Jefe, es proveer a todos los trabajadores permanentes o temporales el equipo de protección personal necesario para llevar a cabo las labores que le sean asignadas.

Sobre los Trabajadores.

- Todo trabajador deberá reportar a su superior inmediato, cualquier condición o circunstancia que amenace la vida, la salud, la integridad física del personal o propiedades de la empresa y este debe velar por que el riesgo sea corregido cuanto antes.
- Todo trabajador que sufra un accidente por leve que sea, deberá comunicarlo a su jefe inmediato o al jefe del departamento. En caso de que el trabajador accidentado esté incapacitado para dar el aviso, sus compañeros de trabajo o cualquier otro trabajador que tenga conocimiento del accidente, estará en la ineludible obligación de auxiliarlo y comunicarlo a la brevedad posible, al superior inmediato del trabajador accidentado y

éste a su vez, le buscará atención inmediata en la clínica interna o le procurará transporte para ser atendido en el ISSS.

- Es terminantemente prohibido fumar dentro de la Empresa, excepto en los lugares donde se indique que es permitido.
- Es obligación del trabajador usar ropa de trabajo: camisa, pantalón y zapato que cubra el pie completamente, manteniendo la mejor presentación personal.
- Nunca realice sus tareas con vestimentas flojas, camisas por fuera, camisas mangas largas, etc. Lo anterior puede originar un accidente del tipo de arrastre.
- Evitar correr dentro de las instalaciones de la planta. Si necesita algo con urgencia lo más indicado es caminar de prisa.
- Evitar ingerir alimentos dentro de la planta. Procure hacerlo en las áreas designadas y únicamente en los recesos.
- Todo el personal operativo y de mantenimiento de la planta, al inicio de sus labores deberá quitarse anillos, esclavas, relojes etc. para prevenir sufrir daños en el desempeño de sus responsabilidades.
- Es obligación de todos los trabajadores, cumplir con los programas de salud y medidas preventivas que implemente en la empresa.
- Cada trabajador debe buscar las relaciones más cordiales y respetuosas entre sus compañeros y superiores, teniendo en cuenta que en las áreas de trabajo están prohibidas las riñas y bromas.

- Todo trabajador que se disponga a iniciar sus labores deberá ubicar visualmente la localización de los extintores más próximos a su área de trabajo eliminando cualquier objeto o material que los esté obstruyendo.
- Es obligación de todo trabajador mantener su puesto de trabajo limpio y ordenado vigilando constantemente el hacinamiento de material o producto semiterminado.
- Es obligación de todo empleado mantener los pasillos y acceso en sus áreas de trabajo despejados de cualquier objeto que impida el libre tránsito por ellos.
- Nunca realice las tareas asignadas con aparatos personales de sonido (audífonos); está limitando su organismo a cuatro sentidos de atención.
- Todo trabajador que deba realizar trabajos en alturas mayores a los 2.5 metros, deberá utilizar su arnés correspondiente.
- Nunca utilice el aire comprimido para remover polvo impregnada en sus vestimentas.
- Practique siempre la higiene de la columna levantando adecuadamente las cargas con un máximo de 90 libras.
- Para levantar objetos pesados, primero coloque su columna en posición recta, doble sus rodillas y extienda sus brazos para tomar el objeto; levante su cuerpo aplicando la fuerza en las piernas no en la espalda. El creerse muy hombre no justifica una lesión perenne en la columna.

- Evite llevar tijeras o cualquier herramienta corto punzante dentro de sus vestimentas, usted mismo estaría portando la causa de una posible herida en su cuerpo.

4.6.2 Equipo de Protección Personal.

- Es obligación de todo el personal, el uso y cuidado del equipo de protección personal que le sea asignado para el desarrollo de sus actividades. La violación de esta norma será considerada como falta disciplinaria.
- Todo trabajador expuesto durante su jornada laboral a ruidos arriba de 90 decibeles deberá, obligatoriamente, colocarse sus tapones auditivos.
- Todo el personal de nuevo ingreso a la planta debe utilizar el equipo de protección personal provisional que le entregue el Jefe Inmediato, posteriormente al terminar el período de prueba utilizará el equipo de forma permanente por lo que se responsabilizará del cuidado y uso correcto del mismo, cualquier pérdida del equipo ya sea empleado provisional o permanente se le descontará el valor del equipo del salario o liquidación adeudada por la empresa.

4.6.3 Avisos y señales.

- Todos los trabajadores de la empresa están obligados a dar cumplimiento y respetar lo normado en los diferentes avisos o señales de seguridad que se han colocado en la empresa.
- Queda prohibido quitar o mover avisos o señales de seguridad que han sido colocados para llamar la atención sobre una situación de riesgo. Asimismo, queda prohibido anular o modificar dispositivos de seguridad, guarda de

protección y otros medios destinados a prevenir accidentes. No se deberá operar maquinaria que carezca de estos medios.

4.6.4 Normas de obligado cumplimiento para Departamento de Mantenimiento.

- Queda terminantemente prohibido limpiar, desarmar y reparar maquinaria en movimiento.
- Las herramientas de mano deben ser empleadas en forma apropiada y para el trabajo que han sido diseñadas, además deben mantenerse siempre limpias, en buenas condiciones de operación y en el lugar que tienen designado.
- Cuando se realicen trabajos de mantenimiento o reparación en las máquinas deberá emplearse el procedimiento de inmovilización con candado y/o tarjeta, esto asegura que las máquinas y la electricidad permanecerán temporalmente desconectadas, la llave del candado debe permanecer siempre en poder de quien lo coloco. Los pasos a seguir son:
 - Identificar todas las piezas, de cualquier sistema que se necesita inmovilizar. Determinar que interruptores, equipos y personas estarán involucrados.
 - Comunicar a todos los involucrados que se reparará la máquina.
 - Identificar todas las fuentes de energía apropiadas, incluir circuitos eléctricos, sistemas hidráulicos y neumáticos, energía acumulada en resortes y sistemas de gravedad.
 - Neutralizar todas las fuentes de energía apropiadas en su origen: Desconectar la electricidad, trabar las piezas móviles, descargar las tuberías hidráulicas y neumáticas.

- Colocar tarjetas de inmovilización a todas las fuentes de energía y máquinas neutralizadas. Colocar las tarjetas en los mecanismos de control de la máquina, tuberías de presión, en interruptores y arrancadores.
 - Efectuar una prueba completa: Oprimir botones de control, probar circuitos para comprobar que el sistema no se moverá.
 - Al terminar el trabajo, ajustarse a todas las normas de seguridad para volver a arrancar, deberán estar fuera de peligro todos los trabajadores.
-
- Cuando se realicen trabajos fuera del taller de mantenimiento, al terminar el trabajo deberán colocarse las guardas a la maquinaria, y dejar el área limpia.
 - Para la realización de trabajos en alturas, mayores de 2.5 m., en andamios colgantes, sobre muros es obligatorio el uso del arnés.
 - Antes de usar una escalera, el usuario deberá revisar cuidadosamente su estado y sus peldaños. Las escaleras portátiles deberán utilizarse conservando la inclinación correcta.
 - Se tendrá precaución al colocar la escalera para evitar que quede cerca de conductores eléctricos, tuberías de vapor o partes móviles de maquinarias.
 - Toda escalera deberá tener zapatillas antideslizantes y estar asegurada adecuadamente.
 - Las escaleras para realizar trabajos eléctricos deben ser de madera o material aislante.

- Nunca se subirá o bajará una escalera dándole la espalda y sin emplear ambas manos para sostenerse.

Departamento Eléctrico.

- Únicamente personal autorizado podrá realizar trabajos de reparación en equipos eléctricos.
- Algunas reglas de seguridad para prevenir accidentes con la electricidad son:
 - No usar ningún aparato o equipo eléctrico mientras esté en contacto con metal o algo mojado.
 - Desconectar la máquina o los aparatos eléctricos antes de limpiarlos, inspeccionarlos, repararlos o retirar algo de ellos.
 - Mantener limpios los equipos eléctricos, la maquinaria y los lugares de trabajo. El aceite, el polvo, los residuos y el agua pueden crear un peligro de incendio cerca de un lugar donde hay electricidad.
 - Mantener libre el acceso a los tableros y cajas de empalme.
 - Retirar los materiales inflamables de las fuentes de calor eléctrico.
 - Identificar los lugares donde están ubicados los fusibles y los interruptores eléctricos.
 - Si no se ha recibido entrenamiento para trabajar en zonas de alto voltaje, no entrar a ellas, ni en una emergencia.
 - Verificar que todos los equipos eléctricos se encuentren correctamente puestos a tierra.
- Es obligatorio para el personal cuando realice trabajos de reparación y/o mantenimiento en otros departamentos, la utilización además de su equipo de protección asignado, la protección que es obligatoria en ese.

- Cuando deban realizarse trabajos de mantenimiento en alturas siempre que sea posible deberán construirse plataformas provistas de baranda y escalera de acceso. Los andamios deben ser de construcción sólida, ser instalados sobre una base firme y sólida.

Departamento Mecánico.

- Es prohibido realizar trabajos en los esmeriles sin utilizar anteojos de seguridad o pantalla facial, aún en el caso que una guarda de vidrio o plástico proteja al esmeril. Así como el uso de guantes para sostener la pieza que se está esmerilando.
- Una piedra de esmeril que se humedezca debe ser reemplazada de inmediato ya que puede romperse en pedazos por hallarse fuera de balance.
- Al momento de poner a funcionar el esmeril la persona deberá pararse a un lado de éste.
- Cuando se realicen trabajos en prensas, taladros, tornos, fresadoras u otra máquina - herramienta la pieza debe ser fijada firmemente antes de iniciar el trabajo. Nunca debe sostenerse la pieza con las manos.
- Cuando se realicen trabajos de corte de remaches o metales, ninguna persona deberá acercarse a la persona que ejecuta el trabajo. El mecánico deberá emplear protección visual y guantes de cuero.
- En la utilización e instalación de soldadura eléctrica deberán cumplirse los siguientes requisitos:
 - Las masas del aparato deberán estar puestas a tierra. Los conductores del circuito, la superficie exterior del porta electrodos,

cables, tomas eléctricos, las mandíbulas y los bornes de conexión deberán estar cuidadosamente aislados y revisados.

- El soldador y ayudante deberán usar el siguiente equipo de protección personal; El Yelmo de soldador con el lente adecuado, guantes de cuero largos, mandil de cuero y botas con puntera de acero.
 - Antes de iniciarse trabajos de soldadura en lugares diferentes del taller de mantenimiento, deberá revisarse la zona para retirar cualquier material combustible que se encuentre. Es obligatorio tener junto con el equipo de soldar un extintor de incendios para que pueda ser usado en una emergencia.
 - Diariamente se efectuará revisiones de los equipos para soldadura Oxi – acetileno por parte del operario, respecto al estado de las mangueras, acoples, manómetros, válvulas etc. cerciorándose de que están limpias de grasa y evitando golpes a los cilindros, en el caso de detectar fugas o defectos es obligación reportarlas a fin de corregirlas de inmediato. Queda prohibido el uso de este tipo de equipo que presente algún defecto.
-
- Debe construirse una baranda en la parte superior de los andamios provisionales, ya sea de cuerda, madera, tubo o cualquier otro material.
 - Los tablonces de los andamios provisionales, deben ser cuidadosamente examinados y asegurados siempre en cada extremo y destruirse o desecharse aquellos tablonces que muestren rajaduras o defectos.

CAPITULO V. DIAGNOSTICO SOBRE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MANTENIMIENTO EN LAS PYMES

Conocer de qué forma se da el mantenimiento en la pequeña y mediana empresa es una de las tareas fundamentales de este proyecto, ya que es un factor que nos permite crear lineamientos y políticas a seguir en el diseño a proponer. Por tal motivo a continuación se presenta un diagnostico, tomado a partir de una investigación bibliográfica y muestral de la pequeña y mediana empresa que describe como se da el mantenimiento actualmente, con que condiciones se cuenta, el estado de la maquinaria y equipo, de manera que este diagnostico nos permitirá justificar la aplicación del diseño en una empresa modelo.

5.1 Factores que se analizan

- Como se da el mantenimiento en el sector.

Donde se obtiene información sobre si se aplica algún tipo de mantenimiento, de que forma se aplica, que controles que se utilizan etc.

- Condiciones con las que se cuenta.

Con este factor se identifican las condiciones de trabajo, de que forma se manejan los repuestos necesarios para el mantenimiento, si se cuenta con asesoría técnica etc.

- Estado de la maquinaria y equipo.

Este factor permite conocer de qué forma y en que estado se adquirió la maquinaria y equipo, cuanto tiempo de servicio tiene etc.

- Porque se realiza el estudio en una empresa productora de lácteos.

5.2 Sectores objetos de estudio del diagnóstico.

Sector	Utilización de capacidad instalada (%)	Aporte al PIB en millones de colones
Carnes y sus productos	66.7	265.7
Productos lácteos	53.3	428.8
Productos de molinera y panadería	69.12	1146.7
Textiles	60.1	721.4
Prendas de vestir	67.4	255.3
Cuero y sus productos	57.0	511.1
Productos de imprenta	58.7	676.3
Producto de caucho y plásticos	60.7	378.1
Productos metálicos de base y elaborados	60.2	645.4
Madera y sus productos	72.0	169.6

Cuadro N° 6

5.3 Consideraciones estadísticas.

La herramienta de primer nivel consta de tres factores en estudio, como se da el mantenimiento en el sector, condiciones con las que se cuenta, y estado de la maquinaria y equipo y cuenta con 32 ítems.

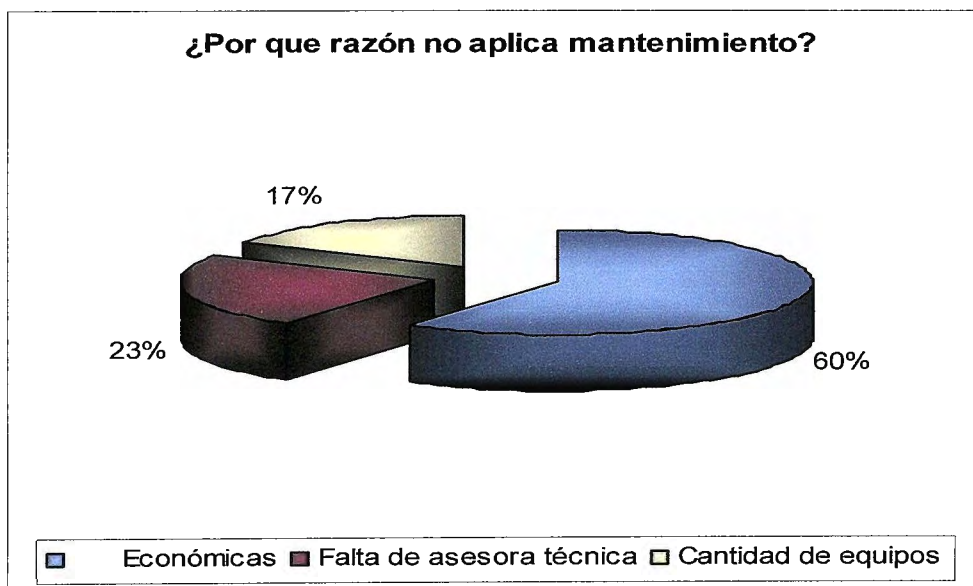
1. ¿Aplica un programa de mantenimiento establecido en su empresa?

	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	TOTAL
Si	1	1	3	1	1	2	1	0	1	2	13
No	2	2	0	2	2	1	2	3	2	1	17



2. ¿Por que razón no aplica un programa de mantenimiento en su empresa?

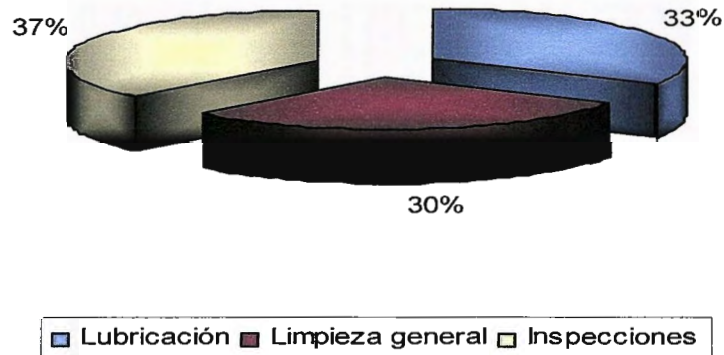
	Sector 1	sector 2	sector 3	sector 4	sector 5	sector 6	sector 7	Sector 8	sector 9	Sector 10	TOTAL
Económicas	3	1	2	1	2	2	1	3	1	2	18
Falta de asesora técnica		2		1		1	1		1	1	7
Cantidad de equipos			1	1	1		1		1		5



3. Que tipo de acciones de mantenimiento realiza en sus equipos?

	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	sector 5	Sector 6	Sector 7	sector 8	sector 9	Sector 10	TOTAL
Lubricación	3	1	2	2	3	2	2	3	3	2	23
Limpieza general	2	1	2	1	2	2	3	3	2	3	21
Inspecciones	3	1	3	3	2	3	3	3	2	3	26

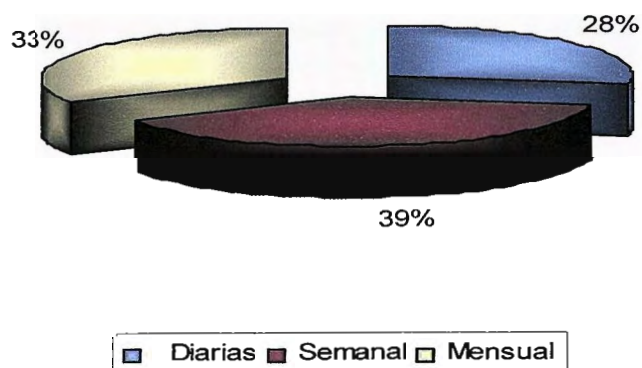
¿Que tipo de acciones de mantenimiento realiza?



4 ¿Cada cuanto tiempo las realiza?

	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	TOTAL
Diarias		2	1	3	2	1	2	3	1	2	17
Semanal	2	2	3	3	1	3	3	2	2	3	24
Mensual	1	3	1	3	2	3	3		3	1	20

¿Cada cuanto las realiza?



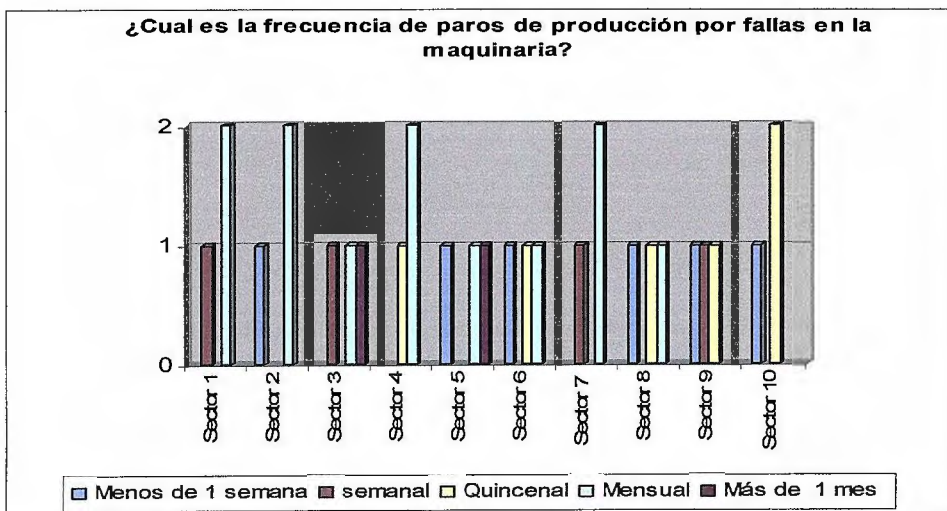
5. ¿Que tipo de mantenimiento realiza en su empresa?

	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	TOTAL
Correctivo	3	2	3	1	1	2	3	2	1	3	21
Preventivo	0	1		2	2	1		1	2		9



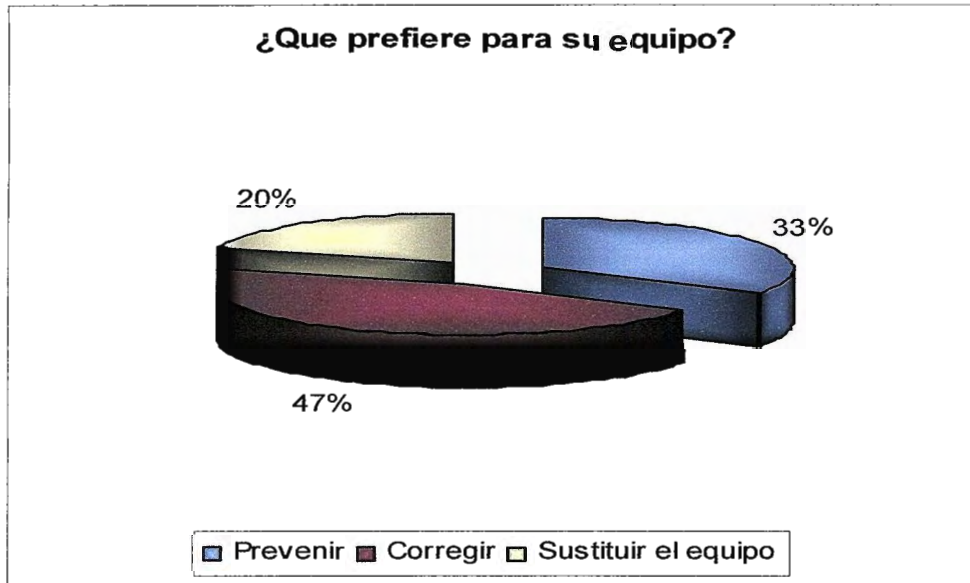
6. ¿Cual es la frecuencia de paros en la producción por fallas en maquinarias y equipo

	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	TOTAL
Menos de 1 semana		1			1	1		1	1	1	6
semanal	1		1				1		1		4
Quincenal				1		1		1	1	2	6
Mensual	2	2	1	2	1	1	2	1			12
Más de 1 mes			1		1						2



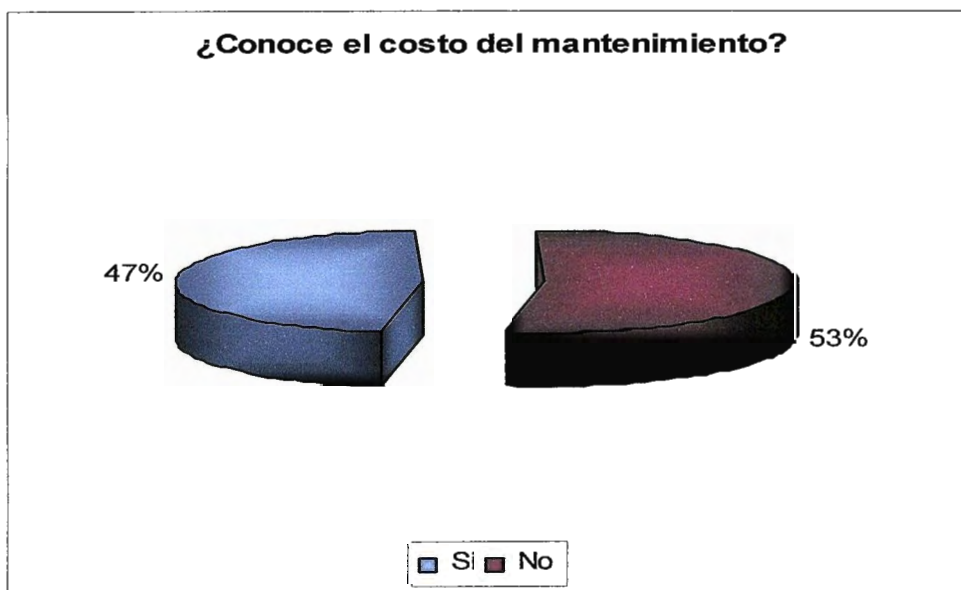
7. ¿Que prefiere para su equipo?

	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	TOTAL
Prevenir	1		1	1	1	2	2		1	1	10
Corregir	2	2	1	2	2			3	1	1	14
Sustituir el equipo		1	1			1	1		1	1	6



8. ¿Conoce el costo de mantenimiento en su empresa?

	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	TOTAL
Si	1	1	2	1	1	2	2	2	1	1	14
No	2	2	1	2	2	1	1	1	2	2	16



9 ¿Posee su empresa una contabilidad organizada?

	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	TOTAL
Si	1	2	1	2	2	1	2	1	2	2	16
No	2	1	2	1	1	2	1	2	1	1	14



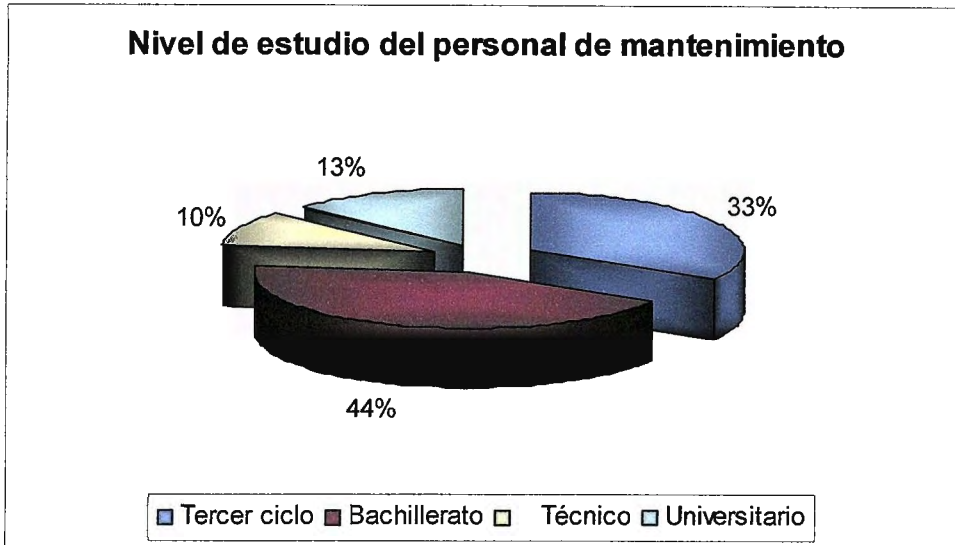
10. Cuantas personas trabajan en el mantenimiento de su empresa?

No	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	TOTAL
1	1	1	1	1	1	1	3	2	2	1	14
2	2		1	2		1			1	1	8
Más de 3		2	1		2	1		1		1	8



11 ¿Cual es el nivel de estudio de las personas que trabajan en el mantenimiento en su empresa?

	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	TOTAL
Tercer ciclo	2	2	1			1		1	2	1	10
Bachillerato	1		2	2	2	2	1	2	1		13
Técnico		1			0		1			1	3
Universitario				1	1		1			1	4



12. ¿Cuenta con procedimientos para la aplicación del mantenimiento en su empresa?

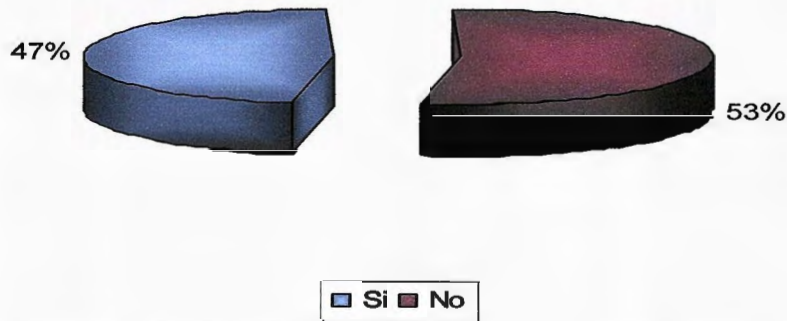
	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	TOTAL
Si	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	13
No	1	2	2	2	1	2	1	2	2	2	17



13. ¿Cuenta con procedimientos para la aplicación del mantenimiento en su empresa?

	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	TOTAL
Si	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	13
No	1	2	2	2	1	2	1	2	2	2	17

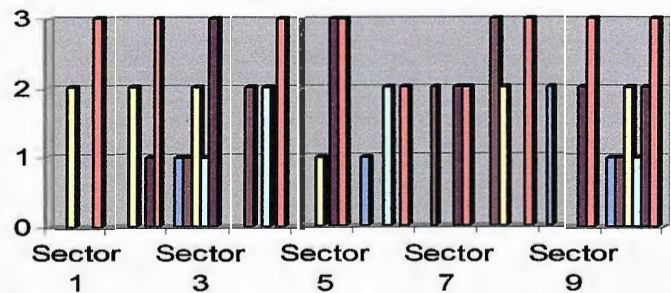
¿Cuenta con controles para la aplicación del mantenimiento?



14. ¿Que tipo de controles aplica?

