

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE COMPUTACIÓN Y SISTEMAS



**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO PARA UNA EMPRESA DE SERVICIOS EN
EL ÁREA DE TELECOMUNICACIONES”**

Elaborado por:

Laura J. Bustamante Z.

Joanna del V. Ramos Gil

**Trabajo de Grado Presentado como Requisito Parcial para Optar al
Título de INGENIERO DE SISTEMAS**

Barcelona, Abril 2009

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE COMPUTACIÓN Y SISTEMAS



**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO PARA UNA EMPRESA DE SERVICIOS EN
EL ÁREA DE TELECOMUNICACIONES”**

Asesor Académico:

Lic. Tirso García

Barcelona, Abril 2009

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE COMPUTACIÓN Y SISTEMAS



**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO PARA UNA EMPRESA DE SERVICIOS EN
EL ÁREA DE TELECOMUNICACIONES”**

Jurado Calificador:

Msc. Ing. Aurelia Torcasio

Jurado Principal

Ing. Héctor Moisés

Jurado Principal

Barcelona, Abril 2009

RESOLUCIÓN

De acuerdo al Artículo 44 del Reglamento de Trabajos de Grado:

“Los Trabajos de Grado son de exclusiva propiedad de la Universidad y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien lo participará al Consejo Universitario.”

DEDICATORIA

Dedico este proyecto y toda mi carrera universitaria a Dios todopoderoso por ser quien ha estado a mi lado en cada momento dándome las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día y seguir adelante rompiendo las barreras que se me presenten. Le dedico a mi madre Laura Francisca Zambrano y a mi padre José Alberto Bustamante ya que gracias a ellos soy quien soy hoy en día, Siempre me han dado el cariño y calor humano necesario, son los que han velado por mi salud, mis estudios, mi alimentación, son ellos a quien les debo todo. Mi madre que siempre me ha aconsejado y acompañado a la hora de un regaño, de reprimendas, de tristezas y de alegrías las cuales estoy muy segura que las ha hecho con todo el amor de madre para formarme como un ser integral lo cual me hace sentir sumamente orgullosa, también le dedico este proyecto a mis hermanos, Joel Bustamante, Brett Bustamante, Karen Bustamante los cuales quiero que sientan orgullo de mi, y a Cesar Bustamante y Paola Bustamante ya que por ellos quiero seguir adelante para apoyarlos y ayudarlos en todo momento como lo han hecho mis padres conmigo aunque sin duda ellos recibirán lo que yo he tenido, pero quiero ser un ejemplo para ellos y que sepan que siempre contarán conmigo.

LAURA

A Dios Todopoderoso y San Miguel Arcángel. Gracias a ellos he podido cumplir otra más de mis metas, dándome paciencia, constancia y fortaleza para llevar a cabo esta ilusión que comencé años atrás y que ahora es una realidad.

A mi madre, Ana Mercedes. Con su amor y dedicación supo inculcarme los valores necesarios para ser la persona que soy, sin su apoyo no hubiera podido llegar a donde estoy. Para ella con todo mi amor, gracias mami...

A mi padre, Felipe. Por el amor y apoyo incondicional que me ha dedicado, y sé que ha sido una de las personas que con más anhelo ha esperado este momento.

A mis hermanos Jonathan y Jamné, y mi cuñada Dora. Me ayudaron y apoyaron durante mi carrera universitaria, y sé que siempre podré contar con ellos.

A mi sobrinito bello Jonathan Manuel. Con cariño para ti bebé.

A mis tías y primos. Que a pesar de que no vivimos en la misma ciudad, siempre estuvieron pendientes de ayudarme en lo que fuera posible para llevar adelante esta labor.

JOANNA

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi compañera de tesis y amiga Joanna Ramos ya que siempre hemos estado juntas y eternamente serás mi amiga, hermana y compañera en todo momento gracias Joy te quiero mucho amiga, espero que siempre sigamos juntas enfrentando los retos que nos depare el destino, sin tu apoyo ni el de tu familia se me hubiese hecho difícil este logro, gracias a Ana Gil y Jamné Ramos.

Agradezco a Daniel Mesa por ser compañero, amigo, confidente, apoyo y una persona muy especial que me ha soportado en mis momentos de estrés y mal humor, siempre que he tenido un problema ha estado ahí para apoyarme y ayudarme cuando más lo he necesitado; sin duda muchas sonrisas se las debo a él.

Agradezco a la familia Albornett por siempre estar pendientes de Joanna y de mí en especial al señor Freddy quien ha sido un apoyo incondicional en la realización de este proyecto.

También quiero agradecer a todos mis amigos en general: Daniel, Yuselin, Carolina, Zuleima, Francisco, Antonio, Gregory, Karim, Vanesa, Erick, Zshaggert, Rubén, Reinaldo, Jessica, Rolando, Everth, Luisnar, Leonar, Sandra, Rolando Padre, Luís Solórzano, Aurelia Torcasio, Tirso García, Eliana, Cesar, Cristian, Julio, a la familia Azabache y a su hijo Cesar Hernán que aunque no este en vida siempre a estado y estará en mi corazón.

LAURA

Para los profesores Tirso García, Aurelia Torcasio y Luis Solórzano por habernos apoyado y guiado durante el desarrollo de este proyecto.

Para mi mejor amiga y compañera de tesis Laurita, siempre juntas a pesar de cualquier dificultad; y a su familia por recibirme con tanto cariño.

Para la familia Albornett-Campos, no hay manera de agradecerles todo el apoyo, la ayuda y el cariño que me han brindado, y muy en especial a Papá Freddys, porque con su ayuda y consejos logramos culminar este proyecto; fue nuestro compañero de tesis.

Para mis amigos y compañeros de la universidad que me han hecho pasar muy buenos momentos, he aquí algunos de ellos: Gabriel, Erick, Shiu, Cesar, Armando, Jorge, Zshaggert, Reinaldo, Rubén, Manzano, Carolina, Daniel, Yuselin, Zuleima, David, Francisco, Cristian, María Milagros, John, Luli, Julio, Eliana, Vanessa, Peque, José Antonio, Nathalie. Y aquellos que pase por alto, disculpen el despiste, con el mismo cariño les estoy agradecida por formar parte de mi vida.

Para Alcimar, Andreina y Milagros, por haberme acompañado en un tramo del recorrido de mi carrera universitaria brindándome su apoyo, y a quienes recuerdo con cariño.

JOANNA

RESUMEN

La Gestión del Mantenimiento es en estos días uno de los factores determinantes para garantizar la eficiencia productiva. El TPM presupone que el aumento de la productividad de las empresas, se obtiene a través del mantenimiento que coordina grupos de trabajo en diversos niveles de supervisión buscando mayor eficiencia y disponibilidad de los equipos. Este trabajo de investigación tiene como objetivos: realizar un diagnóstico al sistema de gestión actual de mantenimiento de la empresa 2A Ingeniería, C.A., identificar las deficiencias que presenta el sistema, clasificar las deficiencias por criticidad para su corrección, analizar los factores que dan origen a las deficiencias del sistema, diseñar el sistema de gestión de mantenimiento y establecer propuestas que permitan la adaptación de una herramienta de mantenimiento a la gestión. A tal efecto se comenzó con un diagnóstico de la situación actual de la empresa a través de una Auditoría Interna, la cual estuvo basada en los principios básicos y deméritos de la Norma COVENIN 2500-93. Luego se aplicó un análisis estructural para priorizar la criticidad de las deficiencias, este método estableció las variables claves que afectan al sistema, para realizar su respectivo análisis. A continuación se estudiaron los principios básicos del TPM y se justificó su implementación dentro de la empresa, porque da satisfacción a diversas necesidades o problemas específicos que se le plantean a nivel gerencial; y, por último, se propuso un Sistema de Información Computarizado para la Gestión del Mantenimiento.

INDICE DE CONTENIDO

RESOLUCIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vii
RESUMEN.....	ix
INDICE DE CONTENIDO	x
INDICE DE TABLAS	xv
INDICE DE FIGURAS.....	xvi
INDICE DE GRAFICAS	xvii
CAPITULO I.....	18
INTRODUCCION	18
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	18
1.2. OBJETIVOS.	21
1.2.1. Objetivo General.	21
1.2.2. Objetivos Específicos.....	21
CAPITULO II	22
MARCO TEORICO.....	22
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	24
2.2.1. Conceptualización de Sistema.....	24
2.2.1.1. Clasificación de los Sistemas.	25
2.2.1.2. Medio Ambiente.	25
2.2.1.3. Sistema de Gestión.....	26
2.2.2. Mantenimiento.	26
2.2.2.1. Tipos de Mantenimiento.	27
2.2.2.2. Parámetros de Mantenimiento.....	30
2.2.2.3. Gestión de Mantenimiento.	31

2.2.2.4. Etapas de la Gestión de Mantenimiento.....	31
2.2.2.5. El Mantenimiento como Sistema.	33
2.2.3. Mantenimiento Productivo Total (TPM).	37
2.2.3.1. Características del TPM.	37
2.2.3.2. Beneficios de la Aplicación del TPM.	38
2.2.3.3. Los Ocho Pilares del TPM.	38
2.2.3.4. Etapas para el Desarrollo del TPM.	40
2.2.3.5. Relación del TPM con la Técnica de las 5S.....	41
2.2.4. Conceptualización de Sistema de Gestión de Mantenimiento.	43
2.3. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.	51
2.3.1. Auditoría de Mantenimiento.	51
2.3.1.1. Auditoría Interna.	53
2.3.2. Norma Venezolana COVENIN 2500-93.	55
2.3.2.1. Principio Básico	55
2.3.2.2. Deméritos.	56
2.3.2.3. Criterios para la Ponderación del Principio Básico.....	56
2.3.3. Análisis Estructural.	57
2.3.3.1. Matriz de Análisis Estructural.....	57
2.3.3.2. Cálculo de Valores de Motricidad y Dependencia.....	58
2.3.3.3. Relación de Motricidad y Dependencia.	58
2.3.4. Análisis de las Variables.	61
2.3.5. Proceso de Decisión de la Filosofía más Adecuada para la Empresa.	61
2.3.6. Conceptualización de Software de Mantenimiento.....	65
2.3.6.1. Características Básicas que Debe Poseer el Software.....	66
2.3.6.2. Módulos de un Software de Mantenimiento.	66
CAPITULO III.....	69
DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	69
3.1. LA EMPRESA.....	69

3.1.1. Visión de la Empresa.	69
3.1.2 Misión de la Empresa.	70
3.1.3. Estructura Organizativa de la Empresa.	70
3.1.4. Descripción de Funciones.	72
3.1.5. Descripción de las Áreas de Trabajo.....	79
3.1.6. Estación Radio Base.....	82
3.2. ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO EN 2A INGENIERÍA	
C.A.	87
3.2.1. Tipos de Mantenimiento Ejecutados por la Empresa.....	87
3.2.2. Módulos de Mantenimiento Preventivo.	89
3.2.2.1. Módulo Civil.	89
3.2.2.2. Módulo Eléctrico.....	90
3.2.2.3. Módulo Mecánico.	92
3.2.2.4. Módulo Sistemas Radiantes.	92
3.2.3. Procesamiento de Datos.	92
CAPITULO IV	95
ANÁLISIS DEL SISTEMA ACTUAL	95
4.1. AUDITORIA INTERNA DEL MANTENIMIENTO.	95
4.1.1. Resultados de la Auditoría Interna del Mantenimiento.....	95
4.1.2. Problemas Identificados dentro del Sistema.	104
4.2. APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL.	106
4.2.1. Matriz de Análisis Estructural.....	106
4.2.2. Cálculo de Valores de Motricidad y Dependencia.....	106
4.2.3. Relación de Motricidad y Dependencia.	110
4.3. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES CLAVES DEL SISTEMA.....	113
CAPITULO V	116
APLICACIÓN DEL SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO	116
5.1. PROGRAMA DE DESARROLLO DEL TPM.	117
5.1.1. Fase de Preparación.	117

5.1.1.1. Decisión de la Dirección de Aplicar el TPM como Proyecto de Empresa.....	118
5.1.1.2. Campaña de Información-Formación.	118
5.1.1.4. Establecer Objetivos y Políticas Básicas del TPM.	126
5.1.1.5. Formular Plan Maestro para el Desarrollo TPM.....	128
5.1.2. Fase de Introducción.	129
5.1.2.1. Arranque Oficial y Difusión del TPM.	129
5.1.3. Fase de Implantación.	130
5.1.3.1. Selección del Área Piloto.	130
5.1.3.2. Programa de Mantenimiento Planificado.....	131
5.1.3.3. Programa de Mantenimiento Autónomo.....	133
5.1.3.4. Programa de Capacitación y Entrenamiento.....	140
5.1.3.5. Programa de Gestión de Seguridad y del Entorno.	141
5.1.4. Fase de Estabilización.....	142
5.1.4.1. Establecer Plan de Auditoría.....	142
CAPITULO VI.....	143
PROPUESTA DE ADAPTACION DE UN SOFTWARE PARA LA GESTION DE MANTENIMIENTO	143
6.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO MP SOFTWARE VERSIÓN 8.....	144
6.2. ESTRUCTURA GENERAL DEL MP SOFTWARE.....	145
6.2.1. Menú Principal.....	145
6.2.2. Módulo de Catálogo de Equipos.....	147
6.2.3. Módulo de Planes de Mantenimiento.....	147
6.2.4. Mantenimiento Preventivo.....	149
6.2.5. Mantenimiento Correctivo.....	150
6.2.6. Módulo Órdenes de Trabajo.	151
6.2.7. Módulo Asignación de Recursos.	153
6.2.8. Módulo Reportes y Gráficas.	154
CONCLUSIONES	158

RECOMENDACIONES	159
BIBLIOGRAFÍA.....	161
ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO A: CUESTIONARIOS PARA REALIZAR AUDITORIA INTERNA DEL MANTENIMIENTO BASADOS EN LA NORMA COVENIN 2500-93	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO B : FORMATOS DE CONTROL DEL MANTENIMIENTO;	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO C : FORMATOS DE CONTROL DEL MANTENIMIENTO PLANIFICADO	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO D: FORMATOS PARA REALIZAR AUDITORIA INTERNA;	¡Error! Marcador no definido.

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Desarrollo del TPM.....	40
Tabla 2.2. Beneficios de las 5S y los pilares del TPM.....	43
Tabla 2.3. Cuadro comparativo entre las filosofías TPM, RCM y WCM.	62
Tabla 2.3. Cuadro comparativo entre las filosofías TPM, RCM y WCM.(continuación)	63
Tabla 2.3. Cuadro comparativo entre las filosofías TPM, RCM y WCM. (continuación)	64
Tabla 2.3. Cuadro comparativo entre las filosofías TPM, RCM y WCM. (continuación)	65
Tabla 4.1. Tabla-Resumen de Resultados	96

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Sistema Típico de Mantenimiento	36
Figura 2.2. Modelo Insumo-Proceso-Resultado.	44
Figura 2.3. Modelo Insumo-Proceso-Resultado en la Gestión de Mantenimiento	45
Figura 2.4. Esquema para el Monitoreo del Cumplimiento de los Objetivos de la Gestión de Mantenimiento.	46
Figura 2.5. Esquema para el Monitoreo del Cumplimiento de los Objetivos de la Gestión de Mantenimiento Ampliado.	47
Figura 2.6. Esquema Detallado del Proceso en un Sistema de Gestión de Mantenimiento.	49
Figura 2.7. Modelo de Sistema de Gestión de Mantenimiento.	50
Figura 3.1. Organigrama General de la Empresa 2A Ingeniería, C.A.	71
Figura 3.2. Control de Motores de una Estación Radio Base	84
Figura 3.3. Baterías de una Estación Radio Base.....	85
Figura 3.4. Motogenerador de una Estación Radio Base	86
Figura 3.5. Aires Acondicionados de una Estación Radio Base	86
Figura 5.1. Organización TPM de la Empresa 2A Ingeniería, C.A.	124
Figura 5.2. Diagrama de Flujo para la Clasificación	134
Figura 5.3. Pirámide de Frecuencia de Uso.	137
Figura 6.1. Pantalla del Menú Principal.....	146
Figura 6.2. Pantalla Catálogo de Equipos.	148
Figura 6.3. Pantalla de Planes de Mantenimiento.	149
Figura 6.4. Calendario de Mantenimiento.....	150
Figura 6.5. Pantalla Reportar Fallas.....	152
Figura 6.6. Pantalla Orden de Trabajo.	153
Figura 6.7. Pantalla Catálogo de Herramientas.....	156
Figura 6.8. Pantalla Gráfico de Costos Totales.....	157

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfico 4.1. Resultados del cuestionario aplicado al Área Gerencial.....	98
Gráfico 4.2. Resultados del cuestionario aplicado al Área Operativa.....	100
Gráfico 4.3. Resultados del cuestionario aplicado al Área Administrativa.	102
Gráfico 4.4. Resultados del cuestionario aplicado al Área de Recursos para el Mantenimiento.	104
Gráfico 4.5. Relación de Motricidad y Dependencia.....	111

CAPÍTULO I

INTRODUCCION

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

2A Ingeniería, C.A., es una empresa venezolana fundada en el año 1985, con el propósito de desarrollar proyectos para la industria petrolera, petroquímica, telecomunicaciones y de construcción en general; así como, prestar servicios en otras áreas donde tienen el conocimiento y la experiencia como ingenieros constructores y asesores, proporcionándoles a sus clientes las respuestas satisfactorias exigidas en el plazo requerido.

Esta empresa, ha realizado numerosos proyectos en sus más de veinte años de experiencia, entre los cuales se mencionan:

- Ingeniería y construcción de obras civiles, mecánicas, redes eléctricas y telefónicas.
- Inspección de obras civiles, eléctricas, telefónicas y mecánicas.
- Servicio de consultoría, incluyendo programas de operación o mantenimiento, asistencia administrativa en el manejo de contratos.
- Control de la ejecución de obras.
- Mantenimiento de edificaciones, instalaciones, maquinarias y equipos.
- Suministro, importación y/o exportación de materiales, maquinarias y/o equipos.
- Sistemas informáticos y seguridad integral.
- Servicio en el área de recursos humanos.

Cuenta con los recursos financieros, técnicos, logísticos, equipos, maquinarias, herramientas y materiales, que le permiten mantener su presencia en el mercado como una empresa sólida, con gran capacidad de ejecución, responsabilidad y con los mejores tiempos de respuesta y entrega.

En la actualidad, la mayor parte de sus operaciones se concentran en el área del mantenimiento de telefonía celular, ejecutando el proyecto de mantenimiento preventivo a la infraestructura de la empresa de comunicaciones Movilnet, C.A., que lleva por nombre Plan Integral de Mantenimiento ó P.I.M. Movilnet, efectuándose en las estaciones radio base (ERBs) ubicadas en la región Nor-Sur Oriental, concentradas en los estados Anzoátegui, Bolívar, Delta Amacuro, Nueva Esparta y Sucre.

Al inicio de las operaciones del proyecto P.I.M. Movilnet, la empresa diseño planes de mantenimiento preventivo los cuales están basados en datos suministrados por el cliente y la experiencia de los trabajadores en el área de mantenimiento. Las actividades realizadas para la ejecución del mantenimiento preventivo, se orientan a la conservación de las condiciones de trabajo de los equipos en los parámetros establecidos por el fabricante como apropiados, para obtener de los mismos la mayor disponibilidad y el mayor periodo de vida útil posible, así como también la creación de especificaciones, procedimientos y normativas para prevenir y evitar la aparición y ocurrencia de fallas y/o averías que se presentan en una estación radio base.

Dentro de la estructura organizativa de la empresa se encuentra el Departamento de Gerencia Operativa, en él se desarrollan actividades relacionadas a la administración del mantenimiento; actualmente este departamento presenta deficiencias en cuanto a la administración de las órdenes de trabajo, debido a que son muchas las actividades que deben ser ejecutadas por los técnicos de cuadrillas. Esta situación genera pérdida de información, la cual es necesaria para el control de los

trabajos de mantenimiento que han sido efectuados y así reprogramar la fecha próxima para cuando deban ser realizados nuevamente; igualmente, ocasiona pérdida de tiempo al momento de recolectar esta información cuando no se encuentra disponible. A fin de mejorar la gestión de mantenimiento de la empresa y que ésta sea administrada a través de un software que le garantice un control total de las rutinas de trabajo y actividades vinculadas al área de mantenimiento, surge la necesidad de diseñar un sistema de gestión de mantenimiento a la empresa, al que se le pueda adaptar una herramienta especializada en el área de mantenimiento con la cual se pueda facilitar las labores de documentación y ejecución de las órdenes de trabajos que realiza la empresa, evitando desórdenes y pérdida de información.

La importancia de este proyecto radica en que la empresa pueda mantener la información del departamento de gerencia operativa documentada y organizada evitando retrasos en las rutinas de trabajos e incrementando la vida útil de los equipos, mejorando de esta manera el desarrollo y calidad de las actividades que realiza.

El alcance de este estudio establece propuestas que permiten facilitar y agilizar el desarrollo de las actividades dentro del departamento de gerencia operativa y conseguir una disminución de las fallas que se generen en él; para así obtener los mejores resultados y que la información sea tan efectiva como sus estándares así lo requieran.