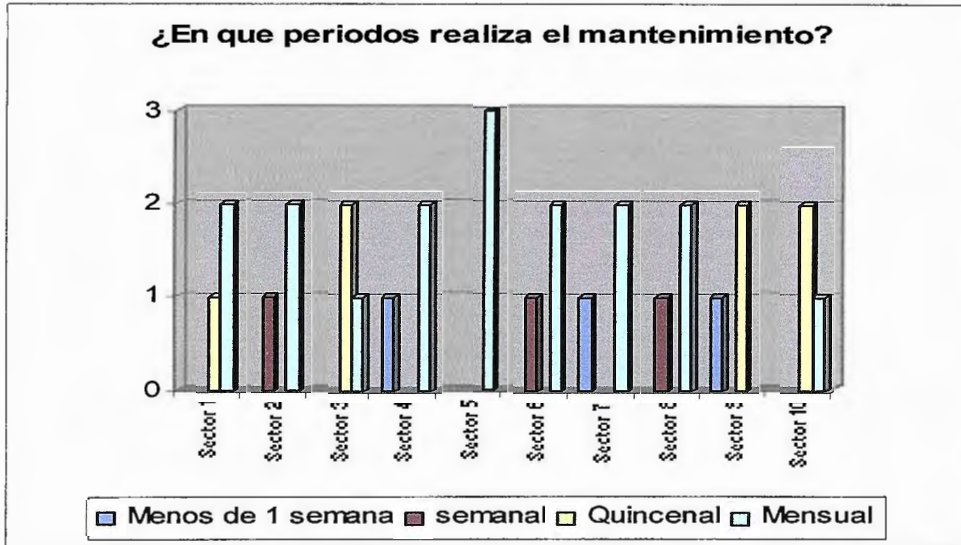
	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	TOTAL
Orden de trabajo			1			1			2	1	5
Reporte de trabajo			1	2			2	3		1	9
Historial de maquinaria	2	2	2		1			2		2	11
Registro de maquinaria			1	2		2				1	6
Inventario de maquinaria		1	3		3		2		2	2	13
Otros	3	3		3	3	2	2	3	3	3	25

¿Qué tipo de controles aplica?



15. ¿En que periodos realiza el mantenimiento?

	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	TOTAL
Menos de 1 semana				1			1		1		3
semanal		1				1		1			3
Quincenal	1		2						2	2	7
Mensual	2	2	1	2	3	2	2	2		1	17



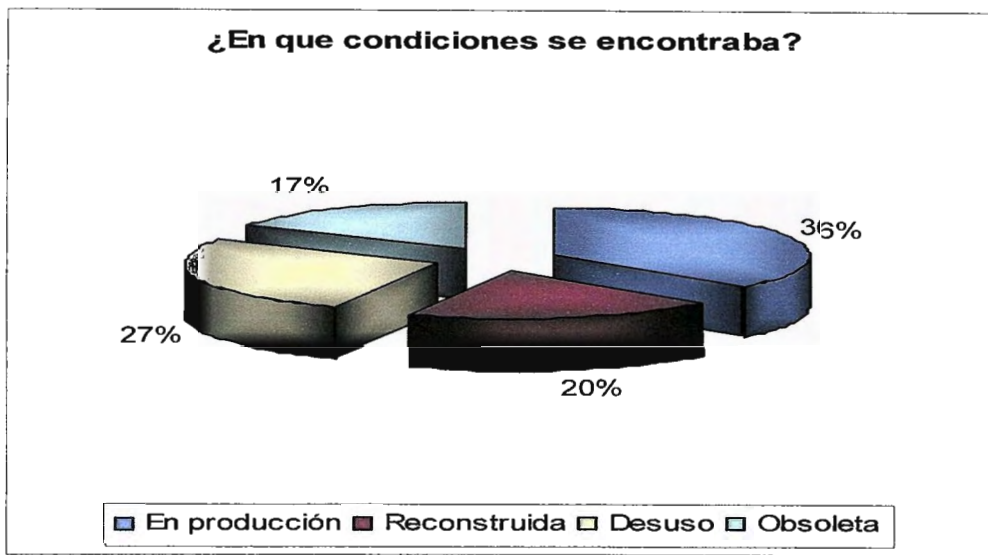
16. ¿En que estado adquirió su maquinaria y equipo?

	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	TOTAL
Usada	2	3	2	1	3	2	1	2	1	1	18
Nueva	1		1	2		1	2	1	2	2	12



18 ¿En que condiciones se encontraba?

	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	TOTAL
En producción	2		2		2		1	1	2	1	11
Reconstruida		1		2		1		1		1	6
Desuso	1	1	1			2	1		1	1	8
Obsoleta		1		1	1		1	1			5



19. ¿De que forma la adquirió?

	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	TOTAL
Crédito	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	18
Contado	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	12



20. ¿Posee manuales del fabricante?

	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	Total
Si	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	13
No	2	2	2	1	2	2	1	2	1	2	17



21. ¿A realizado algún tipo de ajuste general a su maquinaria y equipo?

	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	TOTAL
Si	1	2	1	1	1	2	1	1	2	2	14
No	2	1	2	2	2	1	2	2	1	1	16



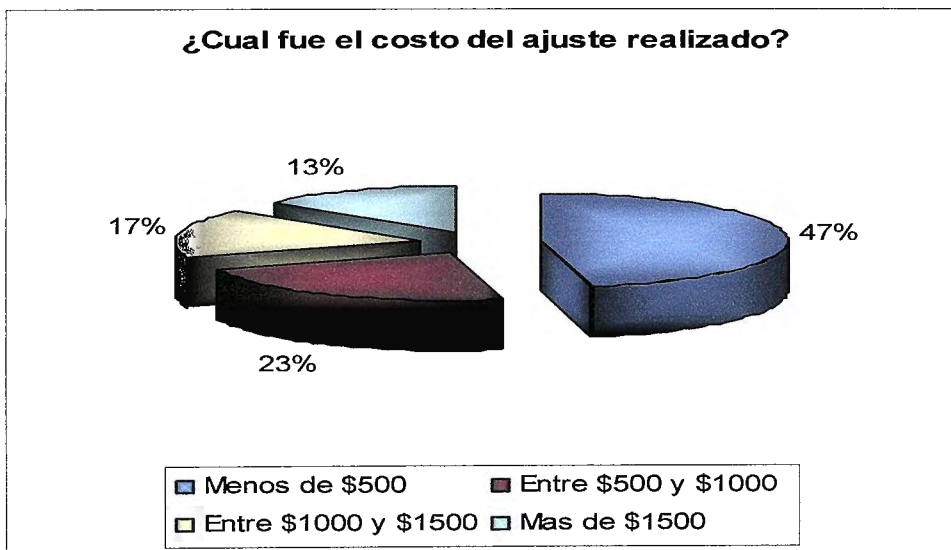
22. ¿Se realizaos cambios en las partes criticas?

	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	TOTAL
Si	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2	13
No	2	1	1	2	2	2	2	1	2	1	16



22. A cuanto ascendió el costo del ajuste realizado y el cambio de estas partes

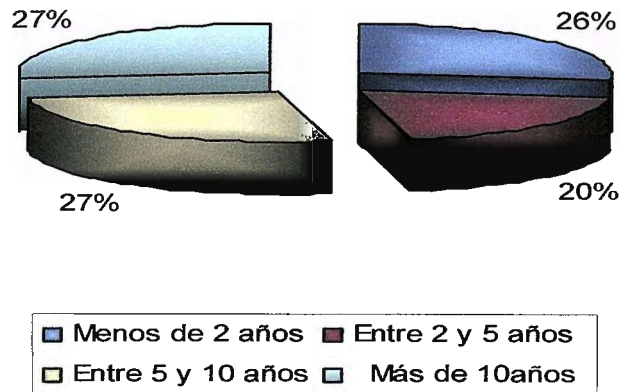
	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	TOTAL
Menos de \$500	1	2		1	2	2	1	2	2	1	14
Entre \$500 y \$1000	1		2	1		1		1	1		7
Entre \$1000 y \$1500	1		1		1		1			1	5
Mas de \$1500		1		1			1			1	4



23. ¿Cuanto tiempo de servicio tiene su maquinaria y equipo?

	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	TOTAL
Menos de 2 años		1		2	1	1	1		2		8
Entre 2 y 5 años	1	2		1				1	1		6
Entre 5 y 10 años	2		1		1	1	1	1		1	8
Más de 10años			2		1	1	1	1		2	8

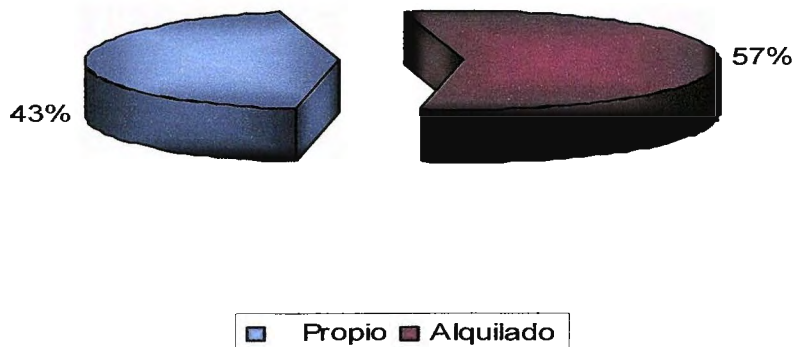
Tiempo de servicio de la maquinaria y equipo



24. El local en el cual se encuentra ubicada su empresa es?

	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	TOTAL
Propio	1	2	1	1	1	1	2	1	2	1	13
Alquilado	2	1	2	2	2	2	1	2	1	2	17

¿El local en que se encuentra su empresa es?



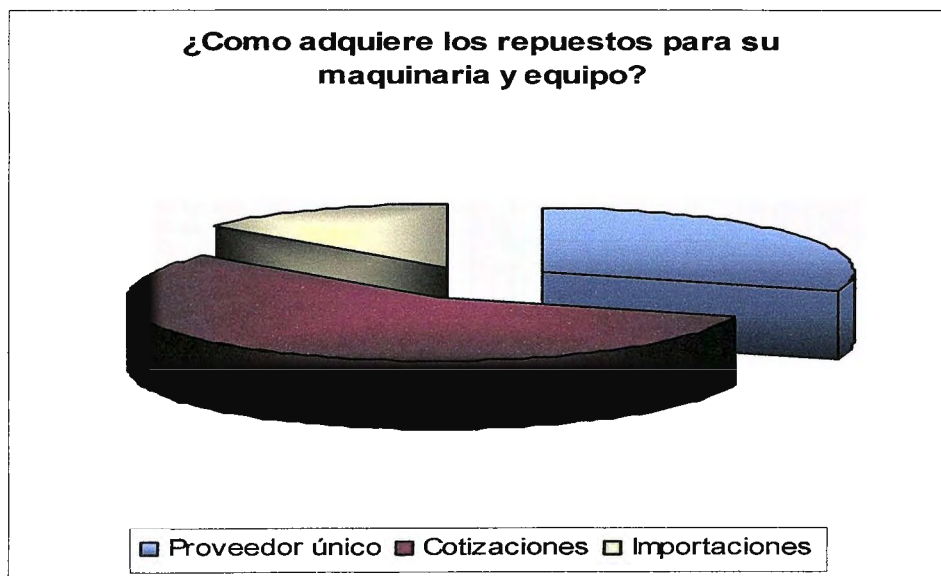
25. ¿Las instalaciones de su empresa demandan mantenimiento?

	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	TOTAL
Si	1	2	2	2	1	2	1	2	2	2	17
No	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	13



26. ¿Como adquiere los repuestos para su maquinaria y equipo?

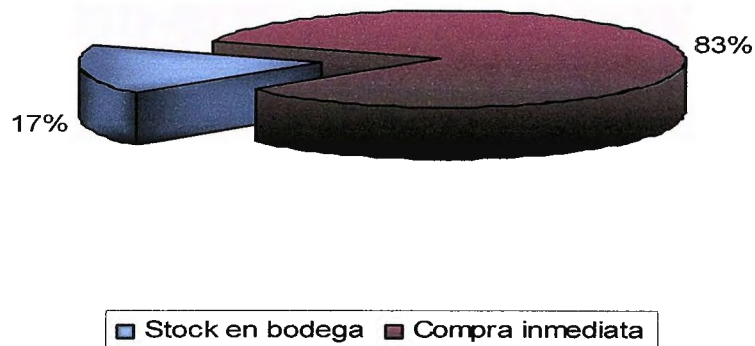
	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	TOTAL
Proveedor único	1	2	1		1	1	1	1		1	9
Cotizaciones	2	1	2	2	2	1	2	2	2	1	17
Importaciones				1		1			1	1	4



27. Los repuestos para realizar el mantenimiento los maneja de la siguiente forma

	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	TOTAL
Stock en bodega	1		1		1	1			1		5
Compra inmediata	2	3	2	3	2	2	3	3	2	3	25

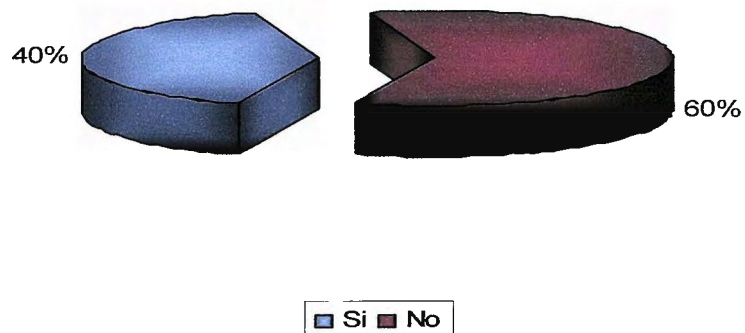
¿Cual es forma de manejo de sus repuestos?



28. ¿Cuenta con algún tipo de asesora técnica?

	Sector1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	TOTAL
Si	1	2	1	1	1	2	1	1	2		12
No	2	1	2	2	2	1	2	2	1	3	18

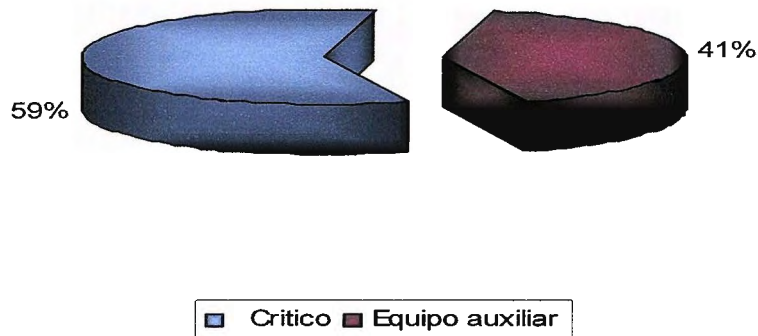
¿Cuenta con asesoria técnica?



29. El equipo de su empresa lo cataloga como

	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	TOTAL
Critico	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30
Equipo auxiliar	2	3	3	2	2	1	2	1	2	3	21

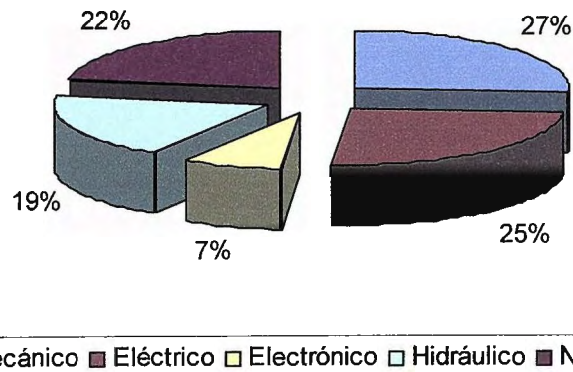
¿Como cataloga el equipo de su empresa?



30. El equipo critico de su empresa se puede clasificar en

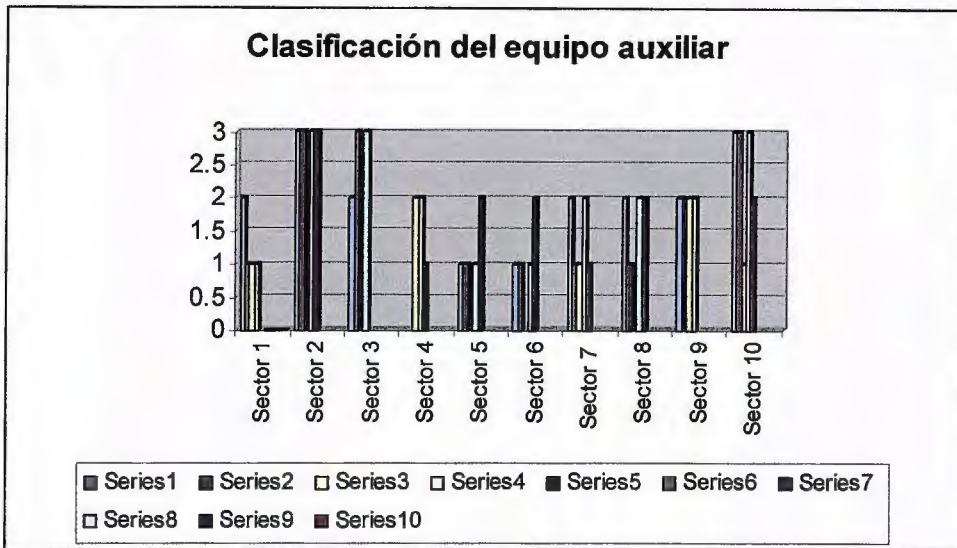
	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	TOTAL
Mecánico	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	28
Eléctrico	3	3	3	3	2	3	3	2	2	3	27
Electrónico	1	1	1		1	1			1	2	8
Hidráulico	1	1	3	2	2	3	3	1	2	2	20
Neumático	1	3	3	3	2	2	1	3	3	3	24

Clasificación de equipo critico



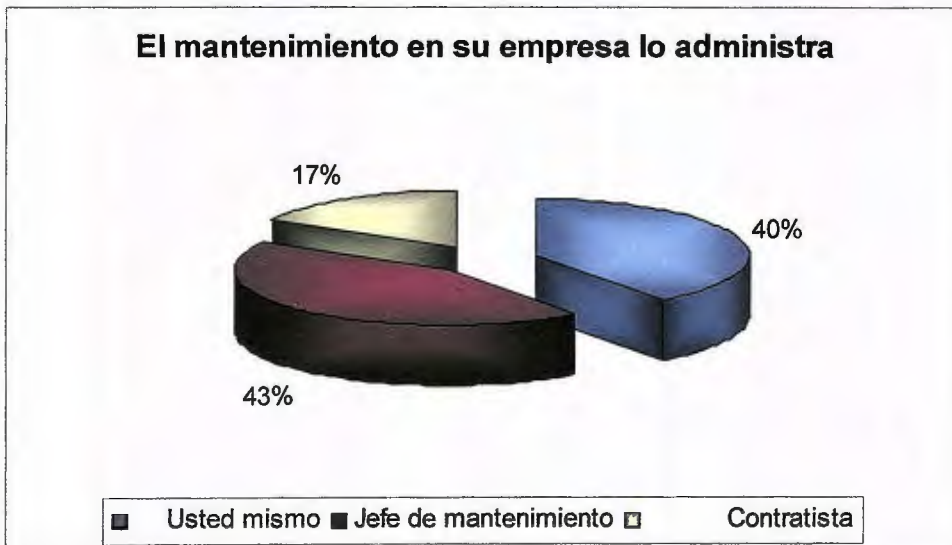
31. El equipo auxiliar de su empresa se puede catalogar en

	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	TOTAL
Caldera	2	3	2		1	1	2	2	2	3	18
chill air	1	3	3		1	1	1	1		3	14
Planta eléctrica	1			2			1		2	1	7
Compresor	1	3	3	2	1	1	2	2	2	3	20
Bomba		3		1	2	2	1	2		2	13



32. El mantenimiento en su empresa lo administra

	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5	Sector 6	Sector 7	Sector 8	Sector 9	Sector 10	TOTAL
Usted mismo	2	2	1	2		1		1	2	1	12
Jefe de mantenimiento	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	13
Contratista			1		1		1	1		1	5



En la investigación realizada se selecciono una muestra de 30 empresas de las cuales 17 fueron medianas y 13 en el nivel de pequeña empresa, tomando como criterio principal hacer al menos 3 entrevistas en cada sector de las PYMES antes mencionados.

5.4 Análisis de los resultados del diagnostico.

- Los resultados obtenidos en el diagnostico nos muestran un vacío de cómo realizar la gestión de mantenimiento, existe una carencia clara en la definición sobre un programa de mantenimiento, sus controles, evaluaciones etc.
- La gestión de mantenimiento en las PYME tiene los mismos problemas independientemente al giro que se dedique, (falta de recursos, asesoría técnica, poca atención al mantenimiento por enfocarse en producción.)
- La gran mayoría de pequeñas y medianas empresas utilizan maquinaria y equipo usado y con tecnología rudimentaria, pero a pesar de todo operan.
- La utilización de la capacidad instalada en la pequeña y mediana empresa es un factor determinante en la productividad de estas, en las PYME existe una falta considerable de utilización de la capacidad instalada y se da por motivos diversos pero el más influyente es el que se da por paros en la maquinaria y equipo.
- El sector lácteo es el que tiene el porcentaje más bajo de la utilización de la capacidad instalada, solamente el 53.3%
- Los productos lácteos son productos de consumo masivo y de gran demanda, sin embargo dicho sector no ha podido aprovechar esta ventaja por no tener la capacidad de producción que se requiere, Esta capacidad de producción se ve deteriorada debido a que los recursos del sector no están siendo utilizados en su óptima función.
- El 81% de las pequeñas y medianas empresas no tienen una bodega de repuestos a la cual recurrir cuando exista una falla en su maquinaria y equipo, todas las compras de repuestos que muchas veces son partes

criticas son compradas inmediatamente después que se dio la falla, esto conlleva que en ocasiones estos repuestos no están disponibles inmediatamente en el mercado por lo tanto el paro de producción se prolonga mas de lo debido.

CAPITULO VI. DISEÑO DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

6.1 Situación actual del mantenimiento en Lácteos Doña ENA.

Para desarrollar el diseño de un programa de mantenimiento preventivo en una empresa es necesario basarse una empresa modelo de la cual pueda extraerse información para el desarrollo del mismo. El objetivo es conocer de que forma se esta llevando acabo el mantenimiento si es que se esta aplicando, como es la estructura organizativa del departamento de mantenimiento si es que se tiene, que actividades se realizan, que costos existen etc.

Estructura Organizativa del Mantenimiento en lácteos Doña ENA.

- 1 Jefe de Mantenimiento (Ing. Industrial)

Es la persona delegada de realizar la gestión de mantenimiento de las maquinas, equipos e instalaciones, así como planificar, programar, dirigir y controlar las actividades de mantenimiento.

- 1 Encaramado de servicios varios (Grado académico: Bachiller Industrial)

Es la persona encargada de realizar las inspecciones y reparaciones de las tuberías de agua y vapor, así como también de realizar las operaciones de pintura de las instalaciones.

- 1 Encargado de obras civiles (Grado académico: Tercer Ciclo)

Es la persona encargada de realizar las operaciones y reparaciones de albañilería así como también de las modificaciones que sean necesarias en la.

- 1 Electricista (Grado académico: Técnico en electricidad)

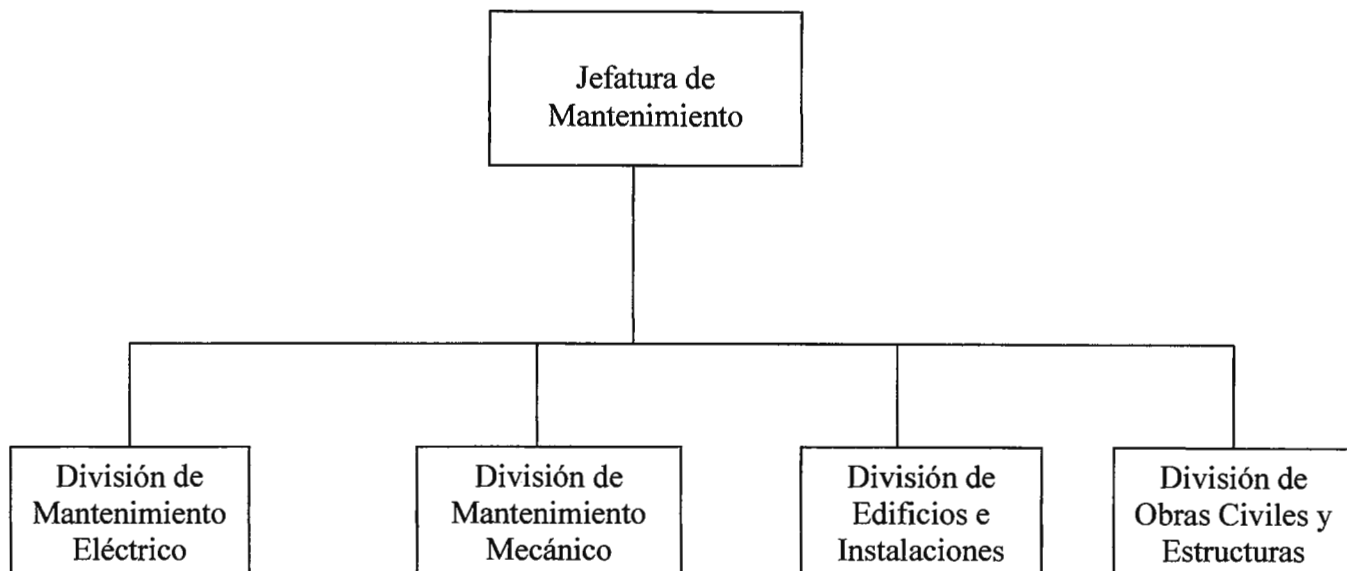
Es el encargado de revisiones a todo el sistema eléctrico de la planta y brinda apoyo esporádicamente al encargado de la maquinaria electromecánica.

- 1 Mecánico (Grado académico: Técnico en mecánica).

Es el encargado hacer las revisiones a toda la maquinaria de la planta.

Estructura del departamento de mantenimiento propuesto en lácteos Doña ENA.

Para tener más claro cual es la organización del departamento de mantenimiento se presenta el siguiente organigrama:



Actividades que se realizan de Mantenimiento en lácteos Doña ENA.

1. Maquinas de Producción

- **Descremadora**

Limpieza general C/ semana

Cambio de aceite C/3 meses

- **Pasteurizadora**

Cambio de aceite C/3meses

Revisión de tuberías y válvulas de vapor C/semana

- **Marmita**

Revisión de tuberías y válvulas de vapor C/semana

- **Homogenizador**

Cambio de aceite C/mes

Revisión de válvulas y empaques C/semana

- **Enfriador de placas**

Revisión de tuberías y válvulas de agua fría C/3meses

- **Tina quesera**

Revisión de tuberías y válvulas de vapor C/semana

Revisión de tuberías y válvulas de agua fría C/semana

- **Prensa de queso**

Regulación de aceite C/día

Revisión de tuberías y válvulas de aire comprimido C/semana

- **Mantequillera**

Cambio de aceite C/6 meses

Revisión de poleas C/3meses

2. Maquinas de Auxiliares

- **Bascula Industrial**

Limpieza general C/ semana

Cambio de aceite C/3 meses

- **Empacadora**

Cambio de aceite C/mes

- **Compresor**

Drenarlo C/24 horas de trabajo

Cambio de aceite C/mes

Cambio de filtros C/6meses

- **Banco de hielo**

Cambio de agua C/15 días

- **Caldera**

Cambio de agua C/día

Se agregan sales minerales C/semana

- **Tanque mantenedor de leche**

Revisión de presión de aire C/día

Revisión de presión de gas C/día

- **Cuarto frío**

Limpieza y revisión de motores C/3mese

Revisión de presión de gas C/3meses

- **Bombas de succión**

No se realizan actividades de mantenimiento.

- **Vehículo**

Revisión general de motor y carrocería C/6meses

En Lácteos Doña ENA no se aplican controles de mantenimiento, solamente se utiliza un especie de bitácora (cuaderno) para llevar ciertas anotaciones sobre la maquinaria.

En lácteos Doña ENA no se tienen procedimientos establecidos por la empresa de higiene y seguridad industrial y por lo tanto los empleados no siguen un reglamento definido; sin embargo se cubren ciertos requisitos de equipo protección personal.

- Mascarillas
- Gabachas
- Gorros protectores para cabeza y redecillas
- Botas de hule
- Guantes
- Etc.

En esta empresa no existe una bodega de repuestos de la maquinaria y equipo, Si es necesario el cambio de un repuesto es comprado en el momento lo cual afecta directamente a la producción por el paro.

No se cuenta con un juego de herramientas de nignun tipo, que faciliten las revisiones periódicas, las herramientas utilizadas en ocasionalmente son traídas por las personas que intervienen en el mantenimiento en la empresa.

No hay conocimiento de los costos generados por el mantenimiento correctivo de la planta y esto se da porque tampoco se lleva un control de contabilidad bien establecido.

Productos y su proceso de producción en lácteos Doña ENA.

- Lecha Pasteurizada
- Quesos (Duro, Fresco, Quesillo, etc.)
- Crema
- Mantequilla
- Requesón

Los procesos de producción de cada uno de los productos que en esta empresa se fabrican están íntimamente relacionados entre sí, ya que unos son la materia prima de otros, es decir que para fabricar por ejemplo mantequilla primero es necesario obtener la crema; para fabricar queso es necesario producir la leche pasteurizada etc.

Por lo tanto esto nos genera una línea de producción general que prácticamente es común para todos los productos.