La novedad de este proyecto es que no ha sido presentada una propuesta para instaurar en la empresa un software de mantenimiento que le permita llevar un mayor control de las actividades que ésta ejecuta; por lo tanto, este estudio pretende realizar un conjunto de actividades que permitan estudiar la eficiencia operativa de la gestión de mantenimiento para llegar a tal fin.

1.2. OBJETIVOS.

1.2.1. Objetivo General.

Diseñar un sistema de gestión de mantenimiento para una empresa que preste servicios en el área de telecomunicaciones.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Realizar un diagnóstico al sistema de gestión actual de mantenimiento de la empresa 2A Ingeniería, C.A.
- Identificar las deficiencias que presenta el sistema.
- Clasificar las deficiencias por criticidad para su corrección.
- Analizar los factores que dan origen a las deficiencias del sistema.
- Diseñar el sistema de gestión de mantenimiento.
- Establecer propuestas que permitan la adaptación de una herramienta de mantenimiento a la gestión.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

En el proceso de revisión bibliográfica para la realización de este estudio fue necesario consultar varias Tesis de Grado que hicieran referencia al tema: Gerencia de Mantenimiento, las cuales sirven de apoyo en cuanto a la metodología y técnicas aplicadas. A continuación se presentan los siguientes antecedentes:

- Quijada M. (1999), como Tesis de Grado, realizó el “Diseño de un Sistema de Control de Gestión de Mantenimiento para el Taller de Fabricación Mecánica del Núcleo de Anzoátegui de la Universidad de Oriente Basado en un Estudio Sistémico”, la cual plantea las serias deficiencias que presenta el taller en cuanto a la gestión de mantenimiento de los equipos que allí se encuentran. Para solventar esta situación se aplicó la Metodología de Checkland con la cual se detectaron los focos problemáticos y sus interrelaciones, seguidamente se elaboró un esquema de Gerencia Estratégica formulándose las estrategias necesarias para lograr los objetivos propuestos, y finalmente se empleó la Metodología de Análisis y Diseño Estructurado de Sistemas para realizar el análisis de los requerimientos de información y para diseñar el sistema de control de gestión de mantenimiento.
- Parababire N. y Velásquez T. (2001), desarrollaron el “Diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento para la División de Transmisión de la Empresa CADAPE en la Región Oriental”, el cual expone la deficiente gestión de mantenimiento que presenta esta área debido al incumplimiento de los programas de mantenimiento y la inexistencia de políticas de sustitución de equipos y

repuestos a tiempo, originando un descontrol en la programación de las actividades de mantenimiento. La aplicación de un Estudio Sistémico permitió el diagnóstico de la situación actual, seguido de una Gerencia Estratégica que planteó las estrategias para el diseño del sistema de gestión de mantenimiento, para finalmente elaborar una propuesta de mejoras al sistema de información actual que garantizarían una notable mejora en la toma de decisiones.

- Gallardo M. (2001), desarrolló el “Diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento para la Infraestructura y las Instalaciones Electromecánicas del Aeropuerto Internacional José Antonio Anzoátegui”, como Trabajo de Grado, en donde se explica el deterioro evidente de la infraestructura e instalaciones del aeropuerto. Las bases del Enfoque Sistémico permitieron conocer la situación de la gerencia de mantenimiento y sus actividades e interrelaciones con el entorno, para posteriormente diseñar un plan estratégico que serviría para clarificar los objetivos, estrategias y misión en dicha gerencia. En base a esto se elaboró un plan de acción y se estableció un plan de mantenimiento preventivo para los equipos e instalaciones del aeropuerto.
- Caraballo A. y Salazar R. (2005), presentaron su Tesis de Grado con el título de **“Diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo para la Estación de Bombeo de Agua Cruda Curaguaro”**, en la cual exponen que los equipos de la estación presentan signos de deterioro como consecuencia de la falta de planificación del mantenimiento; por lo tanto para el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo fue necesario emplear un Enfoque de Sistemas que permitió profundizar en las situaciones problemáticas que ocurren en dicha estación. También se empleó una Planificación Estratégica donde se realizaron auditorías externas e internas que ayudaron a identificar fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas; para finalmente concluir, con una

formulación de las estrategias adecuadas para el logro de los objetivos planteados a través de una matriz FODA.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

A continuación se presenta un marco conceptual, el cual define los conceptos básicos que deben estar claros para la comprensión del tema.

2.2.1. Conceptualización de Sistema.

El concepto de sistema, en general, está sustentado sobre el hecho de que ningún sistema puede existir aislado completamente y siempre tendrán factores externos que lo rodean y pueden afectarlos.

El manejo de la palabra sistema es muy antiguo, sin embargo, en la actualidad es difícil obtener una definición precisa y clara, debido a la necesidad existente de satisfacer los requisitos lógicos de los diferentes contextos donde el término sistema puede ser utilizado. No obstante a continuación se presentan algunas definiciones de sistema:

- Es el conjunto de dos o más elementos interrelacionados entre sí, que trabajan para lograr un objetivo común. [18]
- Un sistema puede ser concebido como un cierto aspecto de la realidad, al que se puede adscribir una descripción, en la que básicamente se enuncien una serie de partes componentes y una forma de interacción entre ellas, que suministre un vínculo que las organice en la unidad que es el sistema. [15]

- Es la idea de un conjunto de elementos conectados entre sí y que forman un todo, de modo que muestran las propiedades más bien del todo que de sus partes. [22]
- Un sistema es un conjunto de elementos relacionados entre sí en función de un objetivo común, actuando en determinado entorno y con capacidad de autocontrol. [13]

En la definición de sistemas que se han presentado, se encierra una forma particular de ver el mundo; con la aplicación de la visión sistémica se trata de aprender cualquier realidad no sólo a través del estudio separado de sus partes, sino mediante un enfoque totalizador, donde juegan un importante papel las relaciones entre sus partes y el concepto de organización.

2.2.1.1. Clasificación de los Sistemas.

Existe una diversidad de clasificaciones, se mostrará a continuación solo una clasificación a nivel general:

- *Sistemas abiertos*: Son aquellos que en sus actividades de transformación, reciben entradas del medio ambiente y vuelcan hacia él sus salidas, es decir, están en constante comunicación con su entorno. [15]
- *Sistemas cerrados*: Son aquellos que tienen la capacidad de importar, por sí mismos, energía e información de su medio ambiente exterior para compensar la pérdida durante su funcionamiento. [15]

2.2.1.2. Medio Ambiente.

El ambiente de un sistema, es el conjunto de todos aquellos elementos que rodean al mismo, al determinarse un cambio en sus atributos o relaciones estos pueden interactuar o modificar el sistema. [15]

2.2.1.3. Sistema de Gestión.

Según Ogalla Segura, F. (2005), define sistema de gestión como “el conjunto de procesos, comportamiento y herramientas que se emplean para garantizar que la organización realiza todas las tareas necesarias para alcanzar sus objetivos.”

2.2.2. Mantenimiento.

Varios autores definen el término *mantenimiento* del siguiente modo:

- Combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantienen en, o se restablece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas. [11]
- Disciplina integradora que garantiza la disponibilidad, funcionalidad y conservación del equipamiento, siempre que se aplique correctamente, a un costo competitivo. Esto significa un incremento importante de la vida útil de los equipos y sus prestaciones. [10]
- Es el conjunto de acciones que permite conservar o reestablecer un sistema productivo a un estado específico, para que pueda cumplir un servicio determinado. [20]

En general, el mantenimiento es gerenciar recursos y planificar actividades sobre la base de estudios estadísticos, donde se emplean filosofías de la nueva generación, desarrolladas en la última década, y en constante actualización.

2.2.2.1. Tipos de Mantenimiento.

Para que una gestión sea efectiva y eficiente, es necesario plantear estrategias en el mantenimiento bajo la consideración, como aspecto básico para la selección del tipo de tácticas de mantenimiento, las características de las fallas. Asimismo, dichas tácticas deben obedecer a los siguientes principios filosóficos:

- Mantenimiento Rutinario.

Es el que comprende actividades tales como: lubricación, limpieza, protección, ajustes, calibración u otras; su frecuencia de ejecución es hasta periodos semanales, generalmente es ejecutado por los mismos operarios de los sistemas y su objetivo es mantener y alargar la vida útil de dichos sistemas operativos evitando su desgaste. [20]

Este tipo de mantenimiento tiene una duración promedio de ejecución de entre 25 y 30 minutos diarios o entre 5% y 10% de la jornada de trabajo diario, en algunas ocasiones se ha presentado que esta duración puede ser menor dado el tipo de maquinaria, ejemplo de esto son las empresas del ramo textil debido a que la mayoría de los sistemas son simples y requieren de poco tiempo para realizarles el mantenimiento rutinario. [5]

- Mantenimiento Programado.

Toma como basamento las instrucciones técnicas recomendadas por los fabricantes, constructores, diseñadores, usuarios y experiencias conocidas, para obtener ciclos de revisión y/o sustituciones para los elementos más importantes de un sistema a objeto de determinar la carga de trabajo que es necesario programar. Su frecuencia de ejecución cubre desde quincenal hasta generalmente periodos de un año. Es ejecutado por las cuadrillas de la organización de mantenimiento que se dirigen al sitio para realizar las labores incorporadas en un calendario anual. [20]

- Mantenimiento por Avería o Reparación.

Es ejecutado por la organización de mantenimiento (mano de obra especializada) para lograr funcionamiento a corto plazo de los sistemas, se subsanan las fallas que se producen al azar siempre buscando el registro de la información para futuros análisis que ayudarán en la toma de decisiones y auditorías de proceso. Su condición se da debido que no es posible detener los sistemas y entonces se atacan las fallas, luego del análisis estas fallas se corrigen o se eliminan de forma integral. Este tipo de mantenimiento no se programa en el tiempo debido a que afecta negativamente el proceso productivo ya que paraliza la producción. [5]

- Mantenimiento Correctivo.

Se basa fundamentalmente en los datos recabados a lo largo del proceso de la gestión de mantenimiento y sobretodo en los que se registran debido a fallas ya que luego de analizada la información sobre las averías, busca eliminar la falla y la ejecución de trabajos o de actividades de mantenimiento a mediano plazo. [5]

En este término, se debe tener en cuenta que corregir es eliminar a profundidad, entonces, los trabajos de mantenimiento correctivo deben ser planificados y programados en el tiempo para que no afecte el proceso productivo. Este tipo de ejecución de mantenimiento también es conocido como parada de planta. [5]

Aquí se cubren actividades tales como ampliaciones, modificaciones, cambio de especificaciones, construcciones, reconstrucciones, reparaciones generales y debe ser ejecutados por personal calificado bien sea o no de la empresa. [5]

- Mantenimiento Circunstancial.

Mantenimiento aplicado a los sistemas que sirven de apoyo al proceso y cuyas actividades se encuentran programadas y la decisión de ejecutarlas no depende de la organización de mantenimiento sino de otros entes o factores de la organización, tal es el caso de incorporación o no de líneas de producción al proceso, trabajar de acuerdo a determinados horarios o ciertas condiciones climáticas o del ambiente, etc. [5]

En este tipo de mantenimiento se tiene la planificación y programación de las actividades, ya sea rutinarias o programadas, para cuando se de el inicio o el arranque del equipo, si durante su funcionamiento, se presentan fallas, se atacan, se analizan y se corrigen es decir se hace mantenimiento por avería donde a través del análisis de datos se aplica mantenimiento correctivo. [5]

- Mantenimiento Predictivo.

Es el mantenimiento planificado y programado basándose en análisis técnicos y en la condición del equipo, antes de ocurrir una falla, sin detener el funcionamiento

normal del equipo, para determinar la expectativa de vida de los componentes y reemplazarlos en tiempo óptimo, minimizando costos. [5]

- Mantenimiento Preventivo.

El estudio de fallas de un sistema productivo deriva dos tipos de averías; aquellas que generan resultados que obliguen a la atención de los sistemas productivos mediante mantenimiento correctivo y las que se presentan con cierta regularidad y que ameritan su prevención. El mantenimiento preventivo es el que utiliza todos los medios disponibles, incluso los estadísticos, para determinar la frecuencia de las inspecciones, revisiones, sustitución de piezas claves, probabilidad de aparición de averías, vida útil, u otras. Su objetivo es adelantarse a la aparición o predecir la presencia de las fallas. [20]

2.2.2.2. Parámetros de Mantenimiento.

Según Becerra, F. (2006), “para asegurar un buen desempeño de las funciones de los equipos es necesario medir de forma simple sus características esenciales a través de los siguientes parámetros:

- *Confiabilidad:* Es la probabilidad de que un objeto o sistema opere bajo condiciones normales durante un periodo de tiempo establecido, el parámetro que identifica la confiabilidad es el Tiempo Medio de Fallas, es decir son lapsos de tiempos entre una falla y otra.
- *Mantenibilidad:* Es la probabilidad de que un objeto o sistema sea reparado durante un periodo de tiempo establecido bajo condiciones procedimentales

establecidas para ello, siendo su parámetro básico el Tiempo Promedio Fuera de Servicio.

- *Disponibilidad:* Es el tiempo que un objeto o sistema permanece funcionando dentro del sistema productivo bajo ciertas condiciones determinadas. Este parámetro es tal vez el más importante dentro de un sistema productivo, ya que de él depende de la planificación del resto de actividades de la organización.”

2.2.2.3. Gestión de Mantenimiento.

La gestión de mantenimiento puede ser definida como “la efectiva y eficiente utilización de los recursos materiales, económicos, humanos y de tiempo para alcanzar los objetivos del mantenimiento. [16]

La gestión del mantenimiento industrial moderno se presenta como un conjunto de técnicas para cuidar la tecnología de los sistemas de producción a lo largo de todo su ciclo de vida, llegando a utilizarlos con la máxima disponibilidad y siempre al menor costo, garantizando, entre otras cuestiones, una asistencia técnica eficaz a través de una buena formación y gestión de competencias en el uso y mantenimiento de dichos sistemas asegurando la disponibilidad planeada dentro de las recomendaciones de garantía y uso de los fabricantes de los equipos e instalaciones.

2.2.2.4. Etapas de la Gestión de Mantenimiento.

En una gestión de mantenimiento, la planificación y programación representan el punto de partida. Ella lleva involucrada la necesidad de imaginar y relacionar las actividades probables que habrán de cumplirse para lograr los objetivos y resultados

esperados. A continuación se describen cada una de las etapas de la gestión de mantenimiento:

- Planificación.

Es un proceso que consiste en la definición de rutinas y procedimientos y en la elaboración de planes detallados para horizontes relativamente largos, usualmente trimestrales o anuales, lo cual implica la determinación de las operaciones necesarias, mano de obra requerida, materiales a emplear, equipos a utilizar y duración de las actividades. [14]

En la planificación del mantenimiento se debe considerar los siguientes aspectos:

1. Se deben tener establecidos objetivos y metas en cuanto a los objetos a mantener.
2. Se debe garantizar la disponibilidad de los equipos o sistemas.
3. Establecer un orden de prioridades para la ejecución de las acciones de mantenimiento.
4. Sistema de señalización y codificación lógica.
5. Inventario técnico.
6. Procedimientos y rutinas de mantenimiento.
7. Registros de fallas y causas.
8. Estadísticas de tiempo de parada y tiempo de reparación.

- Programación.

El proceso de programación consiste en establecer las frecuencias para las asignaciones del mantenimiento preventivo, las fechas programadas son esenciales para que exista una continua disponibilidad de equipos e instalaciones. Se inicia con la solicitud y envío de la orden de trabajo. [14]

- Ejecución, control y evaluación.

Estos procesos vinculan dos acciones administrativas de singular importancia como son la dirección y la coordinación de los esfuerzos del grupo de realizadores de las actividades generadas en los procesos de planificación y programación cuya finalidad es garantizar el logro de los objetivos propuestos. En general la ejecución, el control y la evaluación, permiten que las actividades se realicen tal cual fueron planificadas, los resultados deben ser comparados con estándares y evaluados de forma de retroalimentar el proceso inicial. [14]

2.2.2.5. El Mantenimiento como Sistema.

El estudio de la organización como sistema abierto, tuvo su origen en los planteamientos realizados por el biólogo inglés Ludwing Von Bertalanffy, quien señaló que los enfoques hasta ese momento se habían concentrado demasiado en las partes individuales de la organización (tareas técnicas, personas, entre otros), y no lo suficiente en la relación de todas las piezas interactuando en conjunto. Esta teoría enunciada por Bertalanffy se conoce en la actualidad como La Teoría General de Sistemas, la cual representa la base para integrar y entender el conocimiento de una gran variedad de fenómenos dentro de las organizaciones. El estudio desde el punto de vista sistémico, permite analizar y entender las diversas interrelaciones que se dan dentro de la misma. Las organizaciones empresariales, vistas como sistema, tienen entradas de su medio ambiente, en forma de gente, materiales, dinero e información; esto

permite considerar a la organización como un sistema socio-técnico abierto, integrado por varios subsistemas, más aun, es la integración y estructuración de actividades humanas en torno a varios procesos tecnológicos. [9]

El enfoque de sistemas para modelar la función mantenimiento, permite estudiarla como un subsistema del Sistema Organización, y el cual presenta las características básicas de un sistema abierto: entradas, procesos de transformación, salidas y retroalimentación; a tal efecto, Duffuaa, S., Raouf, A. y Campbell, J. (2000), señalan que el sistema de mantenimiento puede visualizarse como un modelo sencillo de entrada-salida, cuyas entradas son: mano de obra, administración, herramientas, repuestos, equipos, etc.; y las salidas son: equipos funcionando, confiables y bien configurados para lograr la operación planeada de la planta, lo cual permite optimizar los recursos para aumentar al máximo las salidas del sistema de mantenimiento.

Atendiendo el enfoque de sistemas, el sistema de mantenimiento esta constituido por: el subsistema tecnológico, el subsistema humano, el subsistema administrativo, el subsistema de apoyo, el medio externo, y objetivos y metas.

1. *Subsistema tecnológico*: Lo constituyen los equipos e instalaciones objetos del mantenimiento, el conocimiento, procedimientos, métodos, prácticas operativas, parámetros e indicadores.
2. *Subsistema humano*: Lo constituyen el sujeto de mantenimiento, la cultura, aptitudes y habilidades, filosofía del liderazgo, comunicaciones, normas de comportamiento.

3. *Subsistema administrativo*: Conformado por la estructura organizativa, las políticas, la toma de decisiones, los procedimientos administrativos, funciones, flujos de trabajo.
4. *Subsistema de apoyo*: Conformado por los instrumentos del mantenimiento, materiales, herramientas, equipos de prueba, repuestos, información técnica e información del desempeño.
5. *Medio externo*: Esta constituido por las políticas de la empresa, el mercado laboral, la comunidad y el ambiente en general.
6. *Objetivos y metas*: Constituyen la razón de ser de la organización y las estrategias para lograrlo.

En la figura 2.1 se muestra un sistema típico de mantenimiento:

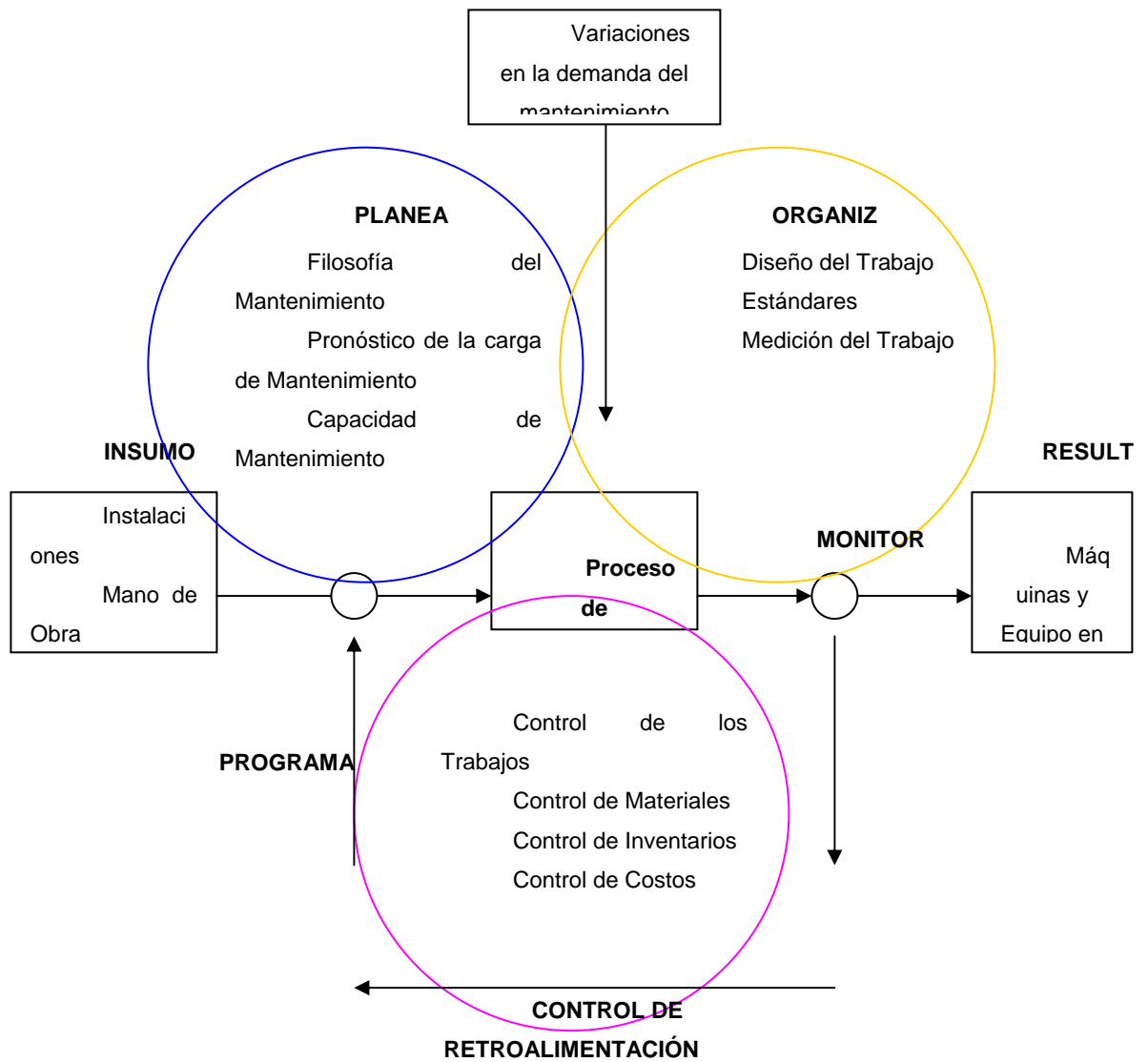


Figura 2.1. Sistema Típico de Mantenimiento

Fuente: "Sistemas de Mantenimiento. Planeación y Control". Duffuaa, S., Raouf, A. y Campbell, J. (2000)