Proceso de producción:

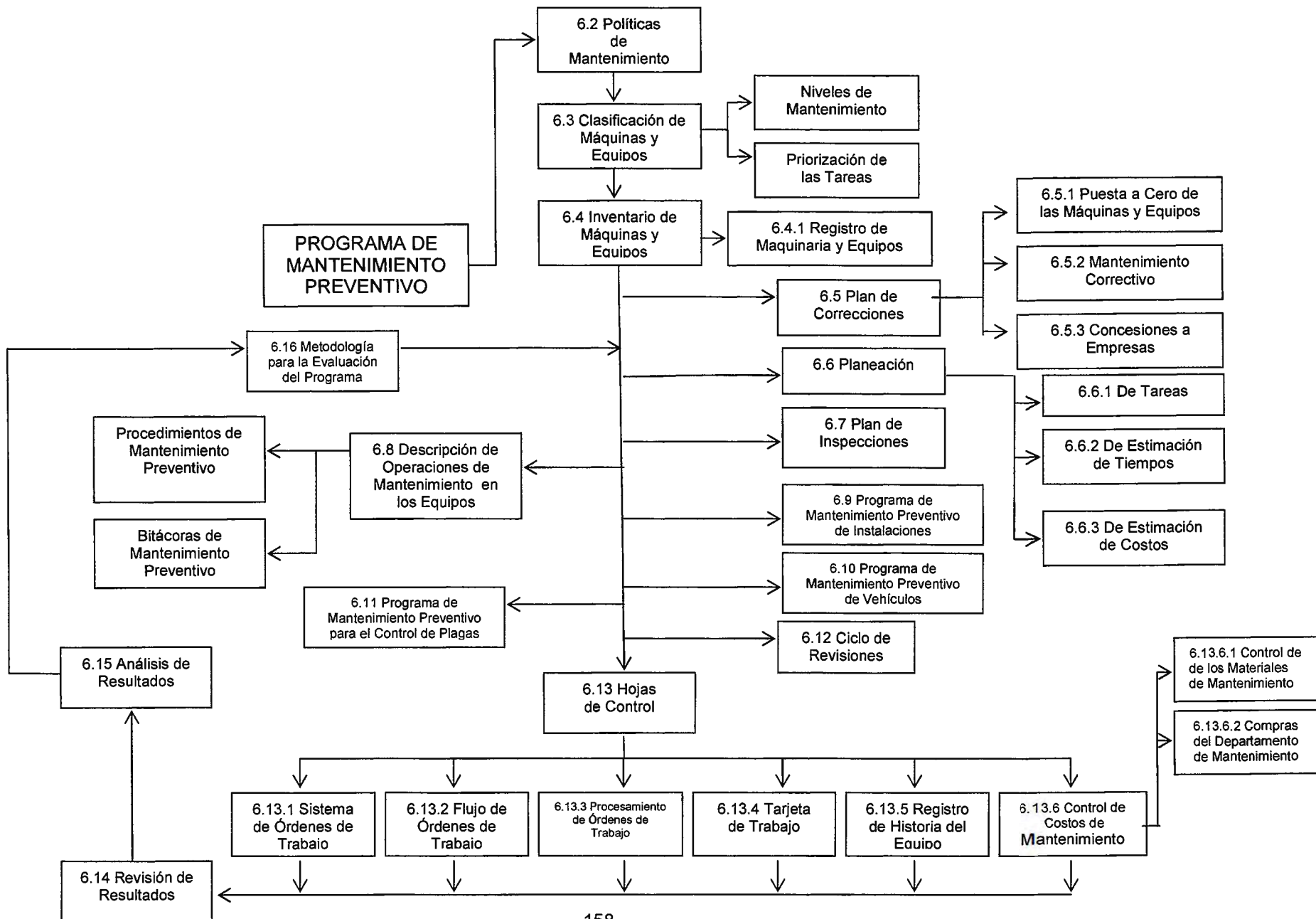
1. Es recibida la leche que proviene directamente de la vaca.
2. La leche es pesada en la balanza dependiendo del volumen de producción.
3. Es procesada en la descremadora con el fin de separar la grasa natural que posteriormente será la crema y la leche líquida.
4. Luego de haber obtenido la crema nos queda leche líquida que pasa a ser procesada a la pasteurizadora, la cual eleva la temperatura y desaloja las bacterias con la cual proviene.
5. Posteriormente esta leche será procesada en el homogenizador.
6. Luego la leche pasará procesada por un enfriador de placas con el objeto de bajar la temperatura de la leche.
7. La leche fría ya puede ser empacada lista para salir al mercado o es transportada a una tina quesera en donde se mezcla con cuajo líquido donde reposa un tiempo determinado para producir el queso.

8. Luego del reposo esta mezcla es llevada a la compactadota de queso que es donde se le da la forma y la consistencia, es así como se obtiene este producto.
9. Para producir mantequilla se transporta la crema obtenida en la descremadora hacia la maquina mantequillera la cual quita otro porcentaje de grasa a la crema y es así como se produce la mantequilla.

Producción semanal de Lácteos Doña ENA:

Producto	Volumen
Queso	300 Lbs.
Crema	100 Bts.
Leche Pasteurizada	3000 Lits.
Mantequilla	50 lbs.
Quesillo	100 lbs.
Requesón	40 lbs.

ESQUEMA GENERAL DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROPUESTO



6.2 Políticas de mantenimiento

A los principios generales o maneras de comprender, que guían o canalizan el pensamiento y la acción en la toma de decisiones se les denomina políticas.

Su función básica es unificar y dar dirección a los planes. Es decir, influir sobre el curso que la organización, sin embargo por sí solas las políticas no aseguran que la organización llegue a donde quiere ir.

Ayudar a los administradores a planear y orientar las decisiones de operación es otra de las funciones principales de las políticas. Ya que el principio de la estructura de política es que mientras más se comprendan e implementen en la práctica, más consistente y eficaz será la estructura para los planes de la empresa.

A continuación se presentan las políticas de mantenimiento propuestas:

- Es necesario implementar los planes de mantenimiento, el departamento deberá contar con el respaldo de las autoridades de la empresa.
- Debe impulsarse el cumplimiento de las normas y desarrollo de los procedimientos técnicos y administrativos, que asegure un mantenimiento preventivo y correctivo confiable.
- Los trabajos relacionados con el programa de mantenimiento que no puedan ejecutarse con personal del departamento deberán ser asignados a empresas privadas previamente seleccionadas para asegurar el cumplimiento del programa.
- Se debe capacitar todo el personal operador en el menor tiempo posible, con el propósito de reducir la frecuencia de falla en el equipo de oficina.
- Todo el personal del departamento de mantenimiento tendrán iguales oportunidades en los programas de capacitación, que les permitan asumir su cargo con mayor responsabilidad y así estimular su auto desarrollo .

- Es necesario fomentar el uso racional de los recursos materiales, y repuestos.
- Debe desarrollarse un plan motivacional para todo el personal del departamento de mantenimiento periódicamente.

6.3 Clasificación de Maquinas y Equipos.

La maquinaria y equipo de Lácteos Doña ENA, ha sido clasificada en base a los niveles de mantenimiento que jerarquizan la importancia de los mismos, resultando así la siguiente clasificación:

MAQUINARIA Y EQUIPOS	
NIVEL 1	NIVEL 2
Descremadora Pasteurizadora Marmita Homogenizador Enfriador de placas Mantequillera Tina quesera Prensadora de queso	Compresor Caldera Empacadora Bascula Industrial Banco de hielo Tanque mantenedor de leche Cuarto frío Bombas de succión
NIVEL 3	NIVEL 4
Computadora Vehículo	Áreas Verdes y Parqueo

Cuadro No. 6

Por otra parte, esta clasificación tiene como consecuencia la determinación de las prioridades de los trabajos de mantenimiento a efectuar de la siguiente manera:

NIVEL DE MANTTO.	1	2	3	4
PRIORIDAD				
1	X	X		
2		X	X	
3			X	X
4				X
5				X

Queda establecido para Lácteos Doña ENA, la maquinaria y equipo que este clasificada como nivel 1, tiene la prioridad 1 para la ejecución de la tarea de mantenimiento, el nivel 2 puede tener la prioridad 1 ó 2, el nivel 3 de maquinaria y equipos tiene la prioridad 2 ó 3, para que el nivel 4 puede variar la prioridad para la ejecución de las tareas de mantenimiento pudiendo se 3, 4 o 5. El significado de las prioridades se presentan a continuación:

Prioridad		Descripción y Significado	
Código	Nombre	Marco de tiempo en que debe comenzar el trabajo	Tipo de trabajo
1	Emergencia	El trabajo debe comenzar inmediatamente	Trabajo que tiene un efecto inmediato en la seguridad, el ambiente, la calidad, o que parara la operación.
2	Urgente	El trabajo debe comenzar dentro de las próximas 24 horas	Trabajo que probablemente tendrá un impacto en la seguridad, en 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 la producción dentro de una semana
4	Programado	Según esta 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, la salud, el ambiente o las operaciones de producción.

Cuadro No 7

6.4 Inventario de maquinaria y equipos.

Para el levantamiento de un inventario de maquinas y equipos de Lácteos Doña ENA se codificaran en base a los siguientes criterios:

- Niveles de Mantenimiento.
- Tipo de Máquina o Equipo
- Correlativo

El objetivo de codificar las maquinas y equipos es que permite establecer un parámetro para llevar los controles de las órdenes de trabajo y así obtener el costo de mantenimiento por cada actividad realizada en determinado activo de la empresa.

Así el código de las máquinas y equipos constará de cinco dígitos, el significado de los criterios se explica a continuación.

Los niveles de mantenimiento son:

- NIVEL 1: mantenimiento del equipo de producción, y del equipo vital para cumplir el programa de producción.
- NIVEL 2: mantenimiento de equipo de apoyo a la producción y de suministros o utilidades de planta (Facilities): vapor, aire comprimido, electricidad. También en este nivel: mantenimiento de la flota vehicular o de reparto.
- NIVEL 3: mantenimiento de instalaciones de planta y civiles: edificios, naves, oficinas, etc. También, mantenimiento de equipos de oficina y de talleres.
- NIVEL 4: mantenimiento de áreas generales y de instalaciones misceláneas: patios, jardines, parqueos, muros, equipo de sonido, electrodomésticos, etc.

Los tipos de maquinaria o equipos son:

1. Descremadora
2. Pasteurizadora
3. Marmita
4. Homogenizador
5. Enfriador de Placas
6. Tinta Quesera
7. Prensa de Queso
8. Mantequillera
9. Báscula Industrial
10. Empacadora
11. Compresor
12. Banco de Hielo
13. Caldera
14. Tanque Mantenedor de Leche
15. Cuarto Frío

16. Bombas de Succión

17. Vehículo para Despacho de Producto

Un ejemplo de la codificación de la maquinaria que se utilizará en el programa de mantenimiento preventivo es la siguiente:

Código: 10101

1 = Nivel 1 de Mantenimiento; 01 = Descremadora; 01 = Correlativo 1

A continuación (cuadro No.8) se presentan el listado de maquinas y equipos de Lácteos Doña ENA:

INVENTARIO DE MAQUINARIA Y EQUIPO			LACTEOS DOÑA ENA	
Ítem	Código	Nombre de Maquinaria y/o Equipo	Departamento	Estado Actual
1	10101	Descremadora	Producción	Activa
2	10201	Pasteurizadora	Producción	Activa
3	10301	Marmita	Producción	Activa
4	10401	Homogenizador	Producción	Activa
5	10501	Enfriador de Placas	Producción	Activa
6	10601	Tinta Quesera	Producción	Activa
7	10701	Prensa de Queso	Producción	Activa
8	10801	Mantequillera	Producción	Activa
9	20901	Báscula Industrial	Producción	Activa
10	21001	Empacadora	Producción	Activa
11	21101	Compresor	Producción	Activa
12	21201	Banco de Hielo	Producción	Activa
13	21301	Caldera	Producción	Activa
14	21401	Tanque Mantenedor de Leche	Producción	Activa
15	21501	Cuarto Frío	Producción	Activa
16	21601	Bomba de Succión	Producción	Activa
17	21602	Bomba de Succión	Producción	Activa
18	21701	Vehículo de Despacho	Administración	Activa

Cuadro No. 8

6.4.1 Registro o Ficha Técnica de la Maquinaria y Equipos.

En este apartado se registran las características y especificaciones de las maquinas y equipos, tales como procedencia, nombre con el cual se identifica a dicha máquina en la empresa y el código de máquina asignado, así como ciertos datos complementarios referentes a las condiciones de tiempo y carga de trabajo diaria de la maquina.

Los datos técnicos que contienen los registros o fichas se obtienen de los manuales de operación de las máquinas o de los datos de placa.

Esta ficha técnica permite conocer las características fundamentales de la maquinaria y equipo como lo son:

- Registro de ID
- Registro de dimensiones y peso
- Registro de motor principal
- Ubicación actual
- Tipo de alimentación
- Tipo de lubricantes que utiliza
- Tipo de tuberías
- Tipo de refrigerante

A continuación (figuras 21 a 37) se presentan las fichas técnicas o registros de maquinaria y equipo de los activos de Lácteos Doña ENA.

LACTEOS DOÑA ENA			FECHA: 21/06/04	
DESCREMADORA				
REGISTRO DE MAQUINARIA				
<i>Marca</i> WESTFALIA	<i>Fabricante</i>	WEST F. CORP.	<i>Procedencia</i>	Alemania
<i>Modelo</i> MTA 5 – 00 – 104	<i>Año:</i>	1974	<i>Código</i>	10101
<i>Nº Serie:</i> 1653868	<i>Estado de Compra:</i> Usada			
<i>Descripción</i>				
<i>Características</i>				
<i>Fecha de instalación:</i> 25/08/1990	<i>Anchura:</i>	2.00 mt	<i>Peso:</i>	1.5 Ton
	<i>Profundidad</i>	0.50 mt	<i>Longitud:</i> 2.5 mt	
	<i>Altura:</i>	1.50 mt		
<i>Encargado:</i>				
Ubicación				
<i>Departamento</i>	Producción			
<i>Área</i>	Descremado			
<i>Zona</i>				
Alimentación		Lubricantes		
<i>Amperios:</i>	60 Amp	<i>Tipo de Lubricante</i>		Grado alimenticio
<i>Fase:</i>	3 ph	<i>Grado SAE o ISO</i>		ISO 100
<i>Ciclos:</i>	60 Hz	<i>Capacidad Mínima</i>		
<i>Tensión:</i>	220 v	<i>Capacidad Máxima</i>		
Datos de tuberías				
<i>Clasificación</i>			<i>Diámetros</i>	
Tubería de Acero Inoxidable Grado 316			¾"	
Refrigerante			Registro de motor principal	
<i>Aspecto</i>			<i>HP.</i>	2.5
<i>Color</i>			<i>RPM.</i>	1750
<i>Olor</i>			<i>Volt.</i>	220
<i>Viscosidad a cts. a 30°</i>			<i>Amp.</i>	57 amp
<i>Impermeabilidad</i>			<i>Fase</i>	3 ph
<i>Tipo</i>			<i>Tipo</i>	Carcaza Inox.

Figura. 21

LACTEOS DOÑA ENA			FECHA: 21/06/04	
PASTEURIZADORA				
REGISTRO DE MAQUINARIA				
Marca PAASH AND SILKEBC	Fabricante	PAASH AS.	Procedencia	Alemania
Modelo C31A	Año:	1975	Código	10201
Nº Serie: H – 1765	Estado de Compra:	Usada	Capacidad:	1000 lbs
Descripción				
Características				
Fecha de instalación: 25/08/1990	Anchura:	1.50 mt	Peso:	1 Ton
	Profundidad	1.20 mt	Longitud:	
	Altura:	1.50 mt		
Encargado:				
Ubicación				
Departamento	Producción			
Área	Pasteurizado			
Zona				
Alimentación			Lubricantes	
Amperios:	50 Amp	Tipo de Lubricante	Grado alimenticio	
Fase:	3 ph	Grado SAE o ISO	ISO 100	
Ciclos:	60 Hz	Capacidad Mínima		
Tensión:	220 v	Capacidad Máxima		
Datos de tuberías				
<i>Clasificación</i>			<i>Diámetros</i>	
Tubería de Acero Inoxidable Grado 316			¾"	
Tubería de Hierro Fundido para Vapor			¾"	
Refrigerante			Registro de motor principal	
Aspecto			HP.	
Color			RPM.	
Olor			Volt.	
Viscosidad a cts. a 30°			Amp.	
Impermeabilidad			Fase	
Tipo			Tipo	

Figura. 22

LACTEOS DOÑA ENA			FECHA: 21/06/04	
MARMITA				
REGISTRO DE MAQUINARIA				
Marca GROEN	Fabricante	GROEN CIA.	Procedencia	Alemania
Modelo PT – 60	Año:	1974	Código	10301
Nº Serie: H – 1765	Estado de Compra:	Usada	Capacidad:	300 botellas
Descripción				
Características				
Fecha de instalación: 25/08/1990	Anchura:	0.50 mt	Peso:	300 lbs
	Profundidad	0.50 mt	Longitud:	
	Altura:	0.50 mt		
Encargado:				
Ubicación				
Departamento	Producción			
Área	Pasteurizado			
Zona				
Alimentación		Lubricantes		
Amperios:		Tipo de Lubricante		
Fase:		Grado SAE o ISO		
Ciclos:		Capacidad Mínima		
Tensión:		Capacidad Máxima		
Datos de tuberías				
Clasificación			Diámetros	
Tubería de Acero Inoxidable Grado 316			½"	
Tubería de Hierro Fundido para Vapor			½"	
Refrigerante		Registro de motor principal		
Aspecto		HP.		
Color		RPM.		
Olor		Volt.		
Viscosidad a cts. a 30°		Amp.		
Impermeabilidad		Fase		
Tipo		Tipo		

Figura. 23

LACTEOS DOÑA ENA			FECHA: 21/06/04	
HOMOGENIZADOR				
REGISTRO DE MAQUINARIA				
Marca GENOGAND	Fabricante	GROEN CIA.	Procedencia	Alemania
Modelo 1000 D	Año:	1975	Código	10401
Nº Serie: 1096	Estado de Compra: Usada		Capacidad:	
Descripción				
Características				
Fecha de instalación: 25/08/1990	Anchura:	1.0 mt	Peso:	1000 lbs
	Profundidad		Longitud: 1.0 mt	
	Altura:	1.0 mt		
Encargado:				
Ubicación				
Departamento	Producción			
Área	Homogenizado			
Zona				
Alimentación		Lubricantes		
Amperios:	30 amp	Tipo de Lubricante		Grado Alimenticio
Fase:	3 ph	Grado SAE o ISO		ISO 100
Ciclos:	60 Hz	Capacidad Mínima		
Tensión:	220 v	Capacidad Máxima		
Datos de tuberías				
Clasificación			Diámetros	
Tubería de Acero Inoxidable Grado 316			½"	
Tubería de Hierro Fundido para Vapor			½"	
Refrigerante		Registro de motor principal		
Aspecto		HP.	2.5	
Color		RPM.	1800	
Olor		Volt.	220	
Viscosidad a cts. a 30°		Amp.	25 amp	
Impermeabilidad		Fase	3 ph	
Tipo		Tipo	Jaula de Ardilla	

Figura. 24

LACTEOS DOÑA ENA			FECHA: 21/06/04	
ENFRIADOR DE PLACAS				
REGISTRO DE MAQUINARIA				
<i>Marca</i> PAAS AND SILKEBORD	<i>Fabricante</i>	PAAS A3.	<i>Procedencia</i>	Alemania
<i>Modelo</i> PBB – 1	<i>Año:</i>	1974	<i>Código</i>	10501
<i>Nº Serie:</i> H – 12284	<i>Estado de Compra:</i> Usada		<i>Capacidad:</i> 1000 lts/h	
<i>Descripción</i>				
<i>Características</i>				
<i>Fecha de instalación:</i> 25/08/1990	<i>Anchura:</i>	0.5 mt	<i>Peso:</i>	1000 lbs
	<i>Profundidad</i>		<i>Longitud:</i> 0.5 mt	
	<i>Altura:</i>	1.0 mt		
<i>Encargado:</i>				
Ubicación				
<i>Departamento</i>	Producción			
<i>Área</i>	Homogenizado			
<i>Zona</i>				
Alimentación			Lubricantes	
<i>Amperios:</i>	15 amp	<i>Tipo de Lubricante</i>		<i>Grado Alimenticio</i>
<i>Fase:</i>	3 ph	<i>Grado SAE o ISO</i>		ISO 100
<i>Ciclos:</i>	60 Hz	<i>Capacidad Mínima</i>		
<i>Tensión:</i>	220 v	<i>Capacidad Máxima</i>		
Datos de tuberías				
<i>Clasificación</i>			<i>Diámetros</i>	
Tubería de Acero Inoxidable Grado 316			½"	
Tubería de Hierro Fundido para Vapor			½"	
Refrigerante			Registro de motor principal	
<i>Aspecto</i>			<i>HP.</i>	1
<i>Color</i>			<i>RPM.</i>	1750
<i>Olor</i>			<i>Volt.</i>	220
<i>Viscosidad a cts. a 30°</i>			<i>Amp.</i>	10 amp
<i>Impermeabilidad</i>			<i>Fase</i>	3 ph
<i>Tipo</i>			<i>Tipo</i>	Jaula de Ardilla

Figura. 25

LACTEOS DOÑA ENA				FECHA: 21/06/04	
TINA QUESERA					
REGISTRO DE MAQUINARIA					
Marca GROEN	Fabricante	GROEN CIA	Procedencia	Alemania	
Modelo 1000 B	Año:	1975	Código	10601	
Nº Serie: 1097	Estado de Compra: Usada		Capacidad: 1000 botellas		
Descripción					
Características					
Fecha de instalación: 25/08/1990	Anchura:	0.75 mt	Peso:	800 lbs	
	Profundidad		Longitud: 0.75 mt		
	Altura:	1.0 mt			
Encargado:					
Ubicación					
Departamento		Producción			
Área		Prensado			
Zona					
Alimentación			Lubricantes		
Amperios:		Tipo de Lubricante			
Fase:		Grado SAE o ISO			
Ciclos:		Capacidad Mínima			
Tensión:		Capacidad Máxima			
Datos de tuberías					
Clasificación			Diámetros		
Tubería de Acero Inoxidable Grado 316			1/2"		
Tubería de Hierro Fundido para Vapor			1/2"		
Refrigerante			Registro de motor principal		
Aspecto		HP.			
Color		RPM.			
Olor		Volt.			
Viscosidad a cts. a 30°		Amp.			
Impermeabilidad		Fase			
Tipo		Tipo			

Figura. 26

LACTEOS DOÑA ENA			FECHA: 21/06/04	
PRENSA DE QUESO				
REGISTRO DE MAQUINARIA				
<i>Marca</i> PAAS AND SILKEBORD	<i>Fabricante</i>	PAAS AS.	<i>Procedencia</i>	Alemania
<i>Modelo</i> G61B	<i>Año:</i>	1974	<i>Código</i>	10701
<i>Nº Serie:</i> O – 4170	<i>Estado de Compra:</i> Usada		<i>Capacidad:</i>	
<i>Descripción</i>				
<i>Características</i>				
<i>Fecha de instalación:</i> 25/08/1990	<i>Anchura:</i>	0.5 mt	<i>Peso:</i>	800 lbs
	<i>Profundidad</i>	0.25 mt	<i>Longitud:</i>	
	<i>Altura:</i>	1.80 mt		
<i>Encargado:</i>				
Ubicación				
<i>Departamento</i>	Producción			
<i>Área</i>	Prensado			
<i>Zona</i>				
Alimentación			Lubricantes	
<i>Amperios:</i>		<i>Tipo de Lubricante</i>		Aceite Neumático
<i>Fase:</i>		<i>Grado SAE o ISO</i>		ISO 120
<i>Ciclos:</i>		<i>Capacidad Mínima</i>		
<i>Tensión:</i>		<i>Capacidad Máxima</i>		400 psi
Datos de tuberías				
<i>Clasificación</i>			<i>Diámetros</i>	
Tubería de Acero Inoxidable Grado 316			½"	
Tubería Galvanizada para Aire Comprimido			½"	
Refrigerante			Registro de motor principal	
<i>Aspecto</i>		<i>HP.</i>		
<i>Color</i>		<i>RPM.</i>		
<i>Olor</i>		<i>Volt.</i>		
<i>Viscosidad a cts. a 30°</i>		<i>Amp.</i>		
<i>Impermeabilidad</i>		<i>Fase</i>		
<i>Tipo</i>		<i>Tipo</i>		

Figura. 27

LACTEOS DOÑA ENA		FECHA: 21/06/04	
MANTEQUILLERA			
REGISTRO DE MAQUINARIA			
Marca PAAS AND SILKEBORD	Fabricante	PAAS AS.	Procedencia Alemania
Modelo N – 8065	Año:	1975	Código 10801
Nº Serie: O – 3045	Estado de Compra:	Usada	Capacidad:
Descripción			
Características			
Fecha de instalación: 25/08/1990	Anchura:	1.0 mt	Peso: 600 lbs
	Profundidad	0.25 mt	Longitud: 1.0 mt
	Altura:		
Encargado:			
Ubicación			
Departamento	Producción		
Área	Homogenizado		
Zona			
Alimentación		Lubricantes	
Amperios:	15 amp	Tipo de Lubricante	
Fase:	3 ph	Grado SAE o ISO	
Ciclos:	60 hz	Capacidad Mínima	
Tensión:	220 v	Capacidad Máxima	
Datos de tuberías			
Clasificación		Diámetros	
Tubería de Acero Inoxidable Grado 316		½"	
Tubería Galvanizada para Aire Comprimido		½"	
Refrigerante		Registro de motor principal	
Aspecto		HP.	1.5
Color		RPM.	1800
Olor		Volt.	220
Viscosidad a cts. a 30°		Amp.	15
Impermeabilidad		Fase	3
Tipo		Tipo	centrífugo

Figura. 28

LACTEOS DOÑA ENA				FECHA: 21/06/04	
BASCULA INDUSTRIAL					
REGISTRO DE MAQUINARIA					
Marca DIVUS	Fabricante	DIVUS AK	Procedencia	Alemania	
Modelo D-1045	Año:	1975	Código	20901	
Nº Serie: 63079	Estado de Compra: Usada		Capacidad: 500 Kg		
Descripción					
Características					
Fecha de instalación: 25/08/1990	Anchura:	0.75 mt	Peso:	200 lbs	
	Profundidad	0.25 mt	Longitud: 0.75 mt		
	Altura:				
Encargado:					
Ubicación					
Departamento	Producción				
Área	Pesado				
Zona					
Alimentación			Lubricantes		
Amperios:	3 amp	Tipo de Lubricante			
Fase:	1	Grado SAE o ISO			
Ciclos:	60 hz	Capacidad Mínima			
Tensión:	110 v	Capacidad Máxima			
Datos de tuberías					
<i>Clasificación</i>			<i>Diámetros</i>		
Refrigerante			Registro de motor principal		
Aspecto			HP.		
Color			RPM.		
Olor			Volt.		
Viscosidad a cts. a 30°			Amp.		
Impermeabilidad			Fase		
Tipo			Tipo		

Figura. 29

LACTEOS DOÑA ENA			FECHA: 21/06/04	
EMPACADORA				
REGISTRO DE MAQUINARIA				
<i>Marca</i> FAMENSAL	<i>Fabricante</i>	FAMENSAL	<i>Procedencia</i>	El Salvador
<i>Modelo</i> 019592	<i>Año:</i>	1987	<i>Código</i>	21001
<i>Nº Serie:</i> 9061	<i>Estado de Compra:</i> Nueva		<i>Capacidad:</i>	
<i>Descripción</i>				
<i>Características</i>				
<i>Fecha de instalación:</i> 25/08/1990	<i>Anchura:</i>	0.75 mt	<i>Peso:</i>	500 lbs
	<i>Profundidad</i>	0.25 mt	<i>Longitud:</i>	
	<i>Altura:</i>	1.75 mt		
<i>Encargado:</i>				
Ubicación				
<i>Departamento</i>	Producción			
<i>Área</i>	Empacado			
<i>Zona</i>				
Alimentación		Lubricantes		
<i>Amperios:</i>	20 amp	<i>Tipo de Lubricante</i>	<i>Grado Alimenticio</i>	
<i>Fase:</i>	3	<i>Grado SAE o ISO</i>		ISO 140
<i>Ciclos:</i>	60 hz	<i>Capacidad Mínima</i>		
<i>Tensión:</i>	220 v	<i>Capacidad Máxima</i>		
Datos de tuberías				
<i>Clasificación</i>			<i>Diámetros</i>	
Refrigerante			Registro de motor principal	
<i>Aspecto</i>			<i>HP.</i>	2.5
<i>Color</i>			<i>RPM.</i>	1800
<i>Olor</i>			<i>Volt.</i>	220
<i>Viscosidad a cts. a 30°</i>			<i>Amp.</i>	18
<i>Impermeabilidad</i>			<i>Fase</i>	3
<i>Tipo</i>			<i>Tipo</i>	Jaula de Ardilla

Figura. 30

LACTEOS DOÑA ENA			FECHA: 21/06/04	
COMPRESOR				
REGISTRO DE MAQUINARIA				
<i>Marca</i> SPEEAIRE	<i>Fabricante</i>	SPEEAIRE	<i>Procedencia</i>	Estados Unidos
<i>Modelo</i> 3Z495	<i>Año:</i>	1990	<i>Código</i>	21101
<i>Nº Serie:</i> CC W ROT	<i>Estado de Compra:</i> Nueva		<i>Capacidad:</i> 300 psi	
<i>Descripción</i>				
<i>Características</i>				
<i>Fecha de instalación:</i> 25/08/1990	<i>Anchura:</i>	0.75 mt	<i>Peso:</i>	200 lbs
	<i>Profundidad</i>	0.25 mt	<i>Longitud:</i> 1.0 mt	
	<i>Altura:</i>			
<i>Encargado:</i>				
Ubicación				
<i>Departamento</i>	Producción			
<i>Área</i>	Prensado			
<i>Zona</i>				
Alimentación			Lubricantes	
<i>Amperios:</i>	65 amp	<i>Tipo de Lubricante</i>		Aceite para Compresores
<i>Fase:</i>	3	<i>Grado SAE o ISO</i>		ISO 80
<i>Ciclos:</i>	60 hz	<i>Capacidad Mínima</i>		
<i>Tensión:</i>	220 v	<i>Capacidad Máxima</i>		
Datos de tuberías				
<i>Clasificación</i>			<i>Diámetros</i>	
Refrigerante			Registro de motor principal	
<i>Aspecto</i>			<i>HP.</i>	5
<i>Color</i>			<i>RPM.</i>	1800
<i>Olor</i>			<i>Volt.</i>	220
<i>Viscosidad a cts. a 30°</i>			<i>Amp.</i>	60
<i>Impermeabilidad</i>			<i>Fase</i>	3
<i>Tipo</i>			<i>Tipo</i>	Jaula de Ardilla

Figura. 31

LACTEOS DOÑA ENA			FECHA: 21/06/04	
BANCO DE HIELO				
REGISTRO DE MAQUINARIA				
Marca GROEN	Fabricante	GROEN CIA	Procedencia	Alemania
Modelo H – 3705	Año:	1975	Código	21201
Nº Serie: 1098	Estado de Compra:	Usada	Capacidad:	
Descripción				
Características				
Fecha de instalación: 25/08/1990	Anchura:	0.75 mt	Peso:	300 lbs
	Profundidad		Longitud:	1.0 mt
	Altura:	0.5 mt		
Encargado:				
Ubicación				
Departamento	Producción			
Área	Prensado			
Zona				
Alimentación			Lubricantes	
Amperios:	10 amp	Tipo de Lubricante	Para cajas reductoras	
Fase:	1	Grado SAE o ISO	ISO 180	
Ciclos:	60 hz	Capacidad Mínima		
Tensión:	110 v	Capacidad Máxima		
Datos de tuberías				
<i>Clasificación</i>			<i>Diámetros</i>	
Mangueras de Nylon Reforzadas para Temperaturas Bajas			½"	
Refrigerante			Registro de motor principal	
Aspecto		HP.	1.5	
Color		RPM.	1750	
Olor		Volt.	110	
Viscosidad a cts. a 30°		Amp.	60	
Impermeabilidad		Fase	1	
Tipo		Tipo	Jaula de Ardilla	

Figura. 32

LACTEOS DOÑA ENA		FECHA: 21/06/04	
CALDERA			
REGISTRO DE MAQUINARÍA			
Marca COLUMBIA	Fabricante	BOILERS COLUM	Procedencia Alemania
Modelo CT	Año:	1975	Código 21301
Nº Serie: 105826	Estado de Compra:	Usada	Capacidad: 15 HP
Descripción			
Características	Se le aplican químicos al tanque de agua para suavizarla		
Fecha de instalación: 25/08/1990	Anchura:	2.0 mt	Peso: 300 lbs
	Profundidad		Longitud: 3.0 mt
	Altura:	2.0 mt	
Encargado:			
Ubicación			
Departamento	Suministros		
Área	Sistemas de Vapor		
Zona			
Alimentación		Lubricantes	
Amperios:	20 amp	Tipo de Lubricante	
Fase:	3	Grado SAE o ISO	
Ciclos:	60 hz	Capacidad Mínima	
Tensión:	220 v	Capacidad Máxima	
Datos de tuberías			
Clasificación		Diámetros	
Tubería de Hierro Fundido para Vapor		½"	
Tubería de Hierro Fundido para Vapor		¾"	
Tubería de Hierro Fundido para Vapor		1"	
Tubería de Hierro Fundido para Vapor		1 ½"	
Refrigerante		Registro de motor principal	
Aspecto		HP.	15
Color		RPM.	3750
Olor		Volt.	220
Viscosidad a cts. a 30°		Amp.	60
Impermeabilidad		Fase	3
Tipo		Tipo	Jaula de Ardilla

Figura. 33

LACTEOS DOÑA ENA			FECHA: 21/06/04	
TANQUE MANTENEDOR DE LECHE				
REGISTRO DE MAQUINARIA				
Marca NICRODAN	Fabricante	NICRODAN CORP	Procedencia	Alemania
Modelo N – 1023	Año:	1975	Código	21401
Nº Serie: 22365	Estado de Compra:	Usada	Capacidad:	3000 lts
Descripción				
Características				
Sirve para almacenar la leche que proviene como materia prima				
Fecha de instalación: 25/08/1990	Anchura:	3.0 mt	Peso:	1000 lbs
	Profundidad	3.0 mt	Longitud:	
	Altura:	3.0 mt		
Encargado:				
Ubicación				
Departamento	Producción			
Área	Almacenamiento de Materia Prima			
Zona				
Alimentación			Lubricantes	
Amperios:	5 amp	Tipo de Lubricante		
Fase:	1	Grado SAE o ISO		
Ciclos:	60 hz	Capacidad Mínima		
Tensión:	110 v	Capacidad Máxima		
Datos de tuberías				
<i>Clasificación</i>			<i>Diámetros</i>	
Tubería de Acero Inoxidable Grado 316			¾"	
Refrigerante			Registro de motor principal	
Aspecto			HP.	5
Color			RPM.	1800
Olor			Volt.	110
Viscosidad a cts. a 30°			Amp.	60
Impermeabilidad			Fase	1
Tipo			Tipo	Centrífugo

Figura. 34

LACTEOS DOÑA ENA		FECHA: 21/06/04	
CUARTO FRIO			
REGISTRO DE MAQUINARIA			
Marca NICRODAN	Fabricante	NICRODAN CORP	Procedencia Alemania
Modelo N – 1025	Año:	1975	Código 21501
Nº Serie: 22395	Estado de Compra: Usada		Capacidad:
Descripción			
Características			
Sirve para almacenar los productos terminados			
Fecha de instalación: 25/08/1990	Anchura:	3.0 mt	Peso:
	Profundidad		Longitud: 4.0 mt
	Altura:	3.0 mt	
Encargado:			
Ubicación			
Departamento	Producción		
Área	Almacenamiento de Producto Terminado		
Zona			
Alimentación		Lubricantes	
Amperios:	50 amp	Tipo de Lubricante	
Fase:	3	Grado SAE o ISO	
Ciclos:	60 hz	Capacidad Mínima	
Tensión:	220 v	Capacidad Máxima	
Datos de tuberías			
<i>Clasificación</i>		<i>Diámetros</i>	
Refrigerante		Registro de motor principal	
Aspecto		HP.	10
Color		RPM.	1800
Olor		Volt.	220
Viscosidad a cts. a 30°		Amp.	60
Impermeabilidad		Fase	3
Tipo		Tipo	Jaula de Ardilla

Figura. 35

LACTEOS DOÑA ENA		FECHA: 21/06/04	
BOMBAS DE SUCCION			
REGISTRO DE MAQUINARIA			
Marca PAAS AND SILKEBORD	Fabricante	PAAS AS.	Procedencia Alemania
Modelo BB4 – 2	Año:	1974	Código 21601
Nº Serie: H – 12568	Estado de Compra:	Usada	Capacidad: 1000 lts/min
Descripción			
Características			
Fecha de instalación: 25/08/1990	Anchura:	0.25 mt	Peso: 1000 lbs
	Profundidad		Longitud: 0.25 mt
	Altura:		
Encargado:			
Ubicación			
Departamento	Producción		
Área	Homogenizado		
Zona			
Alimentación		Lubricantes	
Amperios:	10 amp	Tipo de Lubricante	Grado Alimenticio
Fase:	3 ph	Grado SAE o ISO	ISO 100
Ciclos:	60 Hz	Capacidad Mínima	
Tensión:	220 v	Capacidad Máxima	
Datos de tuberías			
Clasificación		Diámetros	
Tubería de Acero Inoxidable Grado 316		½"	
Refrigerante		Registro de motor principal	
Aspecto		HP.	2
Color		RPM.	1750
Olor		Volt.	220
Viscosidad a cts. a 30°		Amp.	10 amp
Impermeabilidad		Fase	3 ph
Tipo		Tipo	Centrífugo

Figura. 36

LACTEOS DOÑA ENA			FECHA: 21/06/04	
BOMBAS DE SUCCION				
REGISTRO DE MAQUINARIA				
<i>Marca</i> PAAS AND SILKEBORD	<i>Fabricante</i>	PAAS AS.	<i>Procedencia</i>	Alemania
<i>Modelo</i> BB4 – 2	<i>Año:</i>	1974	<i>Código</i>	21602
<i>Nº Serie:</i> H – 12568	<i>Estado de Compra:</i> Usada		<i>Capacidad:</i> 1000 lts/min	
<i>Descripción</i>				
<i>Características</i>				
<i>Fecha de instalación:</i> 25/08/1990	<i>Anchura:</i>	0.25 mt	<i>Peso:</i>	1000 lbs
	<i>Profundidad</i>		<i>Longitud:</i> 0.25 mt	
	<i>Altura:</i>			
<i>Encargado:</i>				
Ubicación				
<i>Departamento</i>	Producción			
<i>Área</i>	Homogenizado			
<i>Zona</i>				
Alimentación			Lubricantes	
<i>Amperios:</i>	10 amp	<i>Tipo de Lubricante</i>		<i>Grado Alimenticio</i>
<i>Fase:</i>	3 ph	<i>Grado SAE o ISO</i>		ISO 100
<i>Ciclos:</i>	60 Hz	<i>Capacidad Mínima</i>		
<i>Tensión:</i>	220 v	<i>Capacidad Máxima</i>		
Datos de tuberías				
<i>Clasificación</i>			<i>Diámetros</i>	
Tubería de Acero Inoxidable Grado 316			½"	
Refrigerante			Registro de motor principal	
<i>Aspecto</i>			<i>HP.</i>	2
<i>Color</i>			<i>RPM.</i>	1750
<i>Olor</i>			<i>Volt.</i>	220
<i>Viscosidad a cts. a 30°</i>			<i>Amp.</i>	10 amp
<i>Impermeabilidad</i>			<i>Fase</i>	3 ph
<i>Tipo</i>			<i>Tipo</i>	Centrífugo

Figura. 37

6.5 Plan de correcciones.

6.5.1 Puesta a Cero de la Maquinaria y Equipo

Antes de iniciar el programa de mantenimiento preventivo en la empresa, será necesario arrancar desde un punto de partida, el cual consiste, en la adaptación de la maquinaria y equipo para el desarrollo de planes, programas y procedimientos preventivos con el fin de evitar fallas o paros inesperados.

Este punto de partida se le denomina “Puesta a Cero”, el cual desde el punto de vista de mantenimiento, es que todas las partes y componentes de la máquina estén en óptimo estado, operando a una eficiencia y disponibilidad alta.

Por los datos obtenidos en el diagnóstico, nos da un panorama en el cual es necesario reparar algunos equipos que están fuera de servicio para posteriormente incorporarlos al programa de mantenimiento preventivo.

Los pasos a seguir para realizar las correcciones a las máquinas y equipos que lo necesiten son:

1. Realizar la inspección correctiva a la maquinaria o equipo, utilizando el formato de la ficha de diagnóstico general (Ver figura 38), el cual servirá para determinar que partes de las máquinas están dañadas.
2. Utilizando el formato de la ficha de daños y reparaciones (Ver figura 39) se obtiene la estimación del tipo de daño, los repuestos que se utilizarán, y sirve para tener el control del tiempo de la reparación de los equipos, desde el tiempo en que deja de funcionar hasta la reactivación del funcionamiento óptimo de la maquinaria.
3. Al finalizar las reparaciones o correcciones se llena un reporte de mantenimiento correctivo (Ver figura 40), con el fin de registrar las operaciones de mantenimiento realizadas, sirviendo como parámetro para evitar y prevenir futuras fallas en los equipos.

Lacteos Doña ENA

REPORTE DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Equipo: _____
Marca: _____
Modelo: _____
No. Serie: _____
Codigo: _____

Ubicacion: _____
Orden de Trabajo N°: _____
Fecha de reporte _____

PROBLEMA REPORTADO:

ACCIONES REALIZADAS:

MATERIAL/REPUESTO UTILIZADO:

OTROS:

Departamento solicitante:

Encargado:

Responsable:

Fecha:

Figura. 40

6.5.2 Mantenimiento Correctivo

La práctica enseña que el mantenimiento correctivo es inevitable, aunque se haya implantado un programa de mantenimiento preventivo, ya que en cualquier momento se pueden presentar fallas que no fueron previstas.

Como su nombre lo indica, es un mantenimiento encaminado a corregir una falla que se presente en determinado momento. En otras palabras, es el equipo quien determina las paradas. Su función primordial es poner en marcha el equipo lo más rápido y con el mínimo costo posible. Las etapas por seguir cuando se presente un problema de mantenimiento correctivo, son las siguientes:

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

Es necesario utilizar los tres formatos presentados en el plan de puesta a cero con la inclusión de la utilización de la orden de trabajo, sistema establecido para el control de las tareas de mantenimiento del programa de mantenimiento preventivo.

Los problemas más comunes son la fuga en alguna tubería, falla de baleros, cojinetes y demás piezas que tienen que ver con desgaste por fricción dentro de la maquinaria, además de eso, ciertas piezas elaboradas con materiales blandos (nylon) sufren desgaste o rotura.

En algunas ocasiones se hace necesario fabricar alguna pieza, la cual se hace en el taller, con la supervisión del jefe de departamento, para luego instalarla en

la maquina; si el tiempo es corto o la complicación de la pieza lo amerita, también se puede concesionar el trabajo a una empresa. Cabe mencionar que mientras se soluciona el problema, la maquina permanece improductiva, salvo casos excepcionales, donde existan dos máquinas, pero la mayoría de veces causa perdidas a la empresa.

Si en el momento de la falla, los operarios de mantenimiento se encuentran trabajando en otras áreas, el jefe de mantenimiento hace un análisis rápido de necesidades y se deja de atender la que represente menor importancia, igual sucede cuando se necesita alguna maquina herramienta para la fabricación de mas de una pieza.

En los casos en los que más se utiliza el mantenimiento correctivo, es para el mantenimiento de edificios, donde se incluye la reparación de chorros, tuberías, pintura de pared y otros, aunque siempre se utiliza un programa preventivo.

Cuando el problema se ha resuelto, se procede a hacer las anotaciones correspondientes en el historial de la máquina o equipo, y si el trabajo que realizan no corresponde a ninguna maquina, se describe el trabajo en los reportes de trabajo diario.

6.5.3 Concesiones a Empresas

Hay ciertos trabajos dentro de la empresa que, por limitaciones de tiempo o capacidad, se prefiere sean desarrollados por personas ajenas a la institución, quienes, teniendo un previo acuerdo, se hacen cargo del problema. Si alguna pieza de la maquina falla, y ésta es muy difícil de fabricar o para hacerla se requiere demasiado tiempo, se opta por concesionar el trabajo. Al mismo tiempo, existen maquinas que se encuentran fuera del alcance de la capacidad del departamento, que se dejan totalmente a las empresas concesionarias. El servicio corresponde tanto a una asistencia correctiva como preventiva.

Para entregar trabajos de mantenimiento a otras empresas, se utilizará un formato (Ver figura 41) en donde se entregará una copia a la empresa concesionada y otra quedará para la empresa para llevar el control de la ejecución del trabajo y el tiempo de entrega del mismo.

REPORTE DE MANTENIMIENTO EXTERNO		N° _____
Taller o Empresa Externa: _____		
Descripción de Pieza o Máquina que sale de la Empresa:		

Descripción del Trabajo: _____		

Precio Acordado: _____	Tiempo de Entrega: _____	
Firma de Jefe de Mantenimiento: _____		
Firma y Nombre de representante de la Empresa: _____		
Fecha de comienzo de trabajo: _____		
Fecha de finalización de trabajo: _____		
NOTA: Anexar Cotización		Copia 1 Dpto. Mantenimiento

Figura. 41

Con respecto al mantenimiento preventivo que pueda ser delegado a una empresa se utilizará una bitácora (Ver figura 42) donde se registrarán las operaciones preventivas realizadas por empresas concesionadas para este tipo de mantenimiento.

6.6 Planeacion.

La planeación del mantenimiento en Lácteos Doña ENA se refiere al proceso mediante el cual se determinan y preparan todos los elementos requeridos para efectuar una tarea antes de iniciar el trabajo.

El proceso de planeación comprende todas las funciones relacionadas con la preparación de la orden de trabajo, la lista de los materiales, la requisición de compras, la hoja de la planeación de la mano de obra, la estimación de tiempos y todos los datos necesarios antes de programar y liberar la orden de trabajo.

6.6.1 Planeacion de tareas.

Todos los trabajos de mantenimiento deberán planearse y programarse. Sólo el trabajo de emergencia se efectúa sin una planeación previa; si embargo, el trabajo de emergencia dentro de Lácteos Doña ENA se planea a medida que avanza.

Para fines de la planeación de los trabajos de mantenimiento en la empresa se clasificarán así:

1. El mantenimiento de rutina y preventivo, que incluye el mantenimiento periódico, como la lubricación de la máquinas, inspecciones y trabajos menores repetitivos. Este tipo de trabajo se planea y se programa por adelantado.
2. El mantenimiento de emergencia o correctivo es el proceso de efectuar reparaciones tan pronto como sea posible después del reporte de una falla. El reporte por lo general, se hace por teléfono y va seguido por una orden de trabajo para confirmarlo. El programa de mantenimiento preventivo se interrumpirá cuando sean reparaciones de prioridad 1.
3. La modificación del diseño que implica determinar las causas de descomposturas repetidas y eliminar la causa mediante la modificación del diseño.

4. La reparación general programada que implica el paro de la planta, se planea y organiza de tal manera que se minimice el paro de la planta.
5. La reparación general programada, reparaciones y construcción de equipo que no caen dentro de ninguna de las otras clases.

Por tanto en Lácteos Doña ENA, en base a las clases de trabajo de mantenimiento que se pueden realizar, dependiendo del nivel de mantenimiento de la máquina, equipo o instalación y del grado de prioridad del trabajo se debe realizar el siguiente procedimiento de planeación:

- a) Determinar el contenido del trabajo.
- b) Desarrollar el plan de trabajo, es decir, comprende la secuencia de actividades en el trabajo y la aplicación del procedimiento de mantenimiento.
- c) Establecer el número de personas.
- d) Planear y solicitar las partes y los materiales.
- e) Verificar si se necesitan equipos y herramientas especiales y obtenerlos.
- f) Asignar a los trabajadores con las destrezas apropiadas.
- g) Revisar los procedimientos de seguridad.
- h) Establecer prioridad para el trabajo de mantenimiento.
- i) Completar la orden de trabajo.
- j) Revisar planes pendientes y desarrollar planes para su control.

Al entregarse la orden de trabajo con todos los requerimientos necesarios se iniciará el trabajo de mantenimiento, se verificará el desarrollo a través de formatos de control de trabajo de mantenimiento. Uno de los formatos que permite llevar el monitoreo de los trabajos planeados y programados (ver figura 43) es el siguiente:

6.6.2 Planeacion de Estimación de tiempos.

La estimación es el proceso de emplear la experiencia pasada para predecir eventos futuros. Por tanto para Lácteos Doña ENA, este será el criterio básico para:

- Determinar un tiempo adecuado para reparar las emergencias o mantenimiento correctivo.
- Programar las rutinas de mantenimiento preventivo y las actividades de visitas e inspecciones a la maquinaria, equipo e instalaciones.

Otro criterio que será utilizado es el tiempo que recomienda el fabricante de la maquinaria y equipo para realizar las tareas de mantenimiento, aunque la mezcla con la experiencia pasada son los que nos darán los parámetros apropiados. Será utilizada la estimación del tiempo para establecer estándares de trabajo de manera económica. Las ventajas que obtendrá la empresa por la aplicar este método de medición del trabajo es menores costos y poder estimar el estándar antes de iniciar el trabajo.

Al aplicar el conocimiento basado en la experiencia del encargado de mantenimiento de la empresa, se pueden definir las siguientes categorías de trabajos de mantenimiento con respecto a los tiempos estimados de ejecución:

1. Trabajo rutinario de frecuencia regular.
2. Trabajo rutinario de frecuencia irregular.
3. Trabajo único que requiere menos de 100 horas.
4. Trabajos no rutinarios que requieren más de 100 horas.

En el caso de la categoría 1 y 2, el tiempo consumido en el pasado será usado como estándar, teniendo en cuenta que a medida las máquinas y equipos se estabilizan con el mantenimiento preventivo, el tiempo irá disminuyendo. La categoría 3 se dividirá de la siguiente forma:

- De 0 a 8 horas
- De 9 a 16 horas
- De 17 a 32 horas
- De 33 a 50 horas
- De 51 a 100 horas

El estándar de las divisiones de la categoría 3 será el tiempo promedio para cada uno de los subgrupos. Generalmente las categorías 3 y 4 son aplicadas para trabajos extensos de mantenimiento preventivo (previamente coordinado con el Departamento de Producción) y cuando suceden emergencias o fallas. Para acoplar la planeación de las tareas con la estimación de tiempos en Lácteos Doña ENA, se utilizará un proceso administrativo apropiado para las rutinas de mantenimiento preventivo y de inspecciones: La Programación.

La programación del mantenimiento es el proceso mediante el cual se acoplan los trabajos con los recursos y se les asigna la secuencia para ser ejecutados en ciertos puntos del tiempo.

El procedimiento para realizar la programación acertada de Lácteos Doña ENA incluye los siguientes pasos:

1. Clasificar las órdenes de trabajo pendientes por especialidad. (Mecánica, Eléctrica, Lubricación, etc.).
2. Ordenar las órdenes por prioridades.
3. Compilar una lista de trabajos completados y restantes.
4. Considerar la duración de los trabajos. (estimar el tiempo).
5. Programar trabajos de oficios múltiples para iniciarlos al comienzo del turno.
6. Emitir un programa diario.
7. Autorizar aun supervisor para que asigne los trabajos.

Por lo cual para la estimación de tiempos de las tareas de mantenimiento preventivo se utilizarán los siguientes formatos (ver figuras 44 a 46) para llevar la secuencia del desarrollo de las tareas planeadas y programadas:

Nombre de la Empresa: Lacteos Doña ENA		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL						Dpto. de Mantenimiento							
Encargado de inspecciones: _____ Jsé E Medrano		Fecha: 15/12/2003													
N°	MAQUINAS Y/O EQUIPOS	Código	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	
1	Descremadora	10101													
2	Pasteurizadora	10201													
3	Marmita	10301													
4	Homogenizador	10401													
5	Enfriador de placas	10501													
6	Tina Quesera	10601													
7	Prensa de Queso	10701													
8	Mantequillera	10801													
9	Bascula Industrial	20901													
10	Empacadora	21001													
11	Compresor	21101													
12	Bancode Hielo	21201													
13	Caldera	21301													
14	Tanque mantenedor de leche	21401													
15	Cuarto frío	21501													
16	Bomba de succión	21601													
17	Bomba de succión	21602													
18	Vehiculo de despacho	21701													

Figura. 45

6.6.3 Planeacion de Estimación de costos.

Es necesario conocer que son los costos para saber lo que se debe estimar para un período de operación del departamento de mantenimiento. El costo es un recurso que se sacrifica o al que se renuncia para alcanzar un objetivo específico.

Los costos sirven, en general, para tres propósitos:

- 1) Proporcionar informes relativos a costos para medir la utilidad y evaluar el inventario (estado de resultados y balance general).
- 2) Ofrecer información para el control administrativo de las operaciones y actividades de la empresa (informes de control).
- 3) Proporcionar información a la administración para fundamentar la planeación y la toma de decisiones (análisis y estudios especiales).

Para Lácteos Doña ENA los costos se calculan de acuerdo con consumos estimados. Dentro de estos costos predeterminados se encuentra el costeo estimado o presupuesto: el cual se aplica cuando se trabaja por órdenes. Son costos que se fijan de acuerdo con experiencias anteriores.

PRESUPUESTO DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO 2004	
Período: Julio 2004 hasta Julio 2005	LACTEOS DOÑA ENA
Elaborado por: Jefe de Mantenimiento	Autorizado por: Gerente General
PARTIDAS	MONTO ASIGNADO (\$)
1. Mano de Obra Directa	14,400.00
2. Repuestos y Materiales	5,000.00
3. Herramientas e Instrumentación	500.00
4. Lubricantes	1,800.00
5. Combustibles	200.00
6. Concesiones Externas	800.00
7. Equipos de Higiene y Seguridad Ind.	300.00
TOTAL DE ESTIMACION DE COSTOS	23,000.00

Cuadro No.9

Las cifra expuestas (cuadro No. 9) fueron proporcionadas directamente por los representantes de la empresa donde se realizo el estudio."Lacteos Doña ENA"

6.7 Plan de inspecciones.

Una inspección tiene como función principal la detección de fallas en la maquinaria. La persona encargada de realizar las inspecciones solo le interesan las fallas encontradas en las máquinas y equipos y reportarlas al personal de mantenimiento, en ningún momento realizará una operación de mantenimiento.

El encargado de las inspecciones visitará periódicamente en base a un programa de visitas anual y mensual, inspeccionando los puntos de control, previamente escogidos y anotados en un programa de inspecciones. Las anomalías encontradas deberán ser corregidas de inmediato por el personal de mantenimiento, el encargado de la inspección levantará una nota de inspección describiendo el problema encontrado, el porque del mismo, la solución y la entregará al personal de mantenimiento; posteriormente vigilará que se cumpla lo ordenado en las notas.

Si la inspección se descuida, se tendrá el fenómeno que la maquinaria, al presentar fallas que no son detectadas oportunamente, baje en su rendimiento y calidad de servicio; con perjuicio inmediato para la producción empezándose a sentir las emergencias y la necesidad de que al encargado de las inspecciones se le solicite en varios lugares a la vez.

La inspección preventiva es la serie de observaciones llevadas a cabo para verificar la actuación humana sobre los equipos, instalaciones y procedimientos a su cargo, antes que el servicio que prestan estos elementos acuse falla, y es la que se aplicará en Lácteos Doña ENA.

Para conseguir una aplicación y uso adecuado de estas observaciones, así como para facilitar su control, se utilizarán en Lácteos Doña ENA los programas y reportes de inspección siguientes:

1. Programa de visitas anual y mensual

Los programas de visitas son listas de las máquinas y equipos que se verificarán, en ellas se muestra la frecuencia y las fechas en las que se visitarán; (ver figura.48 y 49)

2. Programa de inspección por cada maquinaria y equipo

Los programas de inspección son listas de las diferentes actividades básicas que debe desarrollar el encargado de inspecciones al llegar al lugar indicado en el programa de visitas. Esta lista muestra los puntos a observar para poder detectar las posibles fallas en el funcionamiento de la maquinaria y equipo.

(ver figuras 50 a 65)

3. Notas de Inspección

Será levantada por la persona encargada de las inspecciones, una por cada una de las irregularidades que por algún motivo no pueden ser corregidas de inmediato, y ameriten registrarse y requiere trámite posterior. Esta se preparará por duplicado, dejando el original a cargo del personal de mantenimiento afectado. En esta nota se mencionará el problema encontrado, dando la explicación ligera, pero clara de éste. A continuación se dirá la causa del problema y por último la proposición del encargado de inspecciones, minuciosamente detallada, para corregirlo.

(Ver figura 66)

4. Control de notas de inspección

El encargado de inspecciones llevará una numeración corrida de las notas de inspección, empezando y terminando con el año, esto hace posible controlarlas en la hoja Control de Notas de Inspección, debiendo liberar de ahí las notas atendidas pero sin destruir la copia de éstas hasta corroborar en su próxima visita que su contenido fue atendido a satisfacción.

(Ver figura 67)

Mensualmente, al terminar el programa de visitas, el encargado de inspecciones tendrá una entrevista con el jefe de mantenimiento para informarle de los problemas encontrados y las soluciones recomendadas, así como para criticar las notas de inspección recientemente levantadas.