2.2.3. Mantenimiento Productivo Total (TPM).

Mantenimiento Productivo Total es la traducción de TPM (Total Productive Maintenance). El TPM es el sistema japonés de mantenimiento industrial, orientado a lograr cero accidentes, cero defectos y cero averías. Es un sistema de organización donde la responsabilidad no recae solo en el departamento de mantenimiento sino en toda la estructura de la empresa, donde el buen funcionamiento de los equipos o instalaciones depende y es responsabilidad de todos. [5]

Del TPM, se puede decir que este es una filosofía de mantenimiento industrial que combina los conceptos de calidad total en las técnicas de mantenimiento y el involucramiento de todo el personal de las empresas, que a través de su aplicación se logra maximizar el valor de indicador efectividad total de los sistemas, la relación continua y directa del mantenedor-operador. [5]

2.2.3.1. Características del TPM.

- Focalizar la gestión hacia la efectividad total del sistema.
- Dar gran importancia al desarrollo de las competencias de las personas.
- Mantener un ambiente de trabajo con alto grado motivacional e involucrar a todas las personas y todos los niveles de la organización.
- La ejecución de las actividades se logran con pequeños grupos autónomos.
- Es sistematizado.
- La raíz de las paradas de los equipos lo atribuye a las personas involucradas en los procesos.
- Establece la figura del operador-mantenedor.
- No acepta paradas no planificadas de los sistemas.

2.2.3.2. Beneficios de la Aplicación del TPM.

- Aumenta la productividad laboral.
- Reduce los actos inseguros de las personas.
- Mejora el ambiente de trabajo.
- Aumenta la creatividad y generación de ideas.
- Promueve el trabajo en equipo.
- Aumenta la disponibilidad de los sistemas.
- Disminuye las paradas no planificadas.
- Disminuye los defectos en los procesos.
- Busca mantener la calidad del servicio.
- Aumenta la satisfacción del cliente.
- Optimiza los costos de mantenimiento.
- Reduce los inventarios y genera rotación del mismo.
- Asegura la protección integral del ambiente y de los sistemas.

2.2.3.3. Los Ocho Pilares del TPM.

Los procesos fundamentales son también llamados "pilares". Estos sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado, y se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva; la filosofía del Mantenimiento Productivo Total se basa en la aplicación de estos pilares: [5]

1. *Mantenimiento Programado*, se busca unificar criterios de acuerdo a los tipos de mantenimiento empleados en esta filosofía así como realizar una planificación, programación y control del mantenimiento a aplicar.

2. *Mejoras individuales en los equipos*, son actividades realizadas por equipos interfuncionales de trabajo que tiene como objetivo eliminar las pérdidas en los equipos y procesos.
3. *Proyectos MP/LCC (Mantenimiento Preventivo/Costo del Ciclo de Vida)*, para conseguir la mejor forma de alta disponibilidad de los sistemas a través de análisis de costos.
4. *Educación y Capacitación*, se debe tener siempre presente que la mano de obra es la pieza fundamental de cualquier proceso y por ende se debe capacitar para que estos sean multifuncionales, aquí nace el operador-mantenedor.
5. *Mantenimiento de la Calidad*, busca una relación entre los defectos de los productos y las entradas de todo proceso, mano de obra, maquinas, métodos y materiales, con el fin de establecer parámetros que puedan fijar las condiciones del proceso y así ejecutar acciones que prevengan futuros defectos.
6. *Control Administrativo*, busca conseguir las mejoras formas de control para la optimización de las áreas relacionadas al mantenimiento, algunas de estas formas de control son: las 5's, Just in Time, Kamban, Cuadro de Gestión Visual y Tormenta de Ideas.
7. *Medio Ambiente, Seguridad e higiene*, estudia la optimización del mismo.
8. *Mantenimiento Autónomo*, esta compuesto por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan, incluyendo inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando

problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento.

2.2.3.4. Etapas para el Desarrollo del TPM.

Las etapas que se han identificado dentro de la instalación progresiva del TPM se pueden observar en la tabla 2.1. Esta tabla es una guía básica que ayuda a lograr la aplicación de los conceptos de TPM en las actividades de mantenimiento de las organizaciones.

Tabla 2.1. Desarrollo del TPM.

FASE	PASO	DETALLES
PREPARACIÓN	1. La alta dirección anuncia la introducción al TPM.	Conferencia sobre TPM en la compañía, artículos en periódicos.
	2. Programas de educación y campañas para introducir el TPM.	Directores: seminarios / reuniones según niveles. General: presentación filmica.
	3. Crear organizaciones para promover el TPM.	Formar comités especiales en cada nivel para promover TPM; establecer oficina y asignar staff.
	4. Establecer políticas básicas TPM y metas.	Analizar las condiciones existentes; establecer metas; predecir resultados.
	5. Formular plan maestro para desarrollo TPM.	Prepara planes detallados para la implantación de las cinco actividades fundamentales.
INTRODUCCIÓN	6. Organizar un acto de iniciación TPM.	Invitar a clientes, afiliadas y compañías cooperadoras.

IMPLANTACIÓN	7. Mejorar la efectividad de cada pieza del equipo.	Seleccionar equipo modelo; formar equipo de proyecto.
	8. Desarrollar un programa de mantenimiento autónomo.	Promover los siete pasos; fabricar útiles de diagnóstico y establecer procedimientos de certificación de los trabajadores.
	9. Desarrollar un programa de mantenimiento para el departamento de mantenimiento.	Incluye mantenimiento periódico y predictivo y gestión de repuestos, herramientas, dibujos y programas.
	10. Dirigir entrenamiento para mejorar operación y capacidades de mantenimiento.	Entrenar a los líderes, que comunican información con los miembros del grupo.
	<i>Continuación tabla 2.1</i> 11. Desarrollar programa gestión equipos fases iniciales.	Diseño de prevención del mantenimiento, control de encargos, análisis LCC.
ESTABILIZACIÓN	12. Implantación perfecta y elevación niveles del TPM.	Plantear objetivos más elevados.

Fuente: "Fundamentos Básicos de Mantenimiento" Duffuaa, S., Raouf, A. y Campbell, J. (2000)

2.2.3.5. Relación del TPM con la Técnica de las 5S.

La técnica de las 5S se basa en actividades de calidad, competitividad y productividad en la empresa. Las 5S se deben asumir como los fundamentos sobre los cuales se puede construir una cultura de calidad, ya que están orientadas a reforzar actitudes y buenos hábitos en el puesto de trabajo. Estos hábitos de trabajo disciplinado, ordenado y con metodología conducen a lograr metas de calidad y

productividad superiores. Las 5S, son cinco palabras que en japonés empiezan con la letra S y cuyo significado es el siguiente:

1. *Seiri (Clasificar)*: consiste en identificar y separar los objetos necesarios de los innecesarios y en desprenderse de éstos últimos.
2. *Seiton (Ordenar)*: consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los objetos necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.
3. *Seiso (Limpiar)*: consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado.
4. *Seiketsu (Estandarizar)*: consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos.
5. *Shitsuke (Disciplina)*: consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas.

Cada una de estas palabras implica la realización de acciones específicas para su puesta en marcha. La metodología existente en las 5S será útil durante el desarrollo del Mantenimiento Autónomo. La aplicación de Mantenimiento Autónomo en oficinas y áreas administrativas se podrá realizar aplicando las 5S, ya que en estas áreas no es necesario realizar acciones de mantenimiento preventivo como en una fábrica.

Tabla 2.2. Beneficios de las 5S y los pilares del TPM.

Beneficios de las 5S	Pilares del TPM					
	1	2	3	4	5	6
Reducción de las pérdidas	*	*	*	*	*	
Iniciativa y creatividad		*	*			
Cuido de los equipos	*	*	*			
Toma de consciencia		*			*	*
Estandarización		*				*
Higiene		*				*
Menor desgastes físico y mental		*				

Pilar 1. Mantenimiento Planificado

Pilar 2. Mantenimiento Autónomo

Pilar 3. Mejoras Enfocadas

Pilar 4. Mantenimiento de Calidad

Pilar 5. Entrenamiento y Desarrollo de habilidades de operación

Pilar 6. Seguridad y Medio Ambiente

Fuente: “Mantenimiento Autónomo”. Riveiro, H. (2005)

2.2.4. Conceptualización de Sistema de Gestión de Mantenimiento.

La gestión de mantenimiento tiene como finalidad conservar o restituir los equipos de producción a unas condiciones que les permitan cumplir con la función requerida, utilizando una serie de métodos y técnicas específicas para la resolución de problemas muy concretos, ligados por completo al proceso de toma de decisiones en mantenimiento. La gestión de mantenimiento se aplica a toda parte, componente, unidad funcional, equipo o sistema que pueda considerarse individualmente. Estos

sistemas requieren hoy en día unos altos niveles de eficacia para ser competitivos; es decir, deben mantener una determinada capacidad durante un periodo de tiempo en que se programa su funcionamiento. [16]

Si bien el mantenimiento y la gestión de mantenimiento poseen objetivos y metas similares; se tiene que, el mantenimiento es una función analítica, cuyo desarrollo debe ser metódico y dotado de una alta premeditación. Por el contrario, la gestión de mantenimiento se realiza normalmente en circunstancias adversas y con alto nivel de estrés, teniendo como objetivo prioritario la inmediata restitución de los equipos a sus condiciones de operación, utilizando para ello los recursos disponibles.