A continuación se presenta el procedimiento que debe seguirse en una inspección:

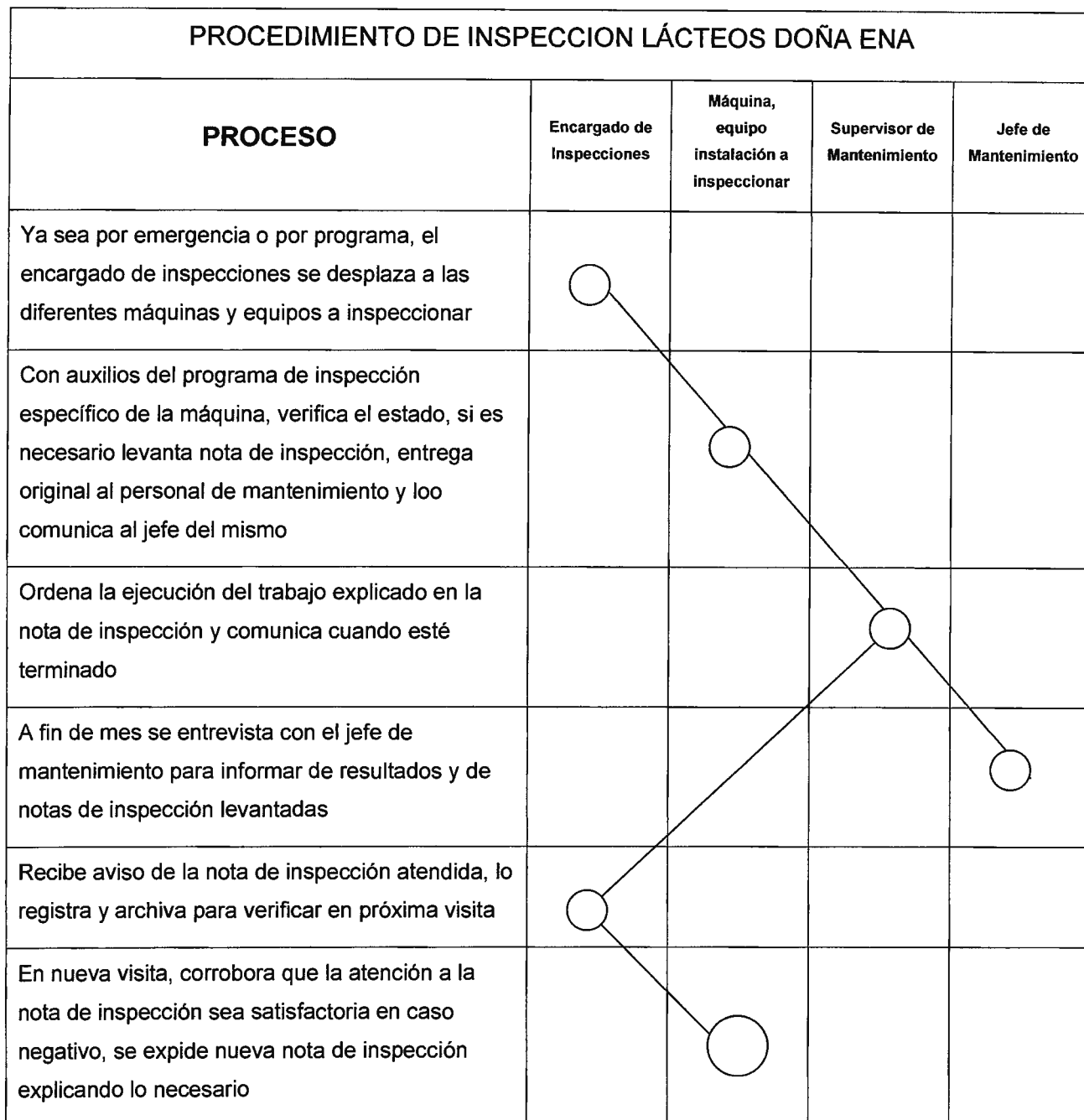


Figura. 47

Nombre de la Empresa: _ Lacteos Doña ENA		PROGRAMA ANUAL DE VISITAS DE INSPECCIÓN						Dpto. de Mantenimiento						
Encargado de inspecciones: _____ ENCARGADO DE MANTENIMIENTO		Fecha: 10/12/2003												
Nº	MAQUINAS Y/O EQUIPOS	Código	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
1	Descremadora	10101												
2	Pasteurizadora	10201												
3	Marmita	10301												
4	Homogenizador	10401												
5	Enfriador de placas	10501												
6	Tina Quesera	10601												
7	Prensa de Queso	10701												
8	Mantequillera	10801												
9	Bascula Industrial	20901												
10	Empacadora	21001												
11	Compresor	21101												
12	Bancode Hielo	21201												
13	Caldera	21301												
14	Tanque mantenedor de leche	21401												
15	Cuarto frío	21501												
16	Bomba de succión	21601												
17	Bomba de succión	21602												
18	Vehiculo de despacho	21701												

Figura. 48

Lácteos Doña ENA		PROGRAMA DE INSPECCION DE DESCREMADORA		DEPTO. DE MANTENIMIENTO	
Hoja No.1				CODIGO: 10101	
Nº	PUNTO DE OPERACIÓN A VERIFICAR	ESTADO	FECHA DE VISITA	NUMEROS DE NOTAS DE INSPECCION LEVANTADAS	
1	Motor				
2	Nivel de aceite				
3	Base				
4	Eje principal				
5	Sujetador de embudos				
6	Embudos separadores (laminas)				
7	Distribuidores				
8	Conexiones eléctricas				
ESTADO:		BN = Bueno	Encargado de inspección: _____		
		NLUB = Necesita lubricación	Hora de inicio: _____		
		NLIM = Necesita limpieza	Hora de finalización: _____		
		NCAM = Necesita cambio			
		NCAL = Necesita calibración o ajuste			
		NREP = Necesita reparación			

Figura. 50

Lácteos Doña ENA		PROGRAMA DE INSPECCION DE PASTEURIZADORA		DEPTO. DE MANTENIMIENTO	
Hoja No.2				CODIGO: 10201	
Nº	PUNTO DE OPERACIÓN A VERIFICAR	ESTADO	FECHA DE VISITA	NUMEROS DE NOTAS DE INSPECCION LEVANTADAS	
1	Valvula de compuerta				
2	Valvula reguladora de presión				
3	Uniones universales				
4	Manometro				
5	Valvula de seguridad				
6	Valvula desairadora				
7	Filtro				
8	Valvula de retencion				
9	Trampa de vapor				
10	Valvua de desagüe				
11	Valvula de descarga de alimento				
12	Soporte				
13	Deposito de coccion				
14	Tapadera				
15	Cuero de acero inoxidable				
16	Contactores				
17	Guardamotor				
18	Pulsadores				
19	Relay				
20	Dados termicos				
21	Motor				
ESTADO:		BN = Bueno	Encargado de inspección: _____		
		NLUB = Necesita lubricación	Hora de inicio: _____		
		NLIM = Necesita limpieza	Hora de finalización: _____		
		NCAM = Necesita cambio			
		NCAL = Necesita calibración o ajuste			
		NREP = Necesita reparación			

Figura. 51

Lácteos Doña ENA		PROGRAMA DE INSPECCION DE MARMITA		DEPTO. DE MANTENIMIENTO	
Hoja No.3				CODIGO: 10301	
Nº	PUNTO DE OPERACIÓN A VERIFICAR	ESTADO	FECHA DE VISITA	NUMEROS DE NOTAS DE INSPECCION LEVANTADAS	
1	Valvula de compuerta				
2	Valvula reguladora de presión				
3	Uniones universales				
4	Manometro				
5	Valvula de seguridad				
6	Valvula desairadora				
7	Filtro				
8	Valvula de retencion				
9	Trampa de vapor				
10	Valvula de desagüe				
11	Valvula de descarga de alimento				
12	Soporte				
13	Deposito de coccion				
14	Tapadera				
15	Cuero de acero inoxidable				
ESTADO:		BN = Bueno		Encargado de inspección: _____	
		NLUB = Necesita lubricación		Hora de inicio: _____	
		NLIM = Necesita limpieza			
		NCAM = Necesita cambio		Hora de finalización: _____	
		NCAL = Necesita calibración o ajuste			
		NREP = Necesita reparación			

Figura. 52

Lácteos Doña ENA		PROGRAMA DE INSPECCION DE HOMOGENIZADOR		DEPTO. DE MANTENIMIENTO	
Hoja No.4				CODIGO: 10401	
Nº	PUNTO DE OPERACIÓN A VERIFICAR	ESTADO	FECHA DE VISITA	NUMEROS DE NOTAS DE INSPECCION LEVANTADAS	
1	Motor				
2	Nivel de aceite				
3	Empaques				
4	Aspas				
5	Tuberías				
6	Valvulas grado alimenticio				
7	Conexiones eletricas				
ESTADO:		BN = Bueno		Encargado de inspección: _____	
		NLUB = Necesita lubricación		Hora de inicio: _____	
		NLIM = Necesita limpieza			
		NCAM = Necesita cambio		Hora de finalización: _____	
		NCAL = Necesita calibración o ajuste			
		NREP = Necesita reparación			

Figura. 53

Lácteos Doña ENA		PROGRAMA DE INSPECCIÓN DE ENFRIADOR DE PLACAS		DEPTO. DE MANTENIMIENTO	
Hoja No.5				CODIGO: ____ 10501 ____	
Nº	PUNTO DE OPERACIÓN A VERIFICAR	ESTADO	FECHA DE VISITA	NUMEROS DE NOTAS DE INSPECCION LEVANTADAS	
1	Empaques				
2	Placas de transferencia de calor				
3	Tuberías de agua fría				
4	Valvulas grado alimenticio				
ESTADO:		BN = Bueno	Encargado de inspección: _____		
		NLUB = Necesita lubricación	Hora de inicio: _____		
		NLIM = Necesita limpieza	Hora de finalización: _____		
		NCAM = Necesita cambio			
		NCAL = Necesita calibración o ajuste			
		NREP = Necesita reparación			

Figura. 54

Lácteos Doña ENA		PROGRAMA DE INSPECCIÓN DE TINA QUESERA		DEPTO. DE MANTENIMIENTO	
Hoja No.6				CODIGO: ____ 10601 ____	
Nº	PUNTO DE OPERACIÓN A VERIFICAR	ESTADO	FECHA DE VISITA	NUMEROS DE NOTAS DE INSPECCION LEVANTADAS	
1	Valvulas de bola				
2	Tuberías de vapor				
3	Tuberías de agua al tiempo				
4	superficie de acero inoxidable				
5	Fibra de vidrio				
6	Trampa de vapor				
7	Valvula regulador				
8	Valvula de desagüe				
9	Empaques				
10	Manometro				
11	Termometro				
ESTADO:		BN = Bueno	Encargado de inspección: _____		
		NLUB = Necesita lubricación	Hora de inicio: _____		
		NLIM = Necesita limpieza	Hora de finalización: _____		
		NCAM = Necesita cambio			
		NCAL = Necesita calibración o ajuste			
		NREP = Necesita reparación			

Figura. 55

Lácteos Doña ENA		PROGRAMA DE INSPECCIÓN DE PRENSA DE QUESO			DEPTO. DE MANTENIMIENTO	
Hoja No.7					Codigo 10701	
Nº	PUNTO DE OPERACIÓN A VERIFICAR	ESTADO	FECHA DE VISITA	NUMEROS DE NOTAS DE INSPECCION LEVANTADAS		
1	Filtro de aire					
2	Regulador de presión					
3	Manometro					
4	Lubricador					
5	Cilindro neumatico					
6	Empaques de cilindro neumatico					
7	Tuerias de aire comprimido					
8	Moldes prensadores					
ESTADO:		BN = Bueno	Encargado de inspección: _____			
		NLUB = Necesita lubricación	Hora de inicio: _____			
		NLIM = Necesita limpieza	Hora de finalización: _____			
		NCAM = Necesita cambio				
		NCAL = Necesita calibración o ajuste				
		NREP = Necesita reparación				

Figura. 56

Lácteos Doña ENA		PROGRAMA DE INSPECCIÓN DE MANTEQUILLERA			DEPTO. DE MANTENIMIENTO	
Hoja No.8					Codigo 10801	
Nº	PUNTO DE OPERACIÓN A VERIFICAR	ESTADO	FECHA DE VISITA	NUMEROS DE NOTAS DE INSPECCION LEVANTADAS		
1	Motor					
2	Nivel de aceite					
3	Poleas					
4	Fajas					
5	Palancas reguladoras de velocidad					
6	Conexiones eléctricas					
ESTADO:		BN = Bueno	Encargado de inspección: _____			
		NLUB = Necesita lubricación	Hora de inicio: _____			
		NLIM = Necesita limpieza	Hora de finalización: _____			
		NCAM = Necesita cambio				
		NCAL = Necesita calibración o ajuste				
		NREP = Necesita reparación				

Figura. 57

Lácteos Doña ENA		PROGRAMA DE INSPECCIÓN DE		DEPTO. DE MANTENIMIENTO	
Hoja No.9		BASCULA INDUSTRIAL		Codigo__20901_____	
Nº	PUNTO DE OPERACIÓN A VERIFICAR	ESTADO	FECHA DE VISITA	NUMEROS DE NOTAS DE INSPECCION LEVANTADAS	
1	Condiciones ambientales				
2	Cuerpo externo del equipo				
3	Tallímetro				
4	Pesas				
5	Plataforma				
6	Sistema mecanico				
7	Aceite o grasas				
8	Calibracion de cero				
ESTADO: BN = Bueno NLUB = Necesita lubricación NLIM = Necesita limpieza NCAM = Necesita cambio NCAL = Necesita calibración o ajuste NREP = Necesita reparación			Encargado de inspección: _____ Hora de inicio: _____ Hora de finalización: _____		

Figura. 58

Lácteos Doña ENA		PROGRAMA DE INSPECCIÓN DE		DEPTO. DE MANTENIMIENTO	
Hoja No.10		EMPACADORA		Codigo__21001_____	
Nº	PUNTO DE OPERACIÓN A VERIFICAR	ESTADO	FECHA DE VISITA	NUMEROS DE NOTAS DE INSPECCION LEVANTADAS	
1	Filtro de aire				
2	Regulador de presión				
3	Manometro				
4	Lubricador				
5	Tuberia neumatica				
6	Electrovalvulas				
7	Contactores				
8	Resistencias				
9	Conexiones electrica				
10	Mordasas				
11	Resistencias				
12	Pistones				
13	Motor				
14	Poleas				
15	Engranajes				
16	Fajas				
17	Puladores				
18	Cuchillas				
19	Baleros				
20	Censores				
21	Finales de carrera				
22	Contactores				
23	Bimetalicos				
24	Relay				
ESTADO: BN = Bueno NLUB = Necesita lubricación NLIM = Necesita limpieza NCAM = Necesita cambio NCAL = Necesita calibración o ajuste NREP = Necesita reparación			Encargado de inspección: _____ Hora de inicio: _____ Hora de finalización: _____		

Figura. 59

Lácteos Doña ENA		PROGRAMA DE INSPECCIÓN DE BANCO DE HIELO		DEPTO. DE MANTENIMIENTO	
Hoja No.12				Codigo__21201__	
Nº	PUNTO DE OPERACIÓN A VERIFICAR	ESTADO	FECHA DE VISITA	NUMEROS DE NOTAS DE INSPECCION LEVANTADAS	
1	Condensador				
2	Terminales				
3	Contactores				
4	Transformador				
5	Capacitor				
6	Retardador de tiempo				
7	Relay				
8	Termicos				
9	Polea				
10	Motor				
11	Bujes				
12	Chumaceras				
13	Gabinete				
14	Serpentin				
15	Evaporador				
16	Tuberias de cobre				
17	Refrigerante				
18	Aislamiento termico				
19	Manometro				
20	Termostato				
21	Bomba				
22	Switch de presión				

ESTADO: BN = Bueno NLUB = Necesita lubricación NLIM = Necesita limpieza NCAM = Necesita cambio NCAL = Necesita calibración o ajuste NREP = Necesita reparación	Encargado de inspección: _____ Hora de inicio: _____ Hora de finalización: _____
---	--

Figura. 61

Lácteos Doña ENA Hoja No.13		PROGRAMA DE INSPECCIÓN DE CALDERA		DEPTO. DE MANTENIMIENTO Codigo__21301__		
Nº	PUNTO DE OPERACIÓN A VERIFICAR	ESTADO	FECHA DE VISITA	NUMEROS DE NOTAS DE INSPECCION LEVANTADAS		
1	Nivel de diesel					
2	Nivel de agua					
3	Valvula de paso					
4	Valvula general de alimentacion					
5	Bomba de alimentacion de agua					
6	Manometro					
7	Electrodo					
8	Quemador					
9	Motor					
10	Valvula de seguridad					
11	Valvula de desague					
12	Mainfold					
13	Fibra de vidrio					
14	Valvulas check					
15	Relay					
16	Contactores					
17	Pulsadores					
18	Bimetalico					
19	Censores de alto nivel					
20	Censores de bajo nivel					
21	Switch de presión					
ESTADO: BN = Bueno NLUB = Necesita lubricación NLIM = Necesita limpieza NCAM = Necesita cambio NCAL = Necesita calibración o ajuste NREP = Necesita reparación			Encargado de inspección: _____ Hora de inicio: _____ Hora de finalización: _____			

Figura. 62

Lácteos Doña ENA Hoja No.15		PROGRAMA DE INSPECCIÓN DE CUARTO FRÍO		DEPTO. DE MANTENIMIENTO Codigo__21501__	
Nº	PUNTO DE OPERACIÓN A VERIFICAR	ESTADO	FECHA DE VISITA	NUMEROS DE NOTAS DE INSPECCION LEVANTADAS	
1	Empaque de comuerta				
2	Termometro				
3	Evaporador				
4	Condensador				
5	Motor ventilador				
6	Contactores				
7	Comandamotor				
8	Relay				
9	Capacitores				
10	Timer				
11	Retardador				
12	Predes de acero inoxidable				
13	Rubatex				
ESTADO: BN = Bueno NLUB = Necesita lubricación NLIM = Necesita limpieza NCAM = Necesita cambio NCAL = Necesita calibración o ajuste NREP = Necesita reparación			Encargado de inspección: _____ Hora de inicio: _____ Hora de finalización: _____		

Figura. 63

Lácteos Doña ENA Hoja No.16		PROGRAMA DE INSPECCIÓN DE BOMBA DE SUCCIÓN		DEPTO. DE MANTENIMIENTO Codigo__21601__	
Nº	PUNTO DE OPERACIÓN A VERIFICAR	ESTADO	FECHA DE VISITA	NUMEROS DE NOTAS DE INSPECCION LEVANTADAS	
1	Cojinetes				
2	Sellos mecanicos				
3	Empaques de teflón				
4	Inpeler				
5	Tubo de succión				
6	Placa lateral de succión				
7	Motor				
8	Clamps				
9	Tornilleria				
10	Oring				
11	Venteos				
12	Resguardo				
ESTADO: BN = Bueno NLUB = Necesita lubricación NLIM = Necesita limpieza NCAM = Necesita cambio NCAL = Necesita calibración o ajuste NREP = Necesita reparación			Encargado de inspección: _____ Hora de inicio: _____ Hora de finalización: _____		

Figura. 64

Lácteos Doña ENA Hoja No.17		PROGRAMA DE INSPECCIÓN DE BOMBA DE SUCCIÓN		DEPTO. DE MANTENIMIENTO Codigo__21602__		
Nº	PUNTO DE OPERACIÓN A VERIFICAR	ESTADO	FECHA DE VISITA	NUMEROS DE NOTAS DE INSPECCION LEVANTADAS		
1	Cojinetes					
2	Sellos mecanicos					
3	Empaques de teflón					
4	Impeler					
5	Tubo de succión					
6	Placa lateral de succión					
7	Motor					
8	Clamps					
9	Tornilleria					
10	Oring					
11	Venteos					
12	Resguardo					
ESTADO: BN = Bueno NLUB = Necesita lubricación NLIM = Necesita limpieza NCAM = Necesita cambio NCAL = Necesita calibración o ajuste NREP = Necesita reparación			Encargado de inspección: _____ Hora de inicio: _____ Hora de finalización: _____			

Figura. 65

NOTA DE INSPECCION No. _____			
LACTEOS DOÑA ENA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">DEPTO. DE MANTENIMIENTO</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">ENCARGADO DE INSPECCION: _____</td> </tr> </table>	DEPTO. DE MANTENIMIENTO	ENCARGADO DE INSPECCION: _____
DEPTO. DE MANTENIMIENTO			
ENCARGADO DE INSPECCION: _____			
EXPLICACION DE LA FALTA ENCONTRADA			
MOTIVOS Y CAUSAS			
RECOMENDACIONES PARA SU ARREGLO			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">Fecha de expedición</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Fecha de terminación</td> </tr> </table>	Fecha de expedición	Fecha de terminación	AVANCES DEL PROCESO
Fecha de expedición			
Fecha de terminación			
_____ ENCARGADO	_____ RECIBIDO	_____ SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO	

Figura. 66

6.8 Descripción de las Operaciones en los Equipos.

A cada máquina y equipo es necesario aplicarle mantenimiento preventivo específico, según los sistemas que posea, además de que se tienen que controlar condiciones críticas de trabajo, y para normalizar el trabajo de los técnicos de mantenimiento en cada maquina, se han definido los procedimientos o rutinas de mantenimiento, donde se establecen los objetivos de trabajo, frecuencia, encargado, materiales a utilizar y los pasos que tiene que seguir para realizar el trabajo.

Al mismo tiempo se han agrupado las rutinas de trabajo por cada maquinaria y/o equipo según el nivel de mantenimiento al que pertenezca, para que cada encargado pueda disponer de ellas en cualquier momento, al mismo tiempo que son encargados del uso de las bitácoras por maquinaria o instalación.

Las actividades de mantenimiento preventivo a realizar están descritas en los procedimientos y rutinas de mantenimiento, las cuales son clasificadas de las siguientes formas:

- **Mantenimiento del Sistema Mecánico:** consiste en la revisión de las partes mecánicas, de transmisión, de cualquier tipo de material que sufra un desgaste por sobreesfuerzo, o fricción.
- **Mantenimiento del Sistema Eléctrico:** consiste en la revisión general del circuito eléctrico, tablero de control, conexiones, alimentación, valores de amperaje y voltaje.
- **Mantenimiento del Sistema General:** consiste en la revisión de las partes que necesitan limpieza y pintura. Este tipo de mantenimiento es importante en el desarrollo de las actividades de mantenimiento preventivo, pues la

acumulación de polvo y escorias en los equipos ocasiona daños y fallas en la operación de los mismos.

- Mantenimiento de Lubricación: consiste en la renovación de los aceites, grasas y lubricantes que son necesarios para las partes de transmisión, rodamiento y deslizamiento con el fin de evitar desgaste en las partes móviles de las máquinas y equipos.

Los criterios utilizados para la elaboración de los procedimientos de mantenimiento son los siguientes:

- El estado de las partes críticas de las maquinas o equipos.
- El nivel de desgaste de los componentes o accesorios.
- El estado de consumo de materiales o fluidos.
- Total de horas trabajadas de la maquinas o equipos.
- El estado de uso de la maquinas o equipos.
- Recomendaciones de otros modelos de maquinarias similares.

Con respecto a la frecuencia de las actividades de mantenimiento a realizar esta fue determinada a través de la experiencia del jefe de mantenimiento, en base a mantenimiento anteriores, los cuales fueron determinando el periodo en el cual se pueden realizar las actividades de mantenimiento, teniendo en cuenta que estos tiempos pueden ser mejorados en la medida que se desarrolle, adapte y acople el programa de mantenimiento preventivo a la empresa.

Se debe tener en cuenta que el personal debe cumplir lo establecido en los procedimientos de mantenimiento preventivo, utilizar la bitácora de mantenimiento preventivo para registrar la fecha y cualquier anomalía discutirlo con el Jefe de Mantenimiento.

Por otro lado, las operaciones de mantenimiento preventivo no solo están enfocadas a las máquinas y equipos, sino también a las instalaciones, por lo que

es necesario contar con procedimientos apropiados para aplicarle mantenimiento a estas. Estos procedimientos serán presentados en este apartado.

En “Lácteos Dona ENA” solamente se cuenta con un vehículo para la distribución de sus productos, es por tal motivo que en este apartado se presentan los procedimientos de mantenimiento de una flota vehicular.

Además el mismo rubro o giro de la empresa, producción de alimentos, en este caso de productos lácteos, es necesario, llevar procedimientos preventivos para el control de plagas y roedores, dichos procedimientos se presentarán en este apartado.

Los procedimientos y formatos para realizar las rutinas de mantenimiento preventivo de las maquinas y equipos se presentan a continuación:

6.9 Programa de Mantenimiento Preventivo para Edificios e Instalaciones.

La presentación de la empresa a nivel exterior depende en gran medida de las condiciones de los edificios, debido a que es el primer contacto que se tiene con ella. Al mismo tiempo ayuda a mejorar el ambiente de trabajo dentro de las áreas administrativas y de fabricación de medicamentos.

Las condiciones de los edificios en las áreas de fabricación no solo ayudan a mejorar el ambiente de trabajo, sino que también son requisitos de calidad que deben de ser cumplidos todo el tiempo, donde se encuentran:

- Pintura de las paredes y pisos en perfectas condiciones y con capa de barniz para evitar desprendimientos que puedan contaminar los medicamentos.
- Curva higiénica, para evitar la acumulación de polvo y facilidad de limpieza.
- Mantenimiento de exclusas, que evitan la entrada de mota.
- Condiciones herméticas del área aséptica, ya sea en ventanas, trampas y exclusas.

Otras áreas de mantenimiento de los edificios corresponden a la iluminación y suministro de energía (110v) y suministro de agua, es decir, que periódicamente debe realizarse un chequeo y revisión de lámparas, tomas y switch, de tuberías y chorros para mantener en condiciones óptimas la planta.

A continuación se presentan la descripción de operaciones para realizar las diferentes rutinas de mantenimiento preventivo a los edificios e instalaciones, teniendo en cuenta la frecuencia designada, todo trabajo a realizar en este tipo de mantenimiento, siempre requerirá una orden de trabajo para establecer los tiempos, costos y para llevar el control de la ejecución de la tarea asignada. Además se anexa una programación para lo que resta del año, donde se estiman los tiempos apropiados para realizar las rutinas de pintura para los edificios.

LÁCTEOS DOÑA ENA	PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EDIFICIOS E INSTALACIONES	Mantenimiento
<p>1. OBJETIVO</p> <p>Un sistema de mantenimiento preventivo superior y un inteligente método de operación, contribuirá a que los ocupantes disfruten de un ambiente agradable y productivo. Los beneficios inmediatos serán: una mejor condición ambiental, al menor costo y por ende el mayor valor de sus instalaciones. Y en el largo plazo, un edificio saludable, de mayor vida útil, consumiendo menos energía, en un ambiente donde se beneficiaran todos, sus ocupantes y el público visitante.</p>		
<p>2. MATERIALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pintura de agua, Pintura de aceite, Thinner, Solvente Mineral, Barniz, Lija • Macilla, Grasa, Cinta para sellado tapagotera, Cinta de aluminio para sellar • Pistola con silicón de cartucho, Luminarias, Focos, Grifos y chorros • Accesorios de pvc y galvanizado, Cinta Aislante, Cinta Teflón 		
<p>3. HERRAMIENTAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Esponja, Pistola para pintura, Brocha, Tester, Trapo , Escalera • Soldador, Uniforme de trabajo, Equipo de Protección personal • Llaves Steelson, Desarmadores Planos y Phillips, Tenaza de Electricista, • Cuchilla, Cinta Métrica, Nivel, Llave Cangreja 		
<p>4. FRECUENCIA Y PROCEDIMIENTO</p> <p>4.1 Pintura de paredes y pisos en las áreas de producción</p> <p>Una vez por semana o cada quince días</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pasar reporte o requisición de trabajo al Jefe de Mantenimiento, según el estado actual de las áreas. • Preparar la pintura (Laca) y el barniz necesario • Identificar las regiones reportadas en el período de espera • Lijar las regiones, para eliminar la pintura desprendida • Limpiar la región con esponja 		

- Aplicar macilla hasta quedar liso
- Pintar todas las regiones dañadas
- Esperar secado de la macilla.
- Barnizar las regiones

4.2 Pintura de estructuras metálicas

Cada 6 meses

- Se lija la estructura seleccionada para quitar el óxido
- Se prepara la pintura anticorrosiva seleccionando el color adecuado.
- Se pinta una vez y se deja secar
- Se da la segunda mano de pintura para finalizar el trabajo

4.3 Pintura de oficinas administrativas.

Cada 6 meses

- Se limpia la pared con agua y esponja si es necesario
- Se prepara la pintura de agua, según el color del área
- Colocar papel periódico o cartón para no manchar el piso
- Dar la primera mano de pintura
- Dejar 1 hora para secado de la pintura
- Luego dar la segunda mano de pintura para finalizar
- Cuando se termina el trabajo se debe quitar el papel, lavar las brochas, los rodillos y las bandejas con agua.

4.4 Mantenimiento de tuberías y chorros

En base a reporte de fugas

- Se reporta la fuga ya sea en una tubería dañada, en un chorro o en algún sanitario.
- Cambiar las partes que no funcionan adecuadamente por repuestos nuevos
- Sellar utilizando silicón transparente, silicón del blanco, y cinta teflón.

4.5 Mantenimiento de Lámparas, focos, switch o tomas corrientes

En base a reporte de mal funcionamiento

- Se recibe reporte de falla de algún dispositivo de iluminación o suministro de energía
- Se revisa el estado actual del dispositivo
- Se mide si la capacidad de amperaje y potencia es la correcta
- Si no funciona adecuadamente o el periodo de vida útil finalizo se cambia por un repuesto nuevo.

5. RESPONSABILIDAD

La responsabilidad de todas las actividades de pintura, reparación de chorros y cambio de lámparas y focos recae sobre el Encargado de Edificios.

6. ALCANCE

Este procedimiento es aplicable a la planta de producción de productos lácteos y las oficinas administrativas de la empresa.

A continuación se presenta la programación de los últimos seis meses del año 2004, en donde se tiene planeado realizar las actividades de mantenimiento preventivo al edificio e instalaciones en base a la frecuencia definida en el procedimiento:

PLANIFICACION ANUAL DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS E INSTALACIONES		ANO 2004																															
		Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre											
No	ACTIVIDAD	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4				
1	Pintura de Area de Producción		■																														
3	Pintura de pasillos de producción			■																													
4	Pintura de oficinas administrativas	■																															
5	Pintura de estructuras Metálicas		■																														
7	Pintura de fachada frontal			■																													
8	Pintura de fachada lateral				■																												
9	Revisión de Techos de los edificios											■																					
10	Pintura de area de parqueo visitas															■																	

6.10 Programa de Mantenimiento Preventivo para Vehículos.

Como parte de los equipos de distribución para la distribución de los productos terminados se tiene un vehículo en Lácteos Doña ENA, en el cuál deben realizarse de manera periódica rutinas de mantenimiento preventivo.

Para lo cuál se hace necesario que se programen las tareas en base a kilometraje y estado de las partes y componentes las diferentes operaciones de mantenimiento que recomienda el fabricante.

Pueden haber reparaciones mayores, las cuales no se puedan realizar en la empresa, pero se puede concesionar el trabajo ya sea a un centro de servicio o a un taller particular, eso dependerá del precio, calidad y garantía del trabajo.

En este caso se utilizarán los formatos de concesiones a empresas y al mismo tiempo un formato especial para el control de mantenimiento de vehículos.

A continuación se presentan la ficha técnica del vehículo propiedad de Lácteos Doña ENA:

LISTA DE FLOTA DE VEHICULOS DE DESPACHO LACTEOS DOÑA ENA							
Clase de vehículo:	Pick Up	Marca:	KIA				
Capacidad:	5 toneladas	Modelo:	FURGON				
No. Motor:	J2295721	Año:	2001				
No. Chasis grabado:	KNCSD211217734664	Color:	BLANCO				
Motorista a cargo:	Varios	Supervisado por:					

Por tanto el código dentro del programa de mantenimiento preventivo para el Furgón KIA es el 21701, y para efectos de control de las tareas de mantenimiento que se le realizarán se utilizará el siguiente formato:

CONTROL DE MANTENIMIENTO DE VEHICULOS	
Clase de vehículo: _____	Marca: _____
Capacidad: _____	Modelo: _____
No. Motor: _____	Año: _____
No. Chasis grabado: _____	Color: _____
Motorista a cargo: _____	Supervisado por: _____
CAMBIO DE ACEITE DEL MOTOR	
Tipo de aceite: _____	Tipo de filtro: _____
Fecha de último cambio de aceite: _____	
Kilometraje medido en esa fecha: _____	
Cada cuanto km se cambia el aceite: _____	
Kilometraje calculado para proximo cambio: _____	
AFINADO DE MOTOR (bujías, mangueras, rotor, filtro, distribuidor, carburador)	
Fecha de último afinado: _____	
Cada cuanto tiempo se hace el afinado: _____	
Fecha de próximo afinado: _____	
REVISION DE FRENOS (pastillas, discos, bombas, zapatas, etc)	
Fecha de última revisión: _____	
Cada cuanto tiempo se hace la revisión: _____	
Fecha de próximo revisión: _____	
REVISION DE AMORTIGUADORES	
Fecha de última revisión: _____	
Cada cuanto tiempo se hace la revisión: _____	
Fecha de próximo revisión: _____	
ALINEADO Y BALANCEO DE LLANTAS	
Fecha de último alineado y balanceo: _____	
Cada cuanto tiempo se hace el alineado y balanceo: _____	
Fecha de próximo alineado y balanceo: _____	
REVISION DEL SISTEMA ELECTRICO	
Fecha de última revisión: _____	
Cada cuanto tiempo se hace la revisión: _____	
Fecha de próximo revisión: _____	

Figura. 85

6.11 Programa de Mantenimiento Preventivo para el Control de Plagas

Este programa involucrará a todo el personal de la empresa como miembros indirectos del mismo, y al encargado del control de fumigación.

Deberá ser de conocimiento de todo el personal que está prohibido la introducción de alimentos en áreas que no estén destinadas para la ingestión de los mismos, lo cual es de mucha importancia debido a que la existencia de restos de comida en las instalaciones es causa directa de la propagación de insectos y roedores.

Además de la limpieza de las zonas, que se realiza periódicamente, los responsables de cada área deberán velar por el orden de las mismas evitando la acumulación de materiales innecesarios en áreas no adecuadas así como las condiciones de hacinamiento en las instalaciones.

El programa de fumigación de la empresa debe ser realizado por una empresa certificada en el control de plagas, la cual determinará el tipo de controles que se llevarán a cabo.

El tipo de actividad que se programa para evitar la propagación de plagas es preventiva, ya que el rubro de la empresa exige cumplir con las condiciones sanitarias para la elaboración de productos alimenticios.

LÁCTEOS DOÑA ENA	PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE CONTROL DE PLAGAS	Mantenimiento
<p>1. OBJETIVO</p> <p>Mantener condiciones óptimas de limpieza en cuanto al control de insectos y roedores que puedan provocar contaminación en las instalaciones.</p>		
<p>2. MATERIALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Insecticida de base Amonio Cuaternario, Cebo para ratas 		
<p>5. HERRAMIENTAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spray o rociador de alta presión, Nebulizadores, Generadores de Neblina • Trampas tipo jaula para roedores, Gorro, Guantes, Mascarilla, Lentes de protección. 		
<p>4. FRECUENCIA Y PROCEDIMIENTO</p> <p>4.1 Fumigación contra insectos</p> <p>Cada 22 días</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se llevará el control de las fumigaciones en una bitácora, dichas fumigaciones se realizarán cada 22 días, para lo cual previamente la compañía encargada de la fumigación, ha realizado un estudio del tipo de fumigación requerida. • Se programa la fumigación un día en horas no laborales para evitar malestares al personal de la empresa. • Utilizando la ropa y protección necesaria se inicia la fumigación • La primera fase es a través de Spray o rociador en áreas cerradas como en las oficinas, baños, comedor , bodega de producto terminado y planta de producción • La segunda fase consiste en aplicar gasificación en las áreas abiertas como en pasillos, casilleros, parqueo interno y bodegas. • Luego para finalizar se fumigan los tragantes y envases • El químico aplicado debe ser Amonio Cuaternario por las siguientes propiedades: baja toxicidad frente a personas, inestable en el 		

ambiente, no se acumula en el tejido celular, eficacia contra las plagas resistentes, gran espectro de acción contra gérmenes infectocontagiosos y acción residual prolongada.

4.2 Exterminio contra roedores

Cada 15 días o cada vez que se reporte aparecimiento de plaga de roedores.

- Tapan los huecos o agujeros por donde pueden entrar los roedores
- Se colocarán trampas en los lugares donde se haya encontrado signos de presencia de roedores, incluyendo el entretecho.
- Colocar en las trampas el cebo apropiado, el cual actúa sobre el roedor, dándole sed y este al tomar agua explota internamente muriendo en el exterior y no dentro de la empresa, evitando así malos olores.
- Al siguiente día después de haber colocado la trampa se retira, si sea atrapado algún roedor, colocar la trampa con todo y animal en una bolsa plástica y ahogarla.
- Limpiar y lavar la trampa utilizando la ropa y protección adecuada.
- Limpiar el entretecho retirar excreta, orina y animales muertos para evitar contaminación.

6. RESPONSABILIDAD

La responsabilidad de la fumigación contra insectos es responsabilidad de la compañía Exterminadora XYZ, mientras que la responsabilidad con respecto al control de roedores es de parte del Encargado de Edificios de la empresa.

7. ALCANCE

Este procedimiento es aplicable a la planta de producción y las oficinas administrativas de la empresa.

A continuación (Cuadro No. 10) se presentan la programación de las fumigaciones y colocación de trampas para tener asignadas los tiempos para la realización de dichas actividades, además se presentan la hoja de control de plagas y roedores para registrar que la operación ha sido realizada.

PLANIFICACION ANUAL DE FUMIGACIONES AÑO 2004

No	ACTIVIDAD	Mayo				Junio				Julio				Agosto			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1	Fumigación con Spray			X				X				X				X	
2	Fumigación con gas			X				X				X				X	
3	Colocación de trampa		X				X				X				X		
No	ACTIVIDAD	Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1	Fumigación con Spray		X				X				X				X		
2	Fumigación con gas		X				X				X				X		
3	Colocación de trampa		X				X				X				X		

Cuadro No. 10

LÁCTEOS DOÑA ENA	REGISTRO DE CONTROLDE PLAGAS Y ROEDORES				AÑO 2004
Fecha	Actividad	Lugar	Realizado por	Firma	
Supervisado por:			Hoja N°		

6.12 Ciclos de Revisión.

El ciclo de revisión es el período de tiempo que consta de los días de mantenimiento más los días de operación de la máquina o equipo, o de otra forma, el lapso de tiempo entre las rutinas de mantenimiento preventivo programadas en un mismo año.

Por ejemplo: si una máquina esta programada para realizar mantenimiento preventivo y esta tarea dura 2 días, después del mantenimiento la máquina opera de manera normal durante 63 días, al llegar a este tiempo para operaciones y pasa a ser objeto de una tarea de mantenimiento preventivo; entonces el ciclo de revisión es de 65 días.

En la figura. 86 se presenta gráficamente el ciclo de revisión de “Lácteos Dona ENA”

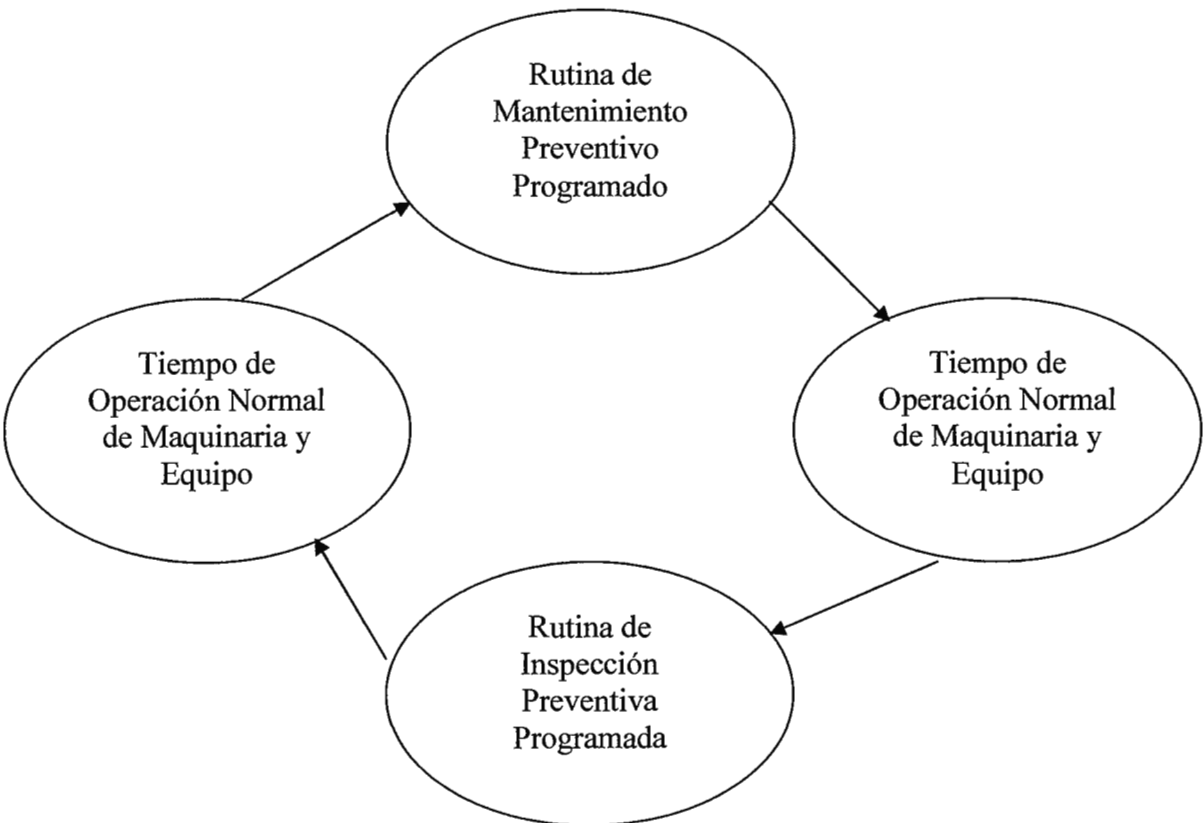


Figura. 86

Para tener una idea sobre cuál es el ciclo, es decir cuando se darán inicio y al mismo tiempo se terminarán las tareas de mantenimiento preventivo programadas se presentan el cuadro No.11 los ciclos de revisión de cada uno de los equipos de Lácteos Doña ENA:

Lácteos Doña ENA			CICLOS DE REVISION DE MAQUINAS Y EQUIPOS			DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	
Nº	Máquina	Código	Tiempo Estimado de Mantenimiento Preventivo	Tiempo Estimado de Operación Normal	Tiempo Estimado de Inspección Preventiva	Tiempo Estimado de Operación Normal	Tiempo Total del Ciclo
1	Descremadora	10101	2 días	30 días	1 día	60 días	93 días
2	Pasteurizadora	10201	2 días	30 días	1 día	90 días	123 días
3	Marmita	10301	1 día	60 días	0,5 día	120 días	181,5 días
4	Homogenizador	10401	2 días	30 días	1 día	90 días	123 días
5	Enfriador de Placas	10501	2 días	30 días	1 día	90 días	123 días
6	Tinta Quesera	10601	2 días	60 días	1 día	120 días	183 días
7	Prensa de Queso	10701	2 días	30 días	1 día	60 días	93 días
8	Mantequillera	10801	2 días	30 días	1 día	90 días	123 días
9	Báscula Industrial	20901	1 día	60 días	0,5 día	120 días	181,5 días
10	Empacadora	21001	2 días	30 días	1 día	30 días	63 días
11	Compresor	21101	2 días	30 días	1 día	60 días	123 días
12	Banco de Hielo	21201	2 días	60 días	1 día	120 días	183 días
13	Caldera tanque	21301	2 días	30 días	1 día	30 días	63 días
14	Mantenedor de	21401	2 días	30 días	1 día	60 días	93 días
15	Cuarto Frío	21501	2 días	30 días	1 día	90 días	123 días
16	Bomba de Succión	21601	1 día	60 días	0,5 día	120 días	181,5 días
17	Bomba de Succión	21602	1 día	60 días	0,5 día	120 días	181,5
18	Vehículo de Despacho	21701	1 día	30 días	0,5 día	30 días	61,5 días
19							
20							
SUPERVISADO POR: _____			CICLO DE REVISION: Desde ENERO hasta DICIEMBRE de 2004				

Cuadro No. 11

6.13 Hojas de Control

6.13.1 Sistema de Ordenes de Trabajo de Mantenimiento

La planeación y control del trabajo de mantenimiento en Lácteos Doña ENA se realiza mediante un sistema eficaz de órdenes de trabajo. La orden de trabajo es una forma donde se detallan las instrucciones escritas para el trabajo que se va a realizar y debe ser llenada para todos los trabajos. En Lácteos Doña ENA se hace referencia a ella con diferentes nombres, como solicitud de trabajo, requisición de trabajo, solicitud de servicio, etc. El objetivo del sistema de órdenes de trabajo es proporcionar medios para:

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

La administración del sistema de órdenes de trabajo es responsabilidad de la persona que están a cargo de la planeación y la programación, es decir, del encargado de Mantenimiento de Lácteos Doña ENA. La orden de trabajo de la empresa esta diseñada con cuidado tomando en consideración lo siguiente. Incluir toda la información necesaria para facilitar una planeación y una programación eficaces, hacer énfasis en la claridad y facilidad de uso. En la figura. 87 se presentan la orden de trabajo diseñada para Lácteos Doña ENA:

6.13.2 Flujo del Sistema de Ordenes de Trabajo

El flujo del sistema de órdenes de trabajo se refiere a los procedimientos para la realización del trabajo y el orden en que el trabajo se procesa desde su inicio hasta su terminación.

Pasos para el procesamiento de órdenes de trabajo:

1. Cuando el Encargado de Mantenimiento recibe la solicitud de trabajo (que puede iniciarse por teléfono, terminal de computadora o forma escrita en papel), ésta se examina y se planea, y se completa una orden de trabajo que contiene la información requerida para la planeación, ejecución y control. Generalmente se llenan tres o cuatro copias y se envían a través del sistema.
2. La orden de trabajo se anota en un registro que incluye todos los datos pertinentes para cada orden de trabajo.
3. Una copia (generalmente la copia 1) se archiva por número de orden de trabajo en el departamento de control de mantenimiento. Dos copias (las copias 2 y 3) se entregan al encargado correspondiente y una copia (la copia 4) se envía a quien originó el trabajo.
4. El encargado asigna el trabajo al técnico apropiado y le entrega una copia (puede ser la copia 2 o la copia 3). Supongamos que es la copia 3. El trabajador efectúa el trabajo requerido y completa la información necesaria acerca del trabajo que realmente se llevó a cabo (como tiempo real, material real utilizado, etc.) y entrega la copia al encargado.

5. El encargado verifica la información y revisa la calidad del trabajo terminado y anota esta información verificada en la copia 2. Posteriormente, el encargado envía las dos copias al departamento de control de mantenimiento.
6. El Encargado de mantenimiento anota la información en la copia 1 y envía la copia 3 a quien originó el trabajo.
7. El Encargado de mantenimiento envía la copia 2 al departamento de contabilidad, en donde se anota la información sobre costos. Después de esto, la copia se envía al departamento donde se conserva el sistema de información de mantenimiento (puede ser una gran unidad independiente o pertenecer al departamento de planeación y programación, dependiendo de la situación). La información de la orden de trabajo se asienta en un archivo de historia del equipo.
8. La copia 1 se archiva en un archivo de órdenes de trabajo concluidas y se guarda durante algún tiempo (generalmente de 3 a 6 meses) hasta que finalmente se destruye.

Para comprender de mejor manera el flujo del sistema de ordenes de trabajo en la figura. 88 se presenta un diagrama, el cuál identifica paso a paso la secuencia que se debe llevará en Lácteos Doña ENA para controlar, monitorear y verificar el cumplimiento de los trabajos solicitados de mantenimiento:

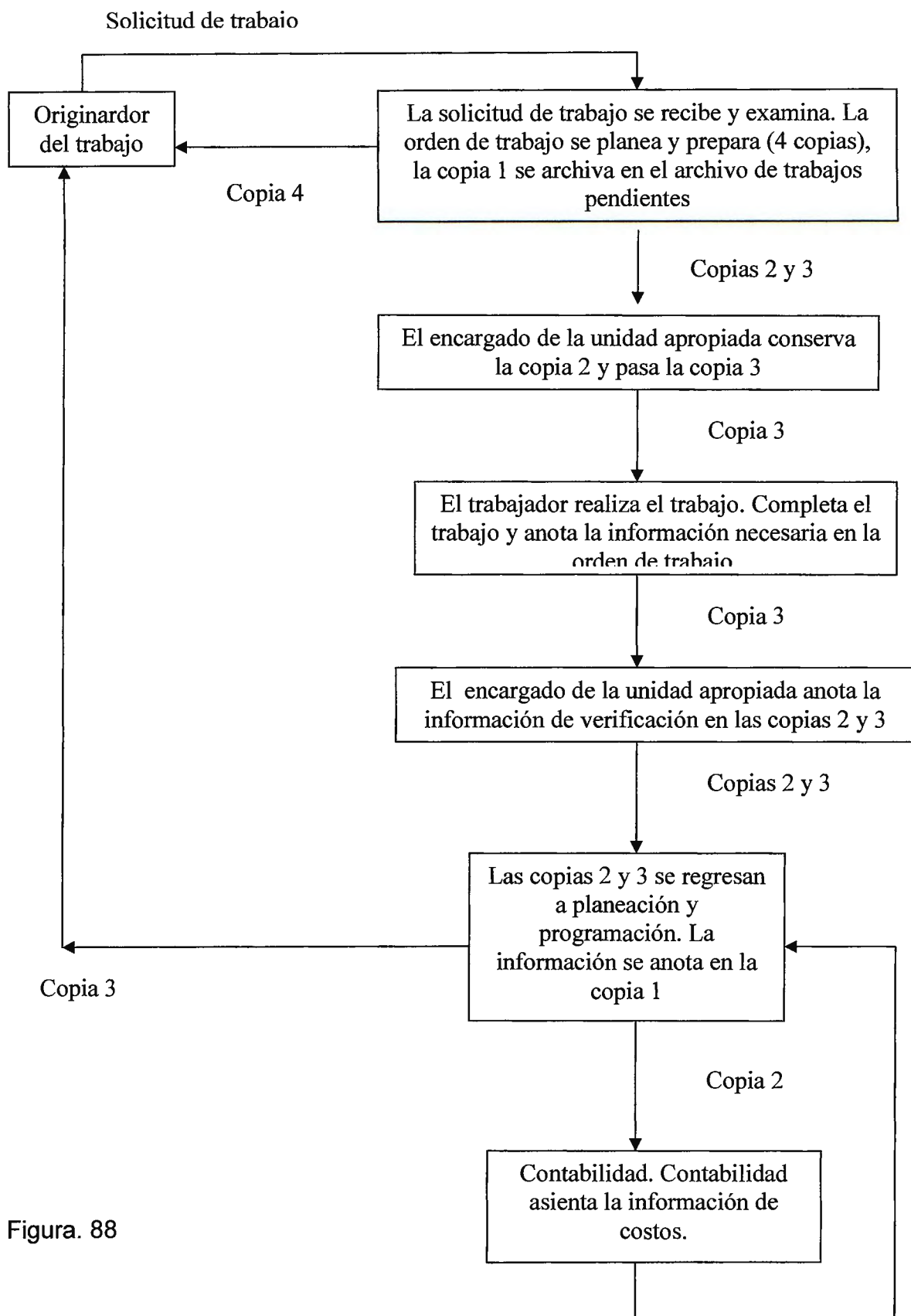


Figura. 88

6.13.3 Procesamiento de Ordenes de Trabajo.

Dicho procedimiento se basa en la realización de las órdenes de trabajo según los acuerdos y los objetivos que deben alcanzarse, tomando en consideración el programa de producción a corto plazo. Consta de las siguientes tres funciones de control:

1. Liberación de órdenes de trabajo.
2. Programación de las órdenes de trabajo.
3. Despacho de las órdenes de trabajo.

La función de liberación de órdenes de trabajo controla la cantidad de órdenes de trabajo en progreso liberando las que son adaptables tomadas del grupo de aceptación. La principal función del área de liberación de órdenes de trabajo es decidir cuánto trabajo deberá liberarse por período, tomando en consideración, al mismo tiempo, la capacidad de mano de obra y materiales después de considerar las órdenes de trabajo urgentes.

La programación de órdenes de trabajo se ocupa de lograr el ajuste de los recursos con la orden de trabajo y el tiempo necesario para su ejecución. Así, el programa muestra los recursos que deben emplearse para la realización del trabajo en un tiempo dado. El programa final proporciona una idea bastante aproximada acerca de cuándo se completará el trabajo. Debido al alto grado de incertidumbre en la predicción del trabajo de mantenimiento, será imposible adherirse al programa preparado y, en muchos casos, el trabajo en progreso podría requerir la reprogramación de órdenes de trabajo adaptables o incluso la replaneación de las órdenes de trabajo fijas.

El despacho de las órdenes de trabajo es una función de control que se ocupa de determinar la secuencia del trabajo y asignarlo a un tipo de capacidad específico. El despacho se refiere a los procedimientos mediante los cuales se llevan a cabo los programas.

En la figura. 89 se puede observar la estructura del procesamiento de las ordenes de trabajo de Lácteos Doña ENA:

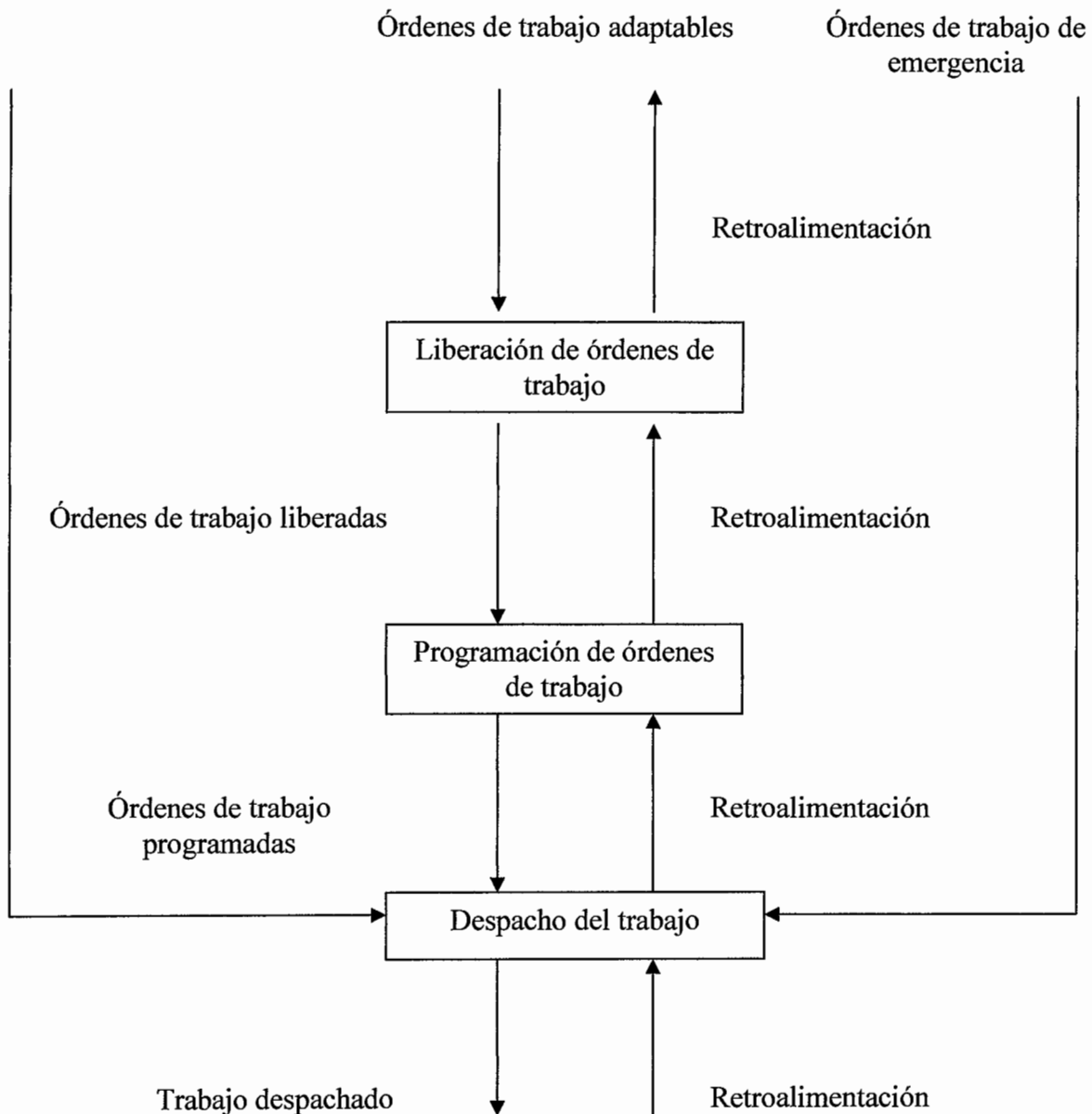


Figura. 89

6.13.4 Tarjeta de Trabajo.

Para la obtención de datos correctos en el trabajo, de costos y condición de la planta, es esencial contar con formatos para la recopilación de datos y el mantenimiento de registros. La forma de reporte o tarjeta de trabajo (figura.90) es el documento donde se registra el trabajo realizado y la condición del equipo. Se entregará una tarjeta de trabajo a cada empleado que participe en cada tarea de mantenimiento. La mayor parte de la información que se requiere en la tarjeta puede obtenerse de la orden de trabajo. Esta tarjeta de trabajo es un respaldo para cada empleado de mantenimiento con el objetivo de que cada uno registre las tareas que ha realizado controlando así su desempeño dentro de la empresa. Para este reporte de trabajo se debe de generar dos copias, la copia 1 al Encargado de Mantenimiento, la cual anexará a la orden de trabajo terminada y la copia 2 la documentará el empleado.