A efectos de organizar el mantenimiento, lo primero que se debe considerar es la creación de un enunciado que englobe un propósito, una misión, una razón de ser, éste debe convertirse en una filosofía de gestión y debe ser la base para construir el modelo.

La razón de ser del mantenimiento no es otra cosa que garantizar la disponibilidad, funcionalidad y conservación del equipamiento, se debe evitar fallas imprevistas en los equipos y a la vez hacer que las operaciones de mantenimiento se efectúen en tiempos óptimos y a costos razonables.

Definida una misión y también como objetivos la disponibilidad, la funcionalidad y la conservación del equipamiento se armará un modelo de mantenimiento. Utilizando el modelo de la figura 2.1, tenemos en la figura 2.2 lo siguiente:



Figura 2.2. Modelo Insumo-Proceso-Resultado.

Fuente: Elaboración propia

Conociendo los insumos en la actividad de mantenimiento, para luego aplicar los procesos de la gestión de mantenimiento, se podrá obtener de las máquinas y los equipos en operación, los resultados esperados de ellos. Se plantea lo siguiente en la figura 2.3:



Figura 2.3. Modelo Insumo-Proceso-Resultado en la Gestión de Mantenimiento

Fuente: Elaboración Propia

Definido un objetivo de disponibilidad, funcionalidad y conservación del equipamiento es importante monitorear el cumplimiento de éstos. La siguiente figura 2.4 es un paso más hacia la estructura del modelo mismo, habiendo ya definido una misión y planteado los objetivos, es necesario realizar el monitoreo correspondiente:

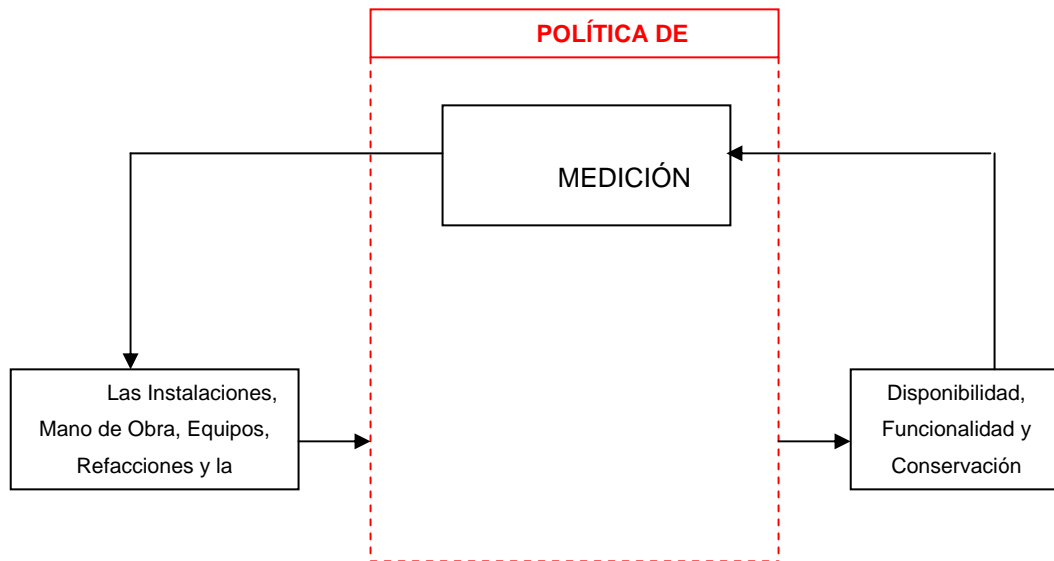


Figura 2.4. Esquema para el Monitoreo del Cumplimiento de los Objetivos de la Gestión de Mantenimiento.

Fuente: "Modelo de Gestión de Mantenimiento: Una Visión Estratégica". Antezana Delgado, J. (2006)

El propio proceso de retroalimentación es el mecanismo mediante el cual se controla la gestión desde el punto de vista de resultados, gracias a ello sabemos si existe o no, una oportunidad de ajustar la gestión para poder alcanzar el objetivo propuesto. Evidentemente esto implica disponer de un sistema confiable de medición y para ello es importante definir cómo hacerlo, un sistema informático puede ayudar mucho en este aspecto.

Ahora que ya se tiene una estructura básica, se esta en posición de completar el modelo el cual se presenta en la figura 2.5:

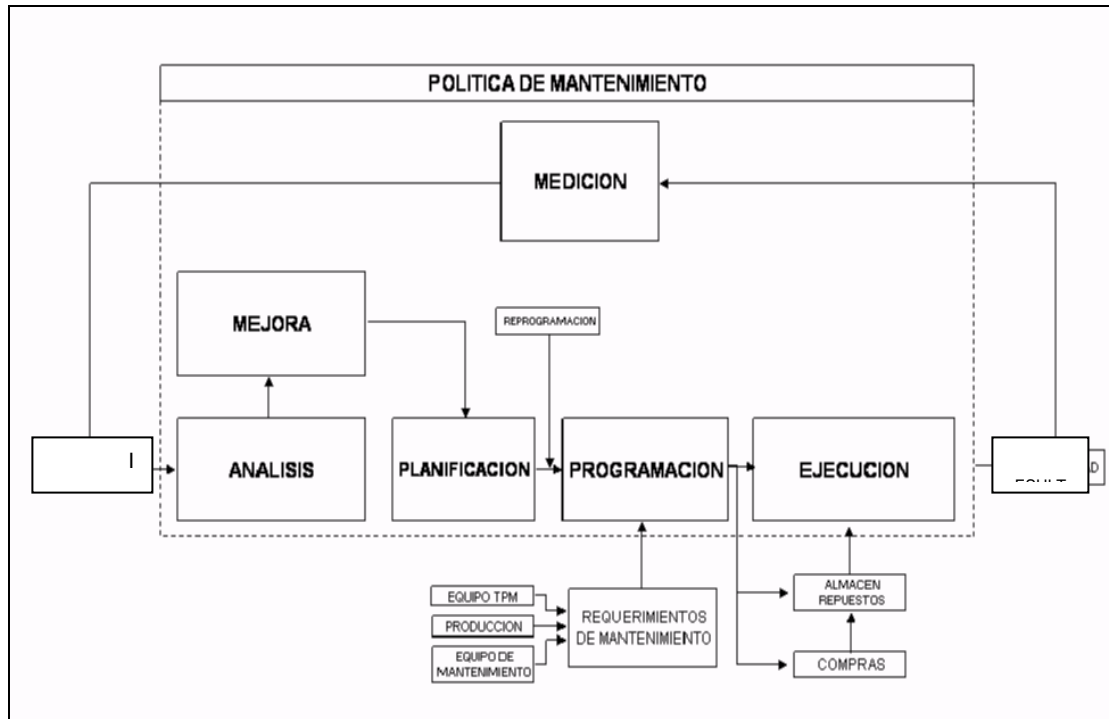


Figura 2.5. Esquema para el Monitoreo del Cumplimiento de los Objetivos de la Gestión de Mantenimiento Ampliado.

Fuente: "Modelo de Gestión de Mantenimiento: Una Visión Estratégica". Antezana Delgado, J. (2006)

A continuación se explicará de manera general cada uno de los procesos integrantes del modelo propuesto, es importante mencionar que el arreglo presentado anteriormente es solo una propuesta posible.

- *Análisis:* Este proceso es de suma importancia por cuanto nos permite identificar las causas que han generado la desviación entre el objetivo real y el objetivo propuesto para luego implementar las medidas correctivas necesarias en nuestra gestión; para ello se puede proponer el uso de herramientas como RCM ó el Análisis Causa Raíz, una vez más el sistema informático es de mucha ayuda como base de

datos para proporcionar información relevante para la identificación de las causas básicas de los problemas, sean éstos puntuales o recurrentes.

- *Mejora:* Este proceso se refiere fundamentalmente a las acciones a implementar, resultado del análisis efectuado con el fin de asegurar que se ha eliminado en forma definitiva las causas básicas del problema, en muchos casos es importante considerar la participación de personal de producción en este proceso. Algunas de las acciones importantes a implementar son: mejoras en el diseño, entrenamiento y capacitación y una buena determinación de necesidades de mantenimiento preventivo como resultado del análisis con la herramienta empleada.
- *Planificación:* Este proceso se refiere a la existencia de una estructura organizada de planes de mantenimiento preventivos que estén alineados con las reales necesidades de los equipos, en casos en los que la cantidad de equipos sea importante, es necesario efectuar un análisis de criticidad. La planificación es una forma organizada de administrar el trabajo de mejora.
- *Programación:* Se refiere a la organización para la ejecución de las actividades de mantenimiento definidas, es decir, la planificación dice qué es de lo que hay que hacer y la programación, con quién y con qué hacer la actividad. Es recomendable definir un horizonte de planificación que puede ser semanal, mensual, etc. en el que es importante considerar la inclusión de los materiales necesarios.
- *Necesidades:* No todo el mantenimiento es alimentado por un sistema organizado, hay muchas empresas y negocios que aceptan una parte de su gestión de mantenimiento como correctiva, alguna información de necesidades proviene de los equipos de Mantenimiento Productivo Total (TPM) dado que ellos tienen contacto directo con los problemas, otra parte proviene del propio equipo de mantenimiento

quienes conocen muy bien los activos, todo ello se constituye en parte importante y hasta cierto punto predictiva que ayudará a eliminar recurrencia.

- *Ejecución:* Es la parte más desarrollada en la gestión de mantenimiento de las empresas, sin embargo se debe sistematizar a fin de hacerla lo menos dependiente de las personas. Documentar adecuada y oportunamente permite minimizar la posibilidad de error y garantizar el éxito en la ejecución; el manejo de manuales y el cumplimiento de especificaciones de seguridad, entre otros, constituyen también parte importante de este proceso.
- *Indicadores de gestión:* Es fundamental definirlos claramente en cada proceso, pues ellos servirán para medir el desempeño en cada etapa; por otro lado es importante definir funciones y responsabilidades en cada proceso así como los recursos de soporte para llevarlas a cabo.