LÁCTEOS DOÑA ENA		
REPORTE DE TRABAJO	Fecha: _____	Nº _____
Empleado: _____	Cargo: _____	Hora Inicio: _____
Unidad: _____	Ubicación: _____	Código: _____
Defecto del equipo:		
Acción correctiva:		
Repuestos utilizados:		
Mediciones:		
Condición general del equipo:		
Observaciones:		
Tiempo consumido:		

Figura. 90

En Lácteos Doña ENA, cada empleado registra su trabajo diario en una tarjeta de tiempo de trabajo diario (figura. 91), en donde se anota el tiempo consumido en cada orden de trabajo.

REPORTE DE TRABAJO DIARIO

Nombre del empleado: _____						Cargo o especialidad: _____			EMPRESA XXX		
Semana que termina: _____											
Aprobación del encargado:		Nombre: _____				Firma: _____			Departamento de Mantenimiento		
Día	Trabajo 1		Trabajo 2		Trabajo 3		Trabajo 4		Trabajo 5		Horas totales
	Número de orden de trabajo	Horas consumidas	Número de orden de trabajo	Horas consumidas	Número de orden de trabajo	Horas consumidas	Número de orden de trabajo	Horas consumidas	Número de orden de trabajo	Horas consumidas	
L											
M											
M											
J											
V											
S											
D											

Figura.91

6.13.5 Registro de la Historia del Equipo.

El archivo de historia del equipo es un documento en el que se registran información acerca de todo el trabajo realizado en un equipo/instalación particular. Contiene información acerca de todas las reparaciones realizadas, el tiempo muerto, el costo de las reparaciones y las especificaciones del mantenimiento planeado. En Lácteos Doña ENA se registrará lo siguiente:

1. Especificaciones y ubicación del equipo.
2. Inspecciones, reparaciones, servicio y ajustes realizados, y las descomposturas y fallas con sus causas y las acciones correctivas emprendidas.
3. Trabajo realizado en el equipo, componentes reparados o reemplazados, condición de desgaste o rotura, erosión, corrosión, etc.
4. Mediciones o lecturas tomadas, tolerancia, resultados de pruebas e inspecciones.
5. Hora de la falla y tiempo consumido en llevar a cabo las reparaciones.

Para lo cual se utilizará un formato (figura. 92) en donde se anotarán todas las ordenes de trabajo realizadas por cada maquinaria, equipo o instalación, esto permitirá que se vaya evaluando la eficiencia del mantenimiento preventivo con respecto al mantenimiento correctivo.

Este formato de registro de historial del equipo además contiene la información requerida para calcular los costos de mantenimiento por cada máquina dentro de Lácteos Doña ENA, esto permitirá evaluar en base al tiempo de vida si es necesario realizar alguna modificación necesaria en los sistemas que componen a las unidades.

6.13.6 Control de costos de mantenimiento

Para monitorear los costos relacionados con el mantenimiento preventivo, surgen los centros de costos cuyo fin es optimizar los recursos con que cuenta el departamento de mantenimiento, llevando un control estadístico de los mismos.

Es importante mencionar que la gestión del centro del costo comienza por el establecimiento del sistema de órdenes de trabajos eficaces, ya que casi toda la información de este tipo está disponible en ellas.

Se entregará mensualmente un resumen de los costos de mantenimiento por las órdenes de trabajo terminadas y pendientes, para tener un control preciso de estos y determinar la eficiencia del departamento de mantenimiento.

Los costos de mantenimiento serán analizados por el Jefe de Mantenimiento, con el fin de reducirlos para aumentar la eficiencia de la gestión de mantenimiento en la empresa son las siguientes:

- El costo de la mano de obra.
- Los costos de las refacciones, los materiales, el equipo y las herramientas.
- El costo de paro de las operaciones debido a la falla.

Para presentar el reporte de costos de mantenimiento mensual es necesario calcular los costos antes mencionados, los cuales se obtendrán de las órdenes de trabajo emitidas, por lo que seguirá el siguiente procedimiento:

- En base a la orden de trabajo, se obtendrá el tiempo real de trabajo.
- El costo de mano de obra interno se calcula con el tiempo invertido en el proceso de mantenimiento multiplicado por el costo de hora hombre trabajada. La mano de obra externa se obtiene de la factura, por las horas hombres que fueron requeridas.

- El costo de las refacciones y materiales se obtiene de cada orden de trabajo, ya que en ella se anota todos los repuestos y accesorios que se han utilizado para realizar la tarea. Solamente se suman los totales.
- El costo de oportunidad directo se obtiene calculando la cantidad de unidades de producto que puede manufacturar la máquina por hora y multiplicarlo por el costo unitario del producto. Este valor permite saber cuánto se deja de producir cuando la máquina para, en medio de la producción, debido a una falla en sus componentes.
- En base al costo de oportunidad de la máquina de producción, este valor se multiplica por el tiempo en el cual la máquina ha esta parada por fallas, por ejemplo: si el costo de oportunidad de una bomba es de \$100/h, y el tiempo de paro por falla es de 25 minutos, entonces el valor ha obtener sera; $(\$100/h \times 25 \text{ min})/60 \text{ min} = \41.67 es el costo por pérdida de producción.
- Cuando se realizan tareas de mantenimiento preventivo, en el cual se han programado las tareas sin interrumpir el programa de producción el costo de oportunidad será de cero, en caso de un mantenimiento correctivo este tipo de costo tendrá un valor considerable, el cual se tratará de reducir.

A continuación se presentan el formato del reporte mensual de costos de mantenimiento (ver figura 93), el cual permite conocer el costo total en un período de tiempo, sabiendo cual es el total del costo de mantenimiento preventivo y correctivo, comparando de esa manera cual de ellos ahorra o reduce costos.

Lacteos Doña ENA		REPORTE MENSUAL DE COSTOS DE MANTENIMIENTO				Departamento de Mantenimiento	
Supervisado por: _____			Fecha de control: desde _____ hasta _____ de 20____				
Nº	Orden de Trabajo Nº	Estado Actual	Tipo de Tarea	Costo de M.O.	Costo de Mat.	Costo de Pérdida de Producción	Total de Costo
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
COSTOS TOTALES DE MANTENIMIENTO				Costo total de M.O. =	Costo total de Mat. =	Costo total de P.P. =	Costo total del mes = \$ _____
Nº de OT de Mantenimiento Correctivo		Total de costo MC = \$ _____	Nº de OT de Mantenimiento Preventivo		Total de costo MP = \$ _____		

Figura. 93

La información que se registra en este informe mensual, permite obtener una serie de parámetros que influyen en el accionar y forma de trabajo del departamento de mantenimiento, ya que si los costos son muy elevados, es necesario, revisar los procedimientos actuales de operación, los tiempos estimados para la ejecución de tareas, los reportes de inspección con el fin de identificar el estado de vida útil del equipo, para determinar si son necesarios cambios en el diseño de los equipos o si es necesario reestructurar ciertas áreas operativas y administrativas del departamento de mantenimiento.

Por tanto será necesario controlar mes a mes los costos de mantenimiento preventivo y correctivo, lo que permitirá evaluar la eficiencia del programa de mantenimiento preventivo. Este control se realizará por medio de la siguiente tabla:

AÑO	RESUMEN DE COSTO DE MANTENIMIENTO (en \$)												
	Tipo	Ene.	Feb.	Mar.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
200	MC												
	MP												
	D												
200	MC												
	MP												
	D												
200	MC												
	MP												
	D												
	*MC = Costo de Mantenimiento Correctivo												
	*MP = Costo de Mantenimiento Preventivo												
	*D = Diferencia												

Figura. 94

6.13.6.1 Control de los Materiales del Mantenimiento.

El costo de refacciones y materiales es crítico en un sistema de mantenimiento preventivo. Si dichos costos se vuelven excesivos, los resultados son elevados costos de capital y altos costos de mantenimiento. Por otra parte, si no se cuenta con las refacciones y materiales necesarios para la reparación y servicio del equipo, el costo del tiempo muerto se incrementará enormemente.

Componentes del Almacén de Mantenimiento.

El almacén de mantenimiento de Lácteos Doña ENA, entre otras categorías de almacenes, almacena refacciones, existencias para un mantenimiento normal y herramientas. Estas se examinan en las siguientes secciones.

- Refacciones:

Las refacciones se almacenan a fin de minimizar el tiempo muerto del equipo.

Las refacciones pueden subdividirse en 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.

Las refacciones se almacenan sólo cuando los riesgos de no contar con ellas sobrepasan el costo total de tenerlas en existencia durante un período predicho. Para llevar un control de las existencias de las refacciones el encargado de Mantenimiento llevará formato como en la figura. 95 por cada maquina, equipo e instalación:

6.14 Revisión de Resultados.

En toda empresa manufacturera se presentan fallas en la maquinaria y equipo, debido al uso de estas en la transformación de las diferentes materias primas en productos terminados, estas fallas representan costos de oportunidades "El costo de oportunidad se obtiene calculando la cantidad de unidades de producto que puede manufacturar la máquina por hora y multiplicarlo por el costo unitario del producto". Este valor permite saber cuánto se deja de producir cuando la máquina para, en medio de la producción, debido a una falla en sus componentes. En muchas ocasiones este costo se asume como fijo y es cuando los costos operativos aumentan.

Es importante medir los resultados que se obtienen mediante la aplicación de un programa de mantenimiento preventivo, para determinar las mejoras que se presenten a través del tiempo y de esta manera justificar la aplicación de dicho programa.

Para llevar a cabo una revisión de resultados es necesario seguir los siguientes pasos:

1. Para realizar una revisión de resultados efectiva y nos presente información correcta, debe de definirse un periodo adecuado en el cual se ha aplicado el programa de mantenimiento preventivo propuesto, para que el análisis del programa se base en datos correctos y así se emitan juicios de valor con respecto a las mejoras obtenidas mediante la aplicación del programa de mantenimiento preventivo propuesto.

2. Se debe obtener información de la situación de la empresa con respecto al mantenimiento, mediante los formatos con los que cuente la empresa y que brinde la siguiente información:

- Manuales de mantenimiento y reparación de la máquina.
 - Historial de reparación de la maquinaria, incluyendo costos de reparación, repuestos utilizados, etc, si los hubiese.
 - Información basada en entrevistas con los operadores de la maquinaria y con los miembros del departamento de mantenimiento que han realizado las reparaciones del equipo donde se recopilen experiencias previas de fallas, problemas repetitivos, técnicas adquiridas de reparación, etc.
 - Información sobre las condiciones de operación (temperatura, medio ambiente, tipo de trabajo, etc.)
 - Operación de la máquina (tiempos de producción y descanso)
 - Estándares de tiempo de trabajos de mantenimiento. Estos, por lo general, son el resultado de datos tomados con anterioridad en la planta.
3. Se debe conocer el grado de cumplimiento en el plan maestro de producción y los estándares de calidad de los productos, para esto se debe contar con procedimiento y controles adecuados.

6.15 Análisis de Resultados.

En un periodo estimado de tiempo, en el cual haya sido implementado el programa de mantenimiento preventivo, se debe realizar la recopilación de información de los resultados obtenidos, con el fin de desarrollar el siguiente proceso:

1. Se deben priorizar los problemas más frecuentes que afectan la eficiencia de la producción, en nuestro caso la maquinaria crítica que interviene en el proceso productivo de la empresa.
2. Se selecciona una máquina ó equipo que resulte ser la más problemática de la planta con el fin de obtener resultados significativos. Cualquier reducción de las paradas innecesarias en la producción debidas, a esta máquina después de iniciar el programa de mantenimiento preventivo, puede ser el indicio del éxito del programa.

3. Se verifican los ahorros que se han generado a partir de la aplicación del programa de mantenimiento preventivo, este ahorro se determinara de la información que brindas los formatos de mantenimiento propuestos, con respecto a la situación inicial de la empresa.

Para determinar los ahorros se debe de analizar los siguientes puntos:

- Unidad o maquinaria específica debidamente identificada (número de inventario)
 - Una lista detallada de partes, repuestos y materiales de trabajo utilizados durante la actividad de mantenimiento preventivo.
 - Tiempo total utilizado para el desarrollo de la tarea de mantenimiento preventivo y tiempo total de paro de producción de la máquina.
 - Personal involucrado en la tarea de mantenimiento y el tiempo total utilizado por cada uno.
 - El tiempo en que la máquina estuvo parada.
 - Un desglose detallado del costo total de todo el trabajo realizado.
4. Se establecen los incrementos de producción o mejora de calidad; a veces, una mejora en la calidad del producto manufacturado o un incremento en la producción, son de mayor valor que una pequeña pérdida en los costos de operación. Es importante que se determinen el cumplimiento de las proyecciones de ahorro y aumento de la producción esperada al implementar el programa de mantenimiento preventivo.
 5. Se emiten reportes, para la maquinaria, deben incluir, además de la información del costo de las tareas realizadas, el costo de oportunidad por el tiempo en que la máquina paró su producción para realizar estas tareas. Este dato es importante para el análisis y evaluación del programa total.

Los resultados positivos que se pueden esperar pueden ser del orden operativo donde se han reducido los paros de producción debido a fallas del equipo, así como del orden cualitativo donde se haya mejorado la calidad del producto o aumentado la capacidad de producción.

Se debe recordar y comprender que el costo total de mantenimiento puede llegar a ser más elevado durante la primera etapa de la aplicación del programa de mantenimiento preventivo, de lo que se presupuestaba antes de iniciar el proyecto. Sin embargo, se podrían experimentar incrementos en tiempos disponibles de producción debido a que el mantenimiento preventivo reduce las fallas y paros innecesarios de la maquinaria. Normalmente, una reducción de los costos globales de mantenimiento se comienza a experimentar después de un tiempo en el cual el programa posee cierto desarrollo.

6.16 Metodología para la Evaluación del Programa de Mantenimiento Preventivo

Un programa de mantenimiento preventivo, que se este desarrollando con una buen balance de planeación, calendarización y medición del trabajo, puede llegar a proveer una extensa fuente de información, índices y medidas que ayudarán a la toma de decisiones por parte de la gerencia de la empresa, la jefatura de mantenimiento, la supervisión del mantenimiento preventivo, etc. Es importante que todos los reportes que se llevaran en el programa de mantenimiento preventivo, incluyan, al menos, los siguientes indicadores:

1. Efectividad del mantenimiento preventivo: Se necesita saber si la mano de obra de mantenimiento preventivo está siendo utilizada en toda su capacidad y si es utilizada efectivamente.
2. Nivel de mantenimiento: Permite evaluar si la programación de mantenimiento es adecuado para los requerimientos de la planta. Nos indicará deficiencias o sobre cobertura de actividades de mantenimiento preventivo.
3. Costo del mantenimiento preventivo: Es importante conocer cuál es el costo actual y total del servicio de mantenimiento preventivo y si la planta está obteniendo beneficios o no, de este mantenimiento.

A continuación se detallan los índices ²⁴ que se deben medir en los reportes de mantenimiento preventivo para los indicadores anteriores.

1. **EFFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO:** Mide qué tan eficazmente está administrado el programa de mantenimiento.
 - Productividad: $(HET/ HRT) * 100$
HET = Horas estándar para realizar tareas; HRT = Horas reales para realizar tareas

²⁴ Enciclopedia de la mecánica, ingeniería, técnica, Mayer Kutz, grupo editorial océano, España, 1990

Utiliza el tiempo estándar estimado para desarrollar una tarea de mantenimiento que se desarrolló durante la etapa de planificación. Nos da una idea de cómo se está utilizando la mano de obra. El objetivo de la supervisión y el equipo de mantenimiento preventivo es medirse contra el estándar y lograr alcanzar el 100%. El valor más bajo de productividad que puede tolerarse es de 80%, menos de este valor se requiere de una evaluación de la administración y control de las operaciones de mantenimiento.

2. NIVEL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO: Es una de las mediciones más difíciles de evaluar por lo que es importante lograr un entendimiento de cómo se va a evaluar.

- Porcentaje de paradas de equipo: $(HPE / HHTM) * 100$

HPE = Horas de paros en el equipo, HHTM = Horas Hombres Totales de Mantenimiento.

Mide la atención que se presta a los componentes críticos de las máquinas y equipos de la empresa. También indica si el nivel de mantenimiento preventivo es muy alto o muy bajo. Es muy importante para dar seguimiento a los resultados del programa de mantenimiento preventivo. Una medida que el programa de mantenimiento preventivo está dando buenos resultados es si este índice tiende a disminuir continuamente. El valor más alto que puede tolerarse es del 10%, ya que si se sobrepasa este porcentaje se estaría teniendo pérdidas considerables en la producción.

3. COSTO DE MANTENIMIENTO: Los índices de costo de mantenimiento son útiles para determinar qué tan bien está siendo administrado el programa de mantenimiento preventivo. Por esta razón, el esfuerzo de todo programa de mantenimiento preventivo debe ser el de mantener los costos bajos mientras se busca mejorar el servicio de mantenimiento.

- Costo de Reparación: $(CTM / REP) * 100$

CTM = Costo total de mantenimiento, REP = Número total de reparaciones

El dato que presenta este índice permite calcular el costo promedio de reparaciones globales de la empresa. Es importante que también se calcule este índice para cada máquina individual. De esta forma, se puede identificar qué equipos tienen un costo de mantenimiento mayor y es allí donde se deben realizar los mayores esfuerzos de control.

La gerencia de la empresa debe recibir un informe mensual que incluya un resumen de todos los índices e información con una comparación del mes anterior y un acumulado total del año para facilitar el análisis del progreso del programa de mantenimiento preventivo. En base al reporte de evaluación del programa de mantenimiento preventivo (ver figura 101) se determinará que tanto ha sido rentable y productiva la aplicación del programa de mantenimiento preventivo, de esa manera se tomarán decisiones importantes para el seguimiento del programa o ajuste necesarios para incrementar su efectividad.

LACTEOS DOÑA ENA		EVALUACION DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
Reporte N°		Elaborado por:		Año:	
N°	VARIABLES NECESARIAS PARA EL CALCULO DE LOS INDICES	MES 1	MES 2		
1	HET = Horas estándar para realizar tareas				
2	HRT = Horas reales para realizar tareas				
3	HPE = Horas de paros en el equipo				
4	HHTM = Horas-hombre totales para el departamento de mantenimiento				
5	CTM = Costo total de mantenimiento				
6	REP = Número total de reparaciones				
CALCULO DE INDICES DE EVALUACION		MES 1	MES 2	DIFERENCIA	
Item	EFFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO				
1	Productividad				
Item	NIVEL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
2	Porcentaje de Paradas de Equipo				
Item	COSTO DE MANTENIMIENTO				
3	Costo de Reparación				
Observaciones en base a los resultados de los índices de evaluación:					

Figura 101

CONCLUSIONES

1. Un programa de mantenimiento preventivo es una herramienta de trabajo que permite conocer sistemáticamente el estado de la maquinaria y equipo para tomar acciones correctivas durante el tiempo de menor impacto en la producción, antes que se produzcan fallas.
2. Un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria y equipo de una pequeña y mediana empresa, reduce los costos de operación de la misma, en el mediano y largo plazo, mediante el establecimiento de ciclos de revisión que implican inspecciones periódicas que nos permiten evitar paros imprevistos en la producción lo cual impactaría considerablemente en dichos costos.
3. El establecimiento de un programa de mantenimiento preventivo en la pequeña y mediana empresa requiere de una inversión inicial que aumentará los costos de mantenimiento en mano de obra, materiales y repuestos. Sin embargo este aumento de costos es temporal y es causado por los trabajos de reparación que se deben efectuar, pero a medida el programa se ha establecido estos costos disminuirán considerablemente.
4. La disminución de costos de operación que un programa de mantenimiento preventivo genera, se basa en la reducción de tiempos de paro no programados de producción debido a fallas de emergencia en la maquinaria y equipo.
5. Los principales problemas con respecto a la producción y mantenimiento para las PYMES y que generan altos costos de mantenimiento y por consiguiente de operación son:
 - Equipo usado y viejo.
 - Falta de conocimiento.
 - Dificultad para obtener repuestos.

- Falta de trabajadores capacitados.
 - Falta de asesoría técnica.
6. Los formatos de mantenimiento son una parte esencial en la administración del mantenimiento preventivo, ya que nos permite controlar y llevar registros del programa que se está implementando.
 7. Las razones por las cuales los pequeños y medianos empresarios deben decidirse por implementar un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria y el equipo, son: obtener ahorros sustanciales en los costos de reparación de la maquinaria y equipo, obtener ahorros sustanciales en el costo de producción al eliminar tiempos de paro debido a fallas u obtener ahorros sustanciales por mejoras en la calidad de los productos debido a mejor un control de las tolerancias de manufactura del equipo.
 8. El establecimiento de un programa de mantenimiento preventivo en una pequeña y mediana empresa, es necesario la colaboración de todos los departamentos de la operación y no sólo del departamento de mantenimiento, ya que, toda la planta se ve afectada directa o indirectamente del éxito o fracaso del proyecto.
 9. La implementación de un programa de mantenimiento preventivo, en una pequeña y mediana empresa, cuenta con varias etapas que deben cumplirse paso a paso para garantizar un desarrollo efectivo del mismo. El fracaso de la mayoría de intentos de implementar programas de mantenimiento preventivo se debe a no mantener un orden en el proceso de desarrollo y de pasar de una etapa a otra sin evaluar correctamente los objetivos de cada una de ellas.

10. Si bien es cierto que el mantenimiento preventivo es una herramienta eficaz, es necesario reconocer que están surgiendo nuevos sistemas de mantenimiento de avanzada en donde el mantenimiento preventivo no es un todo sino mas bien solo una parte necesaria para que estos se lleven a cabo.
11. Un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria de pequeña y mediana empresa, involucra el manejo de grandes cantidades de información para su operación y análisis. La mejor manera de obtener el mayor provecho de esta información es, a través del uso de controles especializados en mantenimiento preventivo.
12. El análisis sistemático de la información de mantenimiento preventivo permite una mejor manera de tomar decisiones adecuadas basadas en datos reales de la operación de mantenimiento del equipo de la planta.
13. Un programa de mantenimiento preventivo, en una pequeña y mediana empresa, utiliza un sistema de procedimientos para su operación que requiere de una capacitación continua del personal involucrado en el proyecto.
14. Un proyecto de mantenimiento preventivo está destinado al fracaso si no se invierten recursos para su desarrollo.
15. La planificación de actividades de mantenimiento preventivo de cada máquina de una pequeña y mediana empresa, sin importar su tamaño o nivel de sofisticación, requiere de un estudio profundo de sus componentes y de sus requerimientos de mantenimiento y de mano de obra.

RECOMENDACIONES

1. A los ingenieros de mantenimiento, que están interesados en proponer un programa de mantenimiento preventivo a pequeños y medianos empresarios, se recomienda que toda presentación del proyecto se realice enfocada a la reducción de costos. Ya que los pequeños y medianos empresarios son más receptivos a los proyectos en donde se obtienen beneficios económicos y no en aquellos donde sólo se plantean inversiones costosas. Sin el apoyo total de estos, ningún proyecto de mantenimiento preventivo puede funcionar.
2. A los pequeños y medianos empresarios se recomienda considerar un lapso mayor a un año para la obtención de resultados económicos de un proyecto de mantenimiento preventivo. Por lo general, estos proyectos toman tiempo implementarlos, pero si se realizan bien, desde el principio, darán frutos en el mediano y largo plazo con beneficios directos en la reducción de costos globales de operación de la planta.
3. A los encargados del desarrollo del programa de mantenimiento preventivo, se les recomienda mantener informados constantemente a los demás departamentos de la planta de los avances del proyecto, ya que la colaboración de estas personas es vital para garantizar el éxito. Basta con que se retire la colaboración de un departamento de la planta al proyecto, para que puedan surgir problemas que interfieran con el desarrollo del mismo.
4. A los encargados del desarrollo del programa, se les recomienda mantener un sistema de información con sus subalternos del desarrollo del programa. Siempre existirá una oposición al cambio y un proyecto, de esta naturaleza, involucra un cambio radical de la forma en que se hacen las cosas en la planta. Es necesario que el personal, especialmente los que estarán a

cargo de realizar las tareas de mantenimiento preventivo a la maquinaria, vean este proyecto como una oportunidad de mejorar las cosas, que facilitará su trabajo y les permitirá ser escuchados en sus recomendaciones, para que se obtenga un apoyo total al proyecto.

5. A los encargados de planificar y calendarizar las actividades de mantenimiento preventivo de la maquinaria de la planta, se les insta a tomar en cuenta todas las recomendaciones del fabricante del equipo, ya que son ellos los que han probado todos los requerimientos que necesitan las máquinas que fabrican bajo condiciones normales. Sin embargo, también se recomienda utilizar el sentido común y la experiencia previa que se ha tenido con el equipo para que no se deje de tomar en cuenta ninguna información importante de mantenimiento.
6. A los encargados de planificar y calendarizar las actividades de mantenimiento preventivo de la planta, se les recomienda trabajar en estrecha colaboración con el departamento de producción para lograr que, los equipos que se requieran de parar se les pueda realizar su servicio de mantenimiento, y no interfieran con los requerimientos de producción.
7. Al personal encargado de manejar la información generada por el programa de mantenimiento preventivo a través de controles especializados, se recomienda mantener los datos actualizados y lo más completo posible. El manejo de la información es vital para el éxito del proyecto y si no se mantiene al día, la toma de decisiones se basarán en datos que no corresponden a la realidad ni al estado actual del equipo de la planta.

8. A los encargados de realizar las tareas de mantenimiento preventivo a la maquinaria, se les recomienda seguir detalladamente las instrucciones de mantenimiento que aparecen en las órdenes de trabajo. De igual forma, se les recomienda proponer o sugerir cambios a sus superiores cuando crean que hay oportunidad de mejoras en el mantenimiento del equipo. Se debe recordar que son ellos los que se encuentran en contacto diario con el equipo y por tanto, lo conocen mejor que nadie.

9. A los encargados de manejar los inventarios de repuestos y materiales de trabajo de mantenimiento preventivo, se les recomienda trabajar muy de cerca con el personal de planificación para tener los requerimientos necesarios en la planta en el momento preciso que se necesiten de acuerdo a la planificación del mantenimiento del equipo.