El modelo podría extenderse con las siguientes consideraciones en cada uno de sus procesos que se muestran en la figura a continuación:

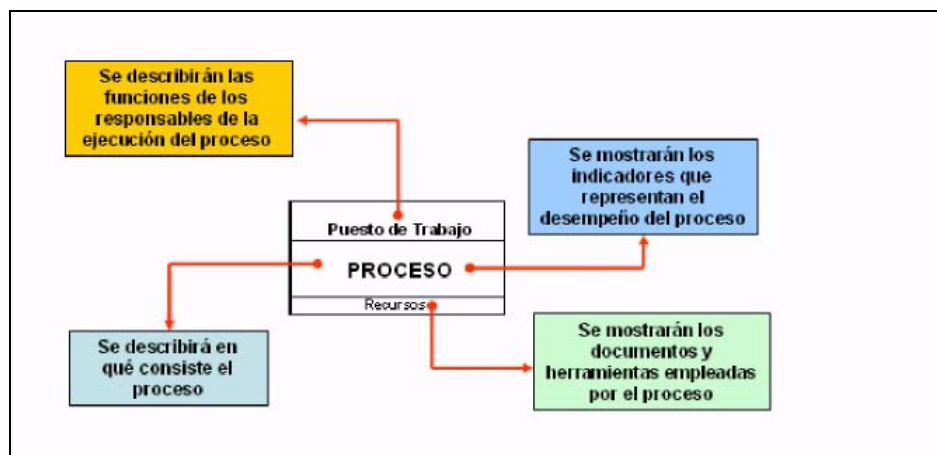


Figura 2.6. Esquema Detallado del Proceso en un Sistema de Gestión de Mantenimiento.

En base a la teoría expuesta, la figura 2.7 muestra el modelo de un sistema de gestión que se presenta es el que sigue:

Disponer de un modelo de gestión de mantenimiento es materializar la forma de operar en un documento, esto hace tangible la gestión misma y permite poner en práctica de manera más organizada la forma de gestionar y dirigir; el principal valor para el caso de mantenimiento es organizarse de manera tal de evitar que el caos de necesidades variadas que se presentan día a día desenfocan su gestión, es decir le provee orientación, organización y sentido de importancia.

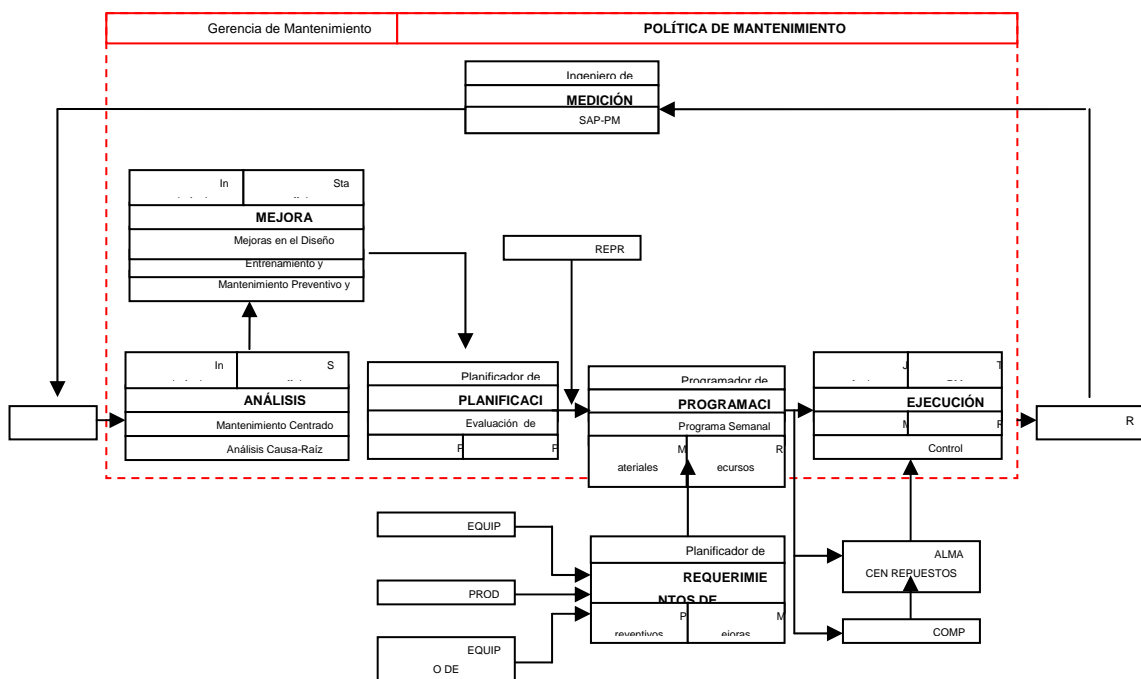


Figura 2.7. Modelo de Sistema de Gestión de Mantenimiento.

Fuente: "Modelo de Gestión de Mantenimiento: Una Visión Estratégica". Antezana Delgado, J. (2006)

Una vez armado el modelo, lo más importante es lograr articularlo, esta tarea, liderada por la dirección, debe ser acompañada de una adecuada estrategia de comunicación y difusión, así como claras responsabilidades definidas en cada puesto integrante del modelo.

2.3. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.

Para el desarrollo del sistema de gestión de mantenimiento, se consideraron unas actividades previas a la implantación del mismo, las cuales se presentan a continuación:

2.3.1. Auditoría de Mantenimiento.

La auditoría viene a ser el examen que se efectúa a las actividades de mantenimiento para evaluar si cumple con los planes establecidos, y si éstos son efectivos y adecuados en la práctica para alcanzar los objetivos de la empresa. Típicamente estas auditorías son realizadas por personas ajenas a la organización de mantenimiento. Para lograr una buena evaluación del mantenimiento, es necesario investigar lo siguiente:

- La organización.

La investigación en la organización proporciona información acerca de la estructura que conforma el área de mantenimiento, muestra además las metas y objetivos del área para luego poder determinar si éstos cumplen o no a lo establecido. Para llevar a cabo esta investigación es necesario evaluar lo siguiente: el organigrama del departamento de mantenimiento, niveles administrativos, función de planificación, función de mantenimiento preventivo, respaldo administrativo y dotación de personal. [6]

- Documentación de la gestión de mantenimiento.

La auditoría en este punto busca verificar si el uso de las órdenes de trabajo se está realizando en forma debida. Las órdenes de trabajo pueden ser emitidas manualmente en formatos o automáticamente por un sistema o software de mantenimiento. Las órdenes de trabajo poseen datos que sirven para la elaboración del historial de cada máquina, la programación de las actividades de mantenimiento a los equipos según la prioridad y apoyo en la gestión de mano de obra y recursos de mantenimiento. Por lo que una buena revisión de estos documentos abarca: El formulario de órdenes de trabajo, calidad de las solicitudes de trabajo, sistema de prioridades, flujo de las órdenes de trabajo, procedimientos de emergencia, responsabilidad por la calidad del trabajo, presentación de informes sobre uso de tiempo y retrasos contra órdenes de trabajo. [6]

- *La planificación y programación.*

La planificación y programación del mantenimiento se realiza sobre la base de las necesidades de los usuarios o equipos. Para realizar una buena planificación y programación de las tareas de mantenimiento se deben tener claros los siguientes puntos: mano de obra, materiales, procedimientos de planificación, trabajo ejecutado y pendiente. [6]

- *El seguimiento del trabajo.*

Una vez realizada la planificación y programación de las actividades de mantenimiento, se procede con el seguimiento de las tareas para que sean monitoreadas y bien llevadas, en esta etapa es necesario hacer el seguimiento tanto a las asignaciones de cuadrillas a los trabajos, como a la efectividad de los supervisores. En lo referente a la asignación de cuadrillas a los trabajos se deben revisar los trabajos proyectados y no proyectados, además de las emergencias en la dotación del personal. [6]

- La productividad.

Al analizar la capacidad del sistema de mantenimiento, se debe tomar en cuenta los trabajos o acciones que es capaz de asumir sin que esto signifique una disminución de la calidad del servicio. En este sentido, se toman decisiones específicas que incluyen predicción, planificación de las instalaciones, planificación agregada, programación, planificación de capacidad y análisis de cola, siendo los clientes a quienes se debe atender, las demás áreas de la empresa y sus equipos. [6]

Al realizar la auditoría de la gestión del mantenimiento se logrará tener una visión más clara de todo el sistema. Además, en esta fase se obtiene información importante relacionada con las acciones de mantenimiento planificado, ejecutada, fallas de equipos, entre otros, la cual puede ser analizada con mayor facilidad a través de indicadores.

2.3.1.1. Auditoría Interna.

Según Milano, T. (2005), “el diagnóstico de la situación de una organización de mantenimiento exige la evaluación exhaustiva de una amplia variedad de factores que, en su conjunto, constituyen los aportes de la organización a la calidad de los servicios prestados. Por ello se debe realizar, anualmente al menos, una evaluación de la organización para buscar respuestas a interrogantes como las siguientes:

- ¿Se está cumpliendo cabalmente con la misión?
- ¿Se está haciendo realmente lo que se debe hacer?
- ¿Se conoce hacia dónde se va y hacia dónde se deberían orientar los recursos?
- ¿Se está alineado con las tendencias a nivel nacional y mundial?
- ¿Se está midiendo realmente el grado de éxito?
- ¿Se está preparado para enfrentar las oportunidades y peligros del entorno?”

No hay fórmulas simples en este sentido, tampoco hay reglas fijas o inmutables con validez para siempre y en todos los casos. Cualquier posible análisis debe hacerse con la suficiente flexibilidad para admitir todos los posibles tratamientos individualizados.

De la auditoría interna se identifican las fortalezas y debilidades de la organización en sus actividades de gerencia general, mercadotecnia, finanzas y contabilidad, producción y operaciones, investigación y desarrollo y sistemas computarizados de información, las cuales son áreas que dan origen a estos factores internos.

Las fortalezas son posiciones favorables que posee la organización en algunas de las actividades mencionadas en el párrafo anterior y que la colocan en condiciones de responder eficazmente a las oportunidades y amenazas del ambiente externo; mientras que *las debilidades* son posiciones desfavorables que tiene la organización con respecto a algunas de sus actividades y que la colocan en condiciones de no poder responder eficazmente a las oportunidades y amenazas del ambiente externo. [6]

Se han desarrollado diferentes métodos para identificar los factores internos de una organización. Entre estos instrumentos se pueden mencionar los siguientes:

- Evaluación por Áreas y Funciones.
- Manual para la Evaluación de los Sistemas de Mantenimiento en la Industria (Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. Norma 2500-93)
- Puntos Críticos del Éxito en Mantenimiento (PCEM).
- Evaluación Estratégica del Mantenimiento (Price Waterhouse Coopers).
- Benchmarking (Internacional Benchmarking Clearinhausen).

El proceso de identificar y evaluar las fuerzas y debilidades de la organización en las áreas funcionales de un negocio es una actividad vital de la administración estratégica. Las organizaciones luchan por seguir estrategias que aprovechen las fuerzas y fortalezcan las debilidades internas. [6]

Para realizar la auditoria interna del mantenimiento en la empresa 2A Ingeniería, C.A. se utilizarán los cuestionarios que se presentan en el ANEXO A de elaboración propia, que fueron diseñados en base a la Norma COVENIN 2500-93.