GLOSARIO TECNICO

Backlog	Período de tiempo necesario para que un grupo de mantenimiento ejecute todas las actividades pendientes, suponiendo que durante ese tiempo ningún servicio nuevo va a ser solicitado a ese grupo.
Componente	Ingenio esencial al funcionamiento de una actividad mecánica, eléctrica o de otra naturaleza física que, conjugado a otro(s), crea(n) el potencial de realizar un trabajo.
Defecto	Eventos en los equipos que no impiden su funcionamiento, todavía pueden a corto o largo plazo, provocar su indisponibilidad.
Equipo	Conjunto de componentes interconectados, con los que se realiza materialmente una actividad de una instalación.
Equipo clase A	Equipo cuya parada interrumpe el proceso productivo llevando a la pérdida de producción y a el cese de la obtención de utilidades.
Equipo clase B	Equipo que participa del proceso productivo, pero su parada, por algún tiempo no interrumpe la producción.
Equipo clase C	Equipo que no participa en el proceso productivo
Falla	Finalización de la habilidad de un ítem para desempeñar una función requerida.
Reparación mayor	Servicio de mantenimiento de los equipos de gran porte, que interrumpen la producción.
Parada general	Lo mismo que Reparación General.
Inspección	Servicios de Mantenimiento Preventivo, caracterizado por la alta frecuencia (baja periodicidad) y corta duración, normalmente efectuada utilizando instrumentos simples de medición (termómetros, tacómetros, voltímetros etc.) o los sentidos humanos y sin provocar indisponibilidad.
Ítem	Término general para indicar un equipo, obra o instalación.
Lubricación	Servicios de Mantenimiento Preventivo, donde se realizan adiciones, cambios, complementaciones, exámenes y análisis de los lubricantes.
Mantenimiento	Acciones necesarias para que un ítem sea conservado o restaurado de manera que pueda permanecer de acuerdo con una condición especificada.
Mantenimiento correctivo	Servicios de reparación en ítems con falla.
Mantenibilidad	Facilidad de un ítem en ser mantenido o recolocado en condiciones de ejecutar sus funciones requeridas.
Mantenimiento Predictivo	Servicios de seguimiento del desgaste de una o más piezas o componente de equipos prioritarios a través de análisis de síntomas, o estimación hecha por evaluación estadística,

	tratando de extrapolar el comportamiento de esas piezas o componentes y determinar el punto exacto de cambio.
Mantenimiento preventivo	Servicios de inspección, control, conservación y restauración de un ítem con la finalidad de prevenir, detectar o corregir defectos, tratando de evitar fallas.
Mantenimiento preventivo sistemático	Servicios de Mantenimiento Preventivo, donde cada equipo para después de un período de funcionamiento, para que sean hechas mediciones, ajustes y si es necesario, cambio de piezas en función de un programa preestablecido a partir de la experiencia operativa, recomendaciones de los fabricantes.
Mantenimiento preventivo periódico	Lo mismo que Mantenimiento Preventivo Sistemático.
Mantenimiento preventivo por estado	Mantenimiento efectuado a partir de la condición de funcionamiento del equipamiento.
Mantenimiento preventivo por tiempo	Mantenimiento efectuado a partir de un programa preestablecido.
Mantenimiento previsorio	Lo mismo que mantenimiento Predictivo.
Mantenimiento de rutina	Lo mismo que inspección.
Mantenimiento selectivo	Servicios de cambio de una o más piezas o componentes de equipos prioritarios, de acuerdo con recomendaciones de fabricantes o entidades de investigación.
Nuevas instalaciones	Instalaciones de nuevos equipos para ampliación de la producción; modificación en equipos para mejorar su desempeño o facilitar el mantenimiento, sustitución de equipos antiguos por otros mas modernos las pruebas de aceptación de nuevos equipos.
Pieza	Cada una de las partes de un conjunto o de un todo (en este caso equipo).
Prioridad de emergencia	Mantenimiento que debe ser hecho inmediatamente después de detectada su necesidad.
Prioridad de urgencia	Mantenimiento que debe ser realizado a la brevedad posible, de preferencia sin pasar las 24 horas, después de detectar su necesidad.
Prioridad normal	Mantenimiento que puede ser postergado por algunos días.
Revisión de garantía	Examen de los componentes de los equipos antes del término de sus garantías, tratando de verificar sus condiciones en relación a las exigencias contractuales.
Revisión general	Lo mismo que Reparación general.
Servicios de Apoyo	Servicios hechos por el personal de mantenimiento tratando de mejorarlas condiciones de seguridad, mejorar las condiciones de trabajo, atender a otros sectores no ligados a la producción.
Sistema operacional	Conjunto de equipos necesarios para realizar una función de

	una instalación.
Tribología	Estudio de la fricción asociada a la lubricación.
Unidad de producción	Planta, Fábrica, Usina o cualquier unidad fabril de una empresa

FUENTES DE INFORMACION

- Enrique Villanueva, "La administración en el mantenimiento" Segunda edición CECSA 1989.
- Salih O. Tuffuaa, A. Raouf, John Dixon Campell, "Sistema de Mantenimiento Planeacion y Control". Limusa.1992.
- Andrés Avelar, Félix Castillo, Miguel Chain, "Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo Eléctrico en la Industria". San Salvador 1982.
- Víctor Montoya, "Diseño de un sistema de Planificación y Control del Mantenimiento Preventivo de Maquinaria y Equipo" San Salvador 1983.
- Julia Evelin Martínez, Elcira Beltrán de Vietez, "Desafíos y Oportunidades de la PYME salvadoreña construyendo una Agenda de desarrollo" FUNDES internacional, 2002.
- IberPYME, Pequeña y Mediana Empresa en Iberoamerica.htm.
- Indicadores del entorno de la pequeña y mediana empresa en los países FUNDES, FUNDAPYME Boletín ano 2002.
- Encuesta Económica Anual 1999. Ministerio de Economía de El Salvador.
- <http://www.mantenimientomundial.com/>
- <http://www.conamype.org.sv>
- <http://www.elsalvadortrade.com/instituciones/html/ampe.html>
- <http://www.asi.com.sv/>
- <http://www.elsalvador.com/noticias/2001/10/25NEGOCION/negocios8.htm>
- <http://www.camarasal.com/pymes.php>

ANEXOS

ANEXO 1
FORMATO DE ENCUESTA



Saludo

Somos estudiantes egresados de ingeniería industrial de la Universidad Don Bosco y estamos realizando una investigación para poder determinar la situación actual del mantenimiento industrial en el sector de la pequeña y mediana empresa para ello hemos realizado un formato de encuesta, en la cual solicitamos su colaboración para poder desarrollarla.

Nombre de la empresa _____

Contacto _____

Ubicación _____

Rubro al que se dedica _____

Productos principales _____

Jornada labora diaria 8 horas 16 horas 24 horas

Como se realiza el mantenimiento actualmente en el sector de las MYPES

1. Aplica un programa de mantenimiento establecido en su empresa

Si No

(Si la respuesta es si pasar a pregunta 5)

2. Por que razón no aplica un programa de mantenimiento en su empresa?

Económicas Falta de asesoría técnica

Cantidad de equipos

3. Que tipo de acciones de mantenimiento realiza en sus equipos?

Lubricación Limpieza General Inspecciones Otros

4. Cada cuanto tiempo las realiza?

Diarias Semanal Mensual Otro periodo

(Pasar a pregunta 6)

5. ¿Qué tipo de mantenimiento realiza en su empresa?

Correctivo Preventivo Otros

6. Cual es la frecuencia de paros en producción por fallas en maquinaria y equipos?

Menos de 1 Semana Semanal Quincenal Mensual

7. Que prefiere para sus equipos?

Prevenir Corregir Sustituir el equipo

Explique _____

8. Conoce el costo de mantenimiento en su empresa?

Si No

9. Posee su empresa una contabilidad organizada?

Si No

10. Cuantas personas trabajan en el mantenimiento en su empresa?

1 2 3 4 5 mas de 5

11. Cual es el nivel de estudio de las personas que trabajan en mantenimiento en su empresa?

Tercer ciclo Bachillerato Técnico Universitario

CONTESTAR SOLO SI APLICA MANTENIMIENTO PREVENTIVO

12. Cuenta con procedimientos preestablecidos para aplicar dicho mantenimiento?

Si No

13. Cuenta con controles para la aplicación del mantenimiento en su empresa?

Si No

(Si la respuesta es no pasar a la pregunta 16)

14. Que controles aplica?

Orden de trabajo Reporte de trabajo

Historial de maquinaria y equipo Registro de mantenimiento por

maquina Inventario de maquinaria y equipo Otros

15. En que periodos realiza el mantenimiento?

Menos de 1 semana Semanal Quincenal Otro periodo

Cual es el estado de la maquinaria y equipo

16. En que estado adquirió su maquinaria y equipo

Nueva Usada

17. En que condiciones se encontraba?

En producción Reconstruida Desuso Obsoleta

18. De que forma la adquirió?

Crédito Al Contado

19. Posee manuales de fabricante de su maquinaria y equipo?

Si No

20. A realizado algún tipo de ajuste general a su maquinaria y equipo?

Si No

21 Se realizaron cambios de partes criticas?

Si No

22. A cuánto ascendió el costo del ajuste realizado y el cambio de estas partes?

Menor a \$500 Entre \$500 y \$1000 Entre \$1000 y \$1500

Mas de \$1500

23. Cuanto tiempo de servicio tiene su maquinaria y equipo?

Menos de de 2 anos Entre 2 y 5 anos Entre 5 y 10 anos

Mas de 10 anos

Con que condiciones se cuenta

24. El local en el cual se encuentra ubicada su empresa es?

Propio Alquilado

25. Las instalaciones de su empresa demandan mantenimiento?

Si No

26. Como adquiere los repuestos para su maquinaria y equipo?

Proveedor único Cotizaciones Importaciones

27. Los repuestos para realizar el mantenimiento los maneja de la siguiente forma?

Stock en bodega Compra inmediata

28. Cuenta con algún tipo de asesoría técnica?

Si No

29. El equipo de su empresa lo cataloga como?

Equipo crítico Equipo auxiliar otro _____

30. El equipo crítico de su empresa se puede clasificar en?

Mecánico Eléctrico Electrónico Hidráulico
Neumático otro _____

31. El equipo auxiliar de su empresa se puede catalogar en?

Caldera Compresor Chillar Planta eléctrica
otro _____

32. El mantenimiento en su empresa lo administra

Usted mismo Jefe de mantenimiento Contratista

ANEXO 2

EVALUACION DEL DISEÑO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROPUESTO.

La evaluación del diseño del programa de mantenimiento preventivo consiste en una crítica técnica hacia el conjunto de partes que componen el diseño, con el objetivo de determinar el grado de funcionalidad y aplicabilidad del mismo.

Para realizar la evaluación del diseño se analizaron los siguientes factores:

1. Fundamento teórico.
2. Grado de practicidad.
3. Digerible para la PYMES.
4. Simplicidad del diseño.
5. Capacidad de resolver problemas.
6. Secuencia lógica.
7. Factibilidad económica.
8. Herramienta administrativa.

Además para realizar la evaluación del diseño se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- Contenido del diseño
- Grado de aplicación.
- Versatilidad del diseño.

Al analizar los ocho factores anteriormente mencionados y utilizando estos criterios se puede definir el nivel, grado o status que el diseño tiene con respecto a cada factor de evaluación.

La evaluación del diseño fue realizada por el grupo de graduación bajo el esquema de obtener resultados o puntos de mejora, para que las PYMES estén concientes que el diseño del programa puede evolucionar y adaptarse a las

necesidades reales de cada empresa. Siendo una característica del diseño el ser flexible, es decir, que pueda aplicarse a cualquier tipo de rubro.

A continuación se presenta el análisis de los factores a evaluar del diseño del programa de mantenimiento preventivo:

1. El fundamento teórico en el cual se basa el diseño del programa de mantenimiento preventivo es:		
No aplicable	Medianamente aplicable	Aplicable
<p>Análisis: el fundamento teórico del diseño del programa tiene una calificación de aplicable, ya que esta base genera directrices y lineamientos que establecen las partes que componen el diseño.</p> <p>Las teorías que sustentan el programa de mantenimiento preventivo tienen la característica de ser simples y estándares, lo que permite integrar todas las partes con la práctica.</p>		

2. El grado de practicidad del diseño del programa de mantenimiento es:		
Bajo	Medio	Alto
<p>Análisis: el grado de practicidad, se refiere a la relación que existe entre la teoría y práctica, por tanto el diseño del programa de mantenimiento preventivo tiene un alto grado de practicidad, debido a que permite enlazar los conceptos teóricos con las necesidades y recursos técnicos que poseen las pequeñas y medianas empresas.</p>		

3. Que tan digerible puede ser para las PYMES el diseño del programa de mantenimiento:		
No digerible	Medianamente digerible	Altamente digerible
<p>Análisis: El diseño puede ser altamente digerible para las PYMES, debido a que el contenido no está fuera de la realidad y necesidades actuales de este sector, además forma parte de las estrategias técnicas que buscan las PYMES para fortalecer e incrementar sus ventajas competitivas.</p>		

El término digerible hace referencia a que tan asimilable puede ser el diseño para las PYMES tomando en cuenta las características propias de este sector.

4. El nivel de simplicidad del diseño del programa de mantenimiento es:

Bajo	Medio	Alto
<p>Análisis: El nivel de simplicidad del diseño del programa de mantenimiento es alto, debido a que el diseño contiene elementos que su aplicación no requiere que el personal que gestione y desempeñe las actividades de mantenimiento tengan un alto grado académico, sino que a través del alto nivel de simplicidad del diseño una persona que empíricamente conozca el funcionamiento de las máquinas y equipos esta en la capacidad de utilizar el programa de mantenimiento óptimamente.</p>		

5. La capacidad de resolver problemas en el diseño del programa de mantenimiento tiene un nivel:

Bajo	Medio	Alto
<p>Análisis: La capacidad de resolver problemas es alto, por lo que el diseño permite a través de la aplicación de las partes que lo componen proporcionar soluciones integrales, las cuales vayan acordes a las necesidades de la empresa, así como también a la optimización de los recursos humanos, materiales y económicos.</p> <p>El tener un alto grado de capacidad de resolver problemas permite mantener una estabilidad interna lo cual lleva a la mejora continua del diseño a aplicar.</p>		

6. La secuencia lógica de las partes que componen el diseño del programa de mantenimiento preventivo es:

Desordenada	Semiordenada	Ordenada
<p>Análisis: La secuencia lógica de las partes que componen el diseño es completamente ordenada, debido a que el punto de partida son las directrices que establecen los lineamientos del diseño, luego siguen las entradas o sujetos que el diseño toma para desarrollar las actividades propuestas, continua con los procesos, es decir, las actividades a desarrollar (puesta a cero, rutinas de</p>		

mantenimiento, inspecciones), para finalizar con la salidas que son los controles los cuales permiten retroalimentar y mejorar la aplicación del diseño en base a los resultados obtenidos.

7. La factibilidad económica del diseño del programa de mantenimiento preventivo tiene un nivel:

Baja	Media	Alta
<p>Análisis: Con respecto a la factibilidad económica del diseño el nivel de esta es alta, debido que el nivel de inversión económica no es considerable, es decir, el que pueda hacerse la aplicación del diseño no depende exclusivamente de los recursos económicos, porque la mayor inversión es en la etapa inicial (en la puesta a cero); el diseño no contiene elementos que estén fuera del alcance de las PYMES como automatización, manufacturas integradas, sino que se puntualiza en el uso de recursos técnicos y administrativos de bajo costo.</p>		

8. El diseño de programa de mantenimiento preventivo es una herramienta técnica - administrativa:

Incompleta	Semicompleta	Completa
<p>Análisis: El diseño es una herramienta técnica – administrativa completa, debido a que contiene todas los elementos que permiten integrar la parte técnica del mantenimiento (rutinas, inspecciones, reparaciones) con el área administrativa del mantenimiento (planeación, programación, control de actividades, control de costos), esto permite que las PYMES pueda tener la posibilidad de optar a la aplicación de una herramienta adaptada a las posibilidades y necesidades del sector.</p>		

Finalmente se puede determinar si realmente el diseño del programa de mantenimiento preventivo propuesto cumple con el objetivo de ser funcional y aplicable al observar el siguiente cuadro que establece los resultados de la evaluación del diseño:

RESUMEN DE RESULTADOS DE LA EVALUACION DEL DISEÑO		
Nº	Factor evaluado	Resultado obtenido
1	Fundamento teórico	Aplicable
2	Grado de practicidad	Alto
3	Digerible para las PYMES	Altamente digerible
4	Simplicidad del diseño	Alto
5	Capacidad de resolver problemas	Alto
6	Secuencia lógica	Ordenada
7	Factibilidad económica	Alta
8	Herramienta administrativa	Completa

En base a los resultados globales de la evaluación del diseño del programa de mantenimiento preventivo se puede establecer que la propuesta dirigida al sector de las pequeñas y medianas empresas es aplicable y funcionable por cumplir con todos los requisitos que pueden acoplarse a las necesidades, recursos, infraestructura y capacidad de inversión que son necesario para el óptimo desarrollo del diseño.

Por tanto los criterios utilizados para la evaluación del diseño determinan la calidad que este tiene, ya que cumple con tres aspectos fundamentales, a través de los resultados obtenidos:

1. La riqueza del contenido del diseño por el nivel de integración de todas sus partes.
2. En grado de aplicación por cumplir con las expectativas técnicas y económicas, no estando fuera de la realidad de la situación del mantenimiento de las PYMES.
3. La flexibilidad y versatilidad, ya que puede ser aplicado no solo al sector de la empresa modelo, en la cual se ha basado el diseño, sino que también puede cumplir con las necesidades de los diversos sectores industriales de la PYMES.

ANEXO 3

PROPUESTA DE APLICACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Introducción

El mantenimiento de la empresa, constituye un elemento clave para el logro de los objetivos de la misma. Sin un adecuado mantenimiento la maquinaria interrumpe su operación con mucha frecuencia, alterando considerablemente los programas de producción y fallándole a los clientes. En muchas ocasiones provoca cuellos de botella en las líneas, incrementando la cantidad de material en proceso, lo que implica: mayor espacio utilizado, mayor inversión inmovilizada, problemas de calidad en el producto acumulado; personal ocioso y desmotivado; mayor desperdicio de materiales y mayores costos en las reparaciones. De lo anterior deducimos que es de "urgencia" mejorar el sistema de mantenimiento de las pequeñas y medianas empresas. Por tanto se define el mantenimiento industrial de la siguiente manera: Conjunto de acciones encaminadas a la conservación de la maquinaria, equipo e instalaciones, de tal manera que permanezcan sirviendo en óptimas condiciones, para el objetivo para el cual fueron adquiridas, evitando o minimizando sus fallas durante su vida útil.

De la definición podemos reconocer algunas divisiones que podríamos agrupar así:

- Mantenimiento de maquinaria y equipo
- Mantenimiento de instalaciones físicas (edificios)
- Mantenimiento de instalaciones eléctricas
- Mantenimiento de otras instalaciones (aire, agua, vapor, etc.)

Objetivos Generales del Mantenimiento

- a) Reducir el desperdicio del tiempo de producción por fallas en la maquinaria y equipo.
- b) Reducir los costos por reparaciones

- c) Optimizar la utilización del personal de mantenimiento, equipo y herramientas.
- d) Mejorar la calidad de la producción

Organización del Mantenimiento

La organización del mantenimiento debe contar con el recurso humano necesario para satisfacer eficientemente los requerimientos de dicho departamento, con líneas de mando y áreas de responsabilidad bien definidos. La estructura del departamento varía de acuerdo a muchos factores, entre los cuales podemos mencionar: tamaño de la empresa (pequeña, mediana y gran empresa); tipo de producción (bienes y/o servicios); tipo de proceso productivo; existen algunos procesos que ocupan muchas máquinas pequeñas, como en la industria de la confección y otras con muy pocas máquinas generalmente grandes, como las grandes bordadoras lineales; máquinas impresora (prensas). En la pequeña y mediana empresa es más usual los siguientes casos:

- Un mecánico y un electricista de planta; subcontratando trabajos de mantenimiento general (reparación de edificios, albañilería, carpintería, etc.)
- Un mecánico con conocimientos de electricidad que cubra las dos áreas; subcontrato las labores de mantenimiento general).

Pasos Necesarios para la Aplicación de un Programa de Mantenimiento

1- Preparar una lista con toda la maquinaria y equipo de la planta, incluyendo el equipo de oficina, computadoras y vehículos de transporte.

2- Para cada uno definir la frecuencia de las revisiones requeridas en cierto período de tiempo (día, mes, año). Esta frecuencia debe establecerse de acuerdo a especificaciones de la maquinaria, registros históricos de averías y/o en su defecto del criterio y conocimiento de la maquinaria "la mejor suposición".

3- Se preparan las instrucciones para el mantenimiento requerido para cada uno de las máquinas y equipos listados. Estas instrucciones deben ser detalladas, evitando términos, como: "dar mantenimiento cuando sea necesario".

4- Se prepara un plan de trabajo que abarque un año. De preferencia se puede usar un diagrama de Gantt. Se puede hacer por computadora.

5- Se giran las órdenes de trabajo al personal, anotando fecha de inicio y finalización.

6- Se hace una revisión de los trabajos terminados, para verificar su calidad, el tiempo y recursos utilizados.

La eficacia del Departamento de Mantenimiento no debe juzgarse únicamente por la rapidez de las reparaciones de emergencia, sino, por la ausencia de estas emergencias en la empresa; lograda a través de un buen sistema de mantenimiento preventivo. Para planear, ejecutar y controlar el mantenimiento preventivo es necesario conocer que es lo que debemos reparar y con que recursos contamos. Para definir lo anterior debemos contar con diferente información: archivos de maquinaria y equipo, herramientas, recursos humanos.

Ejemplo Programa Semanal de Mantenimiento Preventivo

Departamento: _____		Fecha: Del _____ Al _____							
Jefe Producción: _____		Jefe Mantenimiento: _____							
MAQ. N°	NOMBRE DE LA MAQ.	1	2	3	4	5	6	7	OBSERVACIONES
020	Molino	•	☼	•	○	☼			
025									

El programa semanal de mantenimiento preventivo debe establecer que maquinaria o equipo deberá ser atendido y que tipo de acción se le aplicará, utilizando de preferencia símbolos que, cada empresa deberá establecer.

Ejemplo de Listado de Artículos y Frecuencia de Inspección

FRECUENCIA DE INSPECCIÓN

Artículo	Frecuencia de inspección		
Compresor de aire	Quincenalmente	Tanques de almacenamiento de agua por gravedad (señaladores luminosos, soportes, equipo de encabezamiento)	Semestralmente excepto donde los convenios locales o la compañía de seguros exigen inspecciones más frecuentes
Equipo de acondicionamiento de aire	Semanal y mensual	Intercambiadores de calor	Semanalmente Calentadores por agua caliente Trimestralmente Carretillas hidráulicas Mensualmente Grúas eléctricas Trimestralmente Calefacción Semestralmente Instrumental Quincenalmente Alumbrado Trimestralmente Monorraíles
Transportador automático	Semanal, mensual y trimestralmente	Motores eléctricos	Quincenalmente
Montacargas automático	Semanal, mensual y trimestralmente	Equipo de la planta de energía	Diaria, semanal y mensual
Caldera de vapor	Diaria, semanal y mensual	Bombas	Quincenalmente
Ventiladores	Mensualmente	Unidades fotoeléctricas	Semanalmente
Mezcladores	Mensualmente	Tuberías	Semanalmente
Correas	Quincenalmente	Cableado de alimentación de energía	Semanalmente
Edificios	Quincenalmente	Refrigeración	Diaria y semanal
Paneles de carga de baterías	Trimestralmente	Cubierta de tejado	Semestralmente
Control de combustión	Diaria y semanal	Básculas, de todos tipos	Semestralmente
Portadores, a correa	Mensualmente	Arrancadores e interruptores	Quincenalmente
Portadores, neumáticos	Mensualmente	Aparato de interrupción	Anualmente
Portadores, a tornillo	Mensualmente	Carretillas	Mensualmente para lubricación
Descensos a cadena	Trimestralmente	Transformadores	Trimestralmente
Carretillas eléctricas	Semanal, mensual y trimestralmente	Equipo de ventilación	Quincenalmente
Equipo eléctrico de control	Quincenalmente	Amortiguadores hidráulicos	Mensualmente
Ascensores	Mensualmente	Carretillas de trabajo	Mensualmente para lubricación
Ventiladores tipo conducto	Mensualmente	Máquinas de soldadura	Trimestralmente
Ventiladores eléctricos	Anualmente		
Equipo de protección contra incendio	Semestralmente		
Afiladores eléctricos	Trimestralmente		

Es de mucha importancia contar con un registro de la maquinaria y equipo que la empresa posee, colocando la información más importante y que nos pueda servir como referencia.

Ejemplo Registro de Maquinaria y Equipo

CÓDIGO Nº	DESCRIPCIÓN	COSTO (\$)	FECHA DE COMPRA	PROVEEDOR	VIDA ÚTIL (AÑOS)	CAPACIDAD	OBSERVACIONES

Otros controles muy importantes y muchas veces descuidados son los de herramientas y de repuestos y materiales de mantenimiento. Por pequeña que sea la empresa, si quiere trabajar de manera eficiente y económica y organizada, debe controlar sus herramientas y sus repuestos.

Ejemplo Registro de Herramientas

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO (\$)	UTILIZACIÓN	EXISTENCIA	FECHA COMPRA	PROVEEDOR	OBSERVACIONES

Ejemplo Control de Existencias de Materiales y Repuestos

DESCRIPCIÓN: _____		CÓDIGO: _____					
DISTRIBUIDOR: _____		UNIDAD DE MEDIDA: _____					
UTILIZACIÓN: _____		LÍMITE DE REORDEN: _____					
CANTIDAD ECONÓMICA A ORDENAR: _____							
Nº DE ORDEN	FECHA	SALIDA		ENTRADA	SALDO		OBSERVACIONES
		CANTIDAD	(\$)	CANTIDAD (\$)	CANTIDAD (\$)		

Ejemplo de Control de Mantenimiento Preventivo

DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA O EQUIPO: _____					
CÓDIGO DE LA MÁQUINA O EQUIPO: _____					
CÓDIGO	OPERACIÓN	FECHA PROGRAMADA	FECHA DE EJECUCIÓN	TIEMPO PROGRAMADO	TIEMPO REAL

Costos de Mantenimiento

Los costos de mantenimiento es la suma de todos los gastos incurridos para su desempeño, durante un período de tiempo (un mes, un año).

Así podemos clasificarlo en costos directos y costos indirectos.

Los costos directos son aquellos que se producen como resultado directo de los trabajos de mantenimiento, teniendo entre estos costos los siguientes:

- Mano de obra utilizada, medida en horas-hombre y traducida a (\$)
- Repuestos, medida en unidades y luego a (\$)
- Otros materiales, medidas en unidades y luego a (\$)
- Otros gastos generales: energía eléctrica, administración, etc.

Los gastos de energía eléctrica y otros gastos administrativos pueden prorratearse su monto mensual y obtener su monto/hora.

De esta forma poder aplicárselo a una orden específica.

Ejemplo:

Mantenimiento	Orden N°		Fecha:	
Jefe Producción:			Jefe Mantenimiento:	
Trabajo a realizar: Cambio de Baleros en Molino N° 2				
TOTAL				
HORAS HOMBRE UTILIZADAS	10 HORAS	COSTO HORAS HOMBRE = ϕ 20.°°	ϕ 200.00	
TIEMPO DE DURACION	5 HORAS	(2 OPERARIOS)		
REPUESTOS UTILIZADOS	6 BALEROS (KF-55)	COSTO UNITARIO = ϕ 250.°°	ϕ 1,500.00	
OTROS MATERIALES	1 GALON DIESEL	COSTO POR GALON = ϕ 7.°°	ϕ 7.00	
	1/2 GALON DE GRASA	COSTO POR GALON = ϕ 25.°°	ϕ 12.50	
GASTOS GENERALES (1)			ϕ 56.82	
<u>COSTO TOTAL</u>			<u>ϕ1,776.32</u>	
(1) ESTE DEPARTAMENTO TIENE GASTOS GENERALES DE ϕ 2,000.00 AL MES				
44 HORAS/SEMANA X 4 SEMANAS = 176 HORAS/MES				
COSTO GENERAL POR HORA = ϕ 2,000.00/176 = ϕ 11.36 /HORA				
EL TIEMPO DE DURACION FUE DE 5 HORAS				
EL COSTO GENERAL APLICADO = 5 HORAS X ϕ 11.36 = ϕ 56.82				

Controlando cada uno de los trabajos realizados en mantenimiento podemos obtener información valiosa para administrar mejor. Con estos informes podemos obtener la siguiente información:

- Cuáles máquinas están fallando y con qué frecuencia.
- Qué tipo de reparaciones se están realizando y cuando.
- Tiempo de duración de la reparación.
- Costo total de la reparación.

Si sumamos los costos de los trabajos realizados durante el mes, podemos obtener información sobre costos mensuales que nos sirven para compararlo con otros meses del año o con los mismos meses de años anteriores y establecer causas de las variaciones. El análisis de costos directos puede ampliarse y de hecho se recomienda hacer una división entre costos de trabajo correspondientes

a mantenimiento correctivo (reparaciones) y correspondientes a mantenimiento preventivo, con la finalidad de establecer el efecto que causa. El esfuerzo en mantenimiento preventivo sobre el esfuerzo en mantenimiento correctivo; es de esperarse que a mayor mantenimiento preventivo corresponda un menor esfuerzo en mantenimiento correctivo.

Aspectos a Incluir en el Programa de Mantenimiento

EDIFICIOS. Los edificios en muchas ocasiones son descuidados en su mantenimiento y únicamente se atiende cuando hay algún desperfecto, que ya ha causado problemas en la empresa. Algunas recomendaciones son:

- Los marcos metálicos, láminas y marcos de acero, deberán pintarse por lo general cada año.
- Las ventanas deben lavarse por lo menos una vez al mes y reponerse los vidrios rotos inmediatamente.
- Los techos deben revisarse antes de la época lluviosa y los canales deben limpiarse de hojas y basura.
- Los pisos necesitan revisiones semestrales y efectuar las reparaciones cuando exista una avería, esto es importante para evitar accidentes y facilitar el transporte de los materiales.
- Las paredes y columnas deberán revisarse por lo menos una vez el año, haciendo las reparaciones necesarias, además deben estar limpias y bien pintadas.

ALUMBRADO. El mantenimiento de las instalaciones de alumbrado produce economías por mayor duración y mejor iluminación. La suciedad en las lámparas y pantallas reflectoras reduce el alumbrado en un 30% al 50%. Es necesario el cambio de las lámparas en mal estado y lavarlas pantallas con agua y jabón, unas dos veces por año.

INSTALACIONES SANITARIAS. El personal usuario de los servicios sanitarios deberá avisar de inmediato de cualquier desperfecto. El personal de limpieza deberá revisar diariamente el buen estado de los baños, el buen aspecto y el buen funcionamiento de estos servicios, estimula a los operarios a tratarlos como es debido, reduce al mínimo las reparaciones y fomenta los hábitos higiénicos.

INSTALACIONES CONTRA INCENDIOS. Los extinguidores contra incendios, deberá controlarse su carga mensualmente y recargarlos inmediatamente después de su uso. Las áreas en donde se colocan deben estar bien pintadas de color rojo. El abastecimiento de agua deberá comprobarse, tanto su cantidad como el buen funcionamiento de los grifos. Las puertas que sirven como salida contra incendios, deben inspeccionarse para verificar que puedan abrirse fácilmente.

ORDEN Y LIMPIEZA DE LOS LOCALES. Esto incide mucho en la buena calidad del trabajo, en la producción y en la moral de los trabajadores. La limpieza y orden debe ser una labor permanente, en la cual incluye a todo el personal, no sólo al de limpieza. La administración debe inculcar buenos hábitos y proporcionar las condiciones necesarias para que se logre. La inspección continua abarca pisos, servicios sanitarios, paredes, techos, puertas y ventanas, pasillos y corredores, etc.