2.3.2. Norma Venezolana COVENIN 2500-93.

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

- Organización de la empresa.
- Organización de la función de mantenimiento.
- Planificación, programación y control de las actividades de mantenimiento.
- Competencia de personal.

Antes de realizar la evaluación de la empresa mediante esta norma, es necesario disponer de las definiciones de los principios básicos, deméritos y el criterio para la ponderación.

2.3.2.1. Principio Básico

Según la Norma COVENIN 2500-93, “es aquel concepto que refleja las normas de organización y funcionamiento, sistemas y equipos que deben existir y aplicarse en mayor o menor proporción para lograr los objetivos del mantenimiento.”

2.3.2.2. Deméritos.

Según la Norma COVENIN 2500-93, “es aquel aspecto parcial referido a un principio básico, que por omisión o su incidencia negativa origina que la efectividad de este no sea completa, disminuyendo en consecuencia la puntuación total de dicho principio.”

2.3.2.3. Criterios para la Ponderación del Principio Básico.

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

En el análisis se emplearán técnicas de entrevistas no estructuradas y un cuestionario cerrado con respuestas dicotómicas (SI/NO) para el desarrollo de este estudio. El cuestionario fue seccionado en cuatro partes, cada una representa el área

funcional ha ser evaluada; las preguntas fueron elaboradas basadas en los deméritos de las Normas COVENIN 2500-93 *Manual para Evaluar los Sistemas de Mantenimiento en la Industria (1ª Revisión)*.

2.3.3. Análisis Estructural.

La técnica del análisis estructural, analiza las variables del objeto de estudio como un sistema donde cada elemento guarda una relación de interdependencia. Esta técnica, dado su desarrollo procedimental, puede considerarse una técnica cuantitativa, ya que hace uso de índices estadísticos o de la elevación en potencial de matrices para poder obtener el valor de motricidad o de dependencia de las variables. Es por ello que resulta una técnica de gran utilidad para poder establecer cuáles son aquellas variables que por su influencia afectan todo el sistema y poder emprender, a partir de los resultados obtenidos, alguna estrategia para su modificación, pues cualquier acción sobre ellas modificará a las demás. [19]

2.3.3.1. Matriz de Análisis Estructural.

Una vez que se tienen bien establecidas y definidas las variables a utilizar, estas se distribuyen, tanto por filas como por columnas en un cuadro de doble entrada o matriz. Las variables que ocupen el lugar de las filas se manejan como influyentes (motrices) y cuando estén en las columnas, como influidas (dependientes). Posteriormente, se asigna qué tipo de influencia se trata en cada una de las variables; para ello, se utiliza la siguiente pregunta auxiliar ¿Existe una relación de influencia directa entre la variable i (influyente/fila) y la variable j (influida/columna)? Dicha influencia es representada asignando valores de cero (0) y uno (1) a las variables, dependiendo si influye o no en las demás. Se establece el valor 0 para una influencia nula y 1 para una influencia real. [19]

La razón de hacer dicha asignación de un valor numérico es para poder establecer una sumatoria tanto de filas como por columnas. La sumatoria de los números por filas nos indica las veces que cada una de las variables impactaron a las restantes. La sumatoria de los unos por columna nos indica las veces que cada variable es influida por las restantes.

2.3.3.2. Cálculo de Valores de Motricidad y Dependencia.

Una vez construida la matriz de análisis estructural, se obtiene un factor de influencia y uno de dependencia, que es fácilmente observable mediante el establecimiento de índices de motricidad y dependencia. Dichos índices se obtienen de la división de cada una de las sumatoria tanto de filas como de columnas, entre el total de la suma de las sumatorias. [19]

2.3.3.3. Relación de Motricidad y Dependencia.

Una vez obtenida la información anterior, para poder establecer, de qué tipo de variables se trata, se procede a relacionar cada uno de los índices de influencia con cada uno de los índices de dependencia en un plano cartesiano. El eje Y es motricidad, y el eje X dependencia; donde el límite entre cada zona es el promedio resultante de la división del porcentaje total (100%) entre el número de variables existentes. [19]

Se considera que una variable tiene motricidad alta cuando el porcentaje de motricidad de ésta es mayor al promedio y una baja motricidad cuando su porcentaje es menor al promedio. De manera análoga sucede con el porcentaje de dependencia. [19]

Así, una vez que graficado cada uno de los índices (figura 2.8), se puede observar el lugar que ocupa cada una de las variables, lo cual permitirá establecer cuáles son aquellas que por su influencia afectan todo el sistema. La utilización de dicha técnica permite, que una vez ubicadas las variables claves o motrices (cuadrantes I y II), se pueda emprender alguna estrategia para su modificación, ya que cualquier acción sobre ellas modificará a las demás. [19]

- Zona de Poder.

En ella se encuentran las variables que tienen más alta motricidad y la más baja dependencia. Por ello, son las más importantes porque influyen sobre la mayoría y dependen poco de ellas. Las modificaciones que en ellas ocurran tienen repercusiones en todo el sistema. Son las que deben recibir mayor atención a su solución.

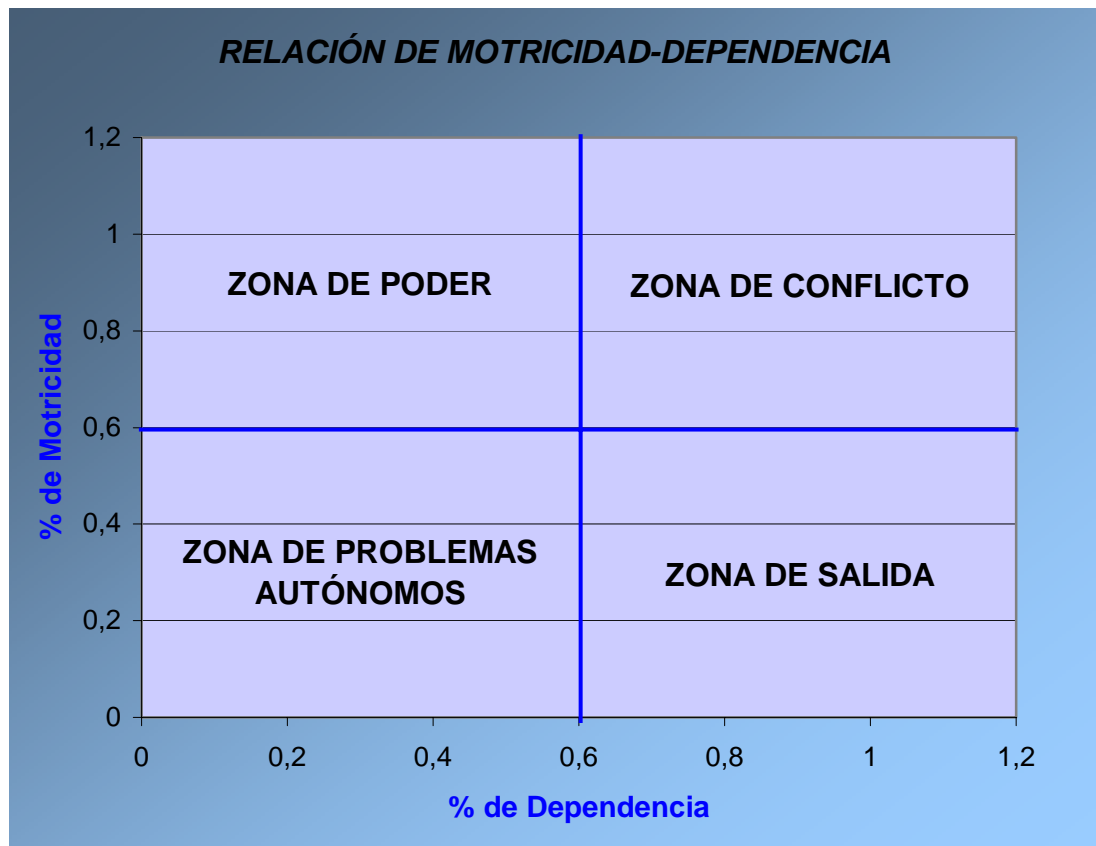


Figura 2.8. Gráfico de la Relación de Motricidad y Dependencia

Fuente: Elaboración Propia

- Zona de Conflicto.

Se hallan variables de alta motricidad y alta dependencia. Son variables muy dependientes pero también altamente vulnerables. Al igual que influyen son influidas. Las variaciones que ocurran en ellas tendrán repercusiones en todo el sistema. Después de las variables de la zona de poder son las que deben recibir la atención porque cumplen la función de enlace entre la zona de poder y las restantes, porque sus consecuencias se reflejarán en las variables de la zona de salida que son consecuencia de las anteriores.

- Zona de Salida.

Están todas aquellas que son producto de las anteriores. Tiene poca motricidad, pero una alta dependencia. Antes de darles solución a este tipo de variables se debe dar solución a las de poder y conflicto, porque estas son consecuencia.

- Zona de Problemas Autónomos.

Estas variables ni influyen, ni son influidas significativamente. Por ello tienen muy poca motricidad y muy poca dependencia.

2.3.4. Análisis de las Variables.

Partiendo de los resultados de la auditoría interna de mantenimiento y el análisis estructural, se realiza una descripción de la causa del problema y las repercusiones que trae al área en que se encuentran.

2.3.5. Proceso de Decisión de la Filosofía más Adecuada para la Empresa.

Este proceso se basa en un cuadro comparativo de las características básicas de cada filosofía: Mantenimiento Productivo Total (TPM), Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) y Mantenimiento Clase Mundial (WCM). A través de un análisis cualitativo de las metodologías, y de acuerdo a las necesidades y objetivos de la empresa, se selecciona la filosofía que mejor se ajusta a la situación actual de la empresa.

Tabla 2.3. Cuadro comparativo entre las filosofías TPM, RCM y WCM.

Ítem Comparado	TPM	WCM	RCM	Conclusión
Aspectos Técnicos	Desempeño del Equipo	Mejora de actividades y procesos	Mejora el rendimiento operacional de los activos	<p>El TPM es más apropiado cuando existe una gran pérdida por problemas de los equipos.</p> <p>El WCM es más apropiado cuando existe deficiencia en la calidad del producto, sobretodo la percibida por el cliente.</p> <p>El RCM es más apropiado cuando el mantenimiento que se ha aplicado no es confiable.</p>
Aspectos Económicos	Reducción de Costos	Reducción de Costos	Optimización de los costos de mantenimiento	<p>El TPM es recomendado cuando existe una fuerte competitividad, pues una reducción de los costos en un 10% equivale aproximadamente al doble en aumento de ingresos.</p> <p>El WCM es más apropiado cuando se desea ampliar la cuota de mercado de la empresa.</p> <p>El RCM es más apropiado cuando se desea a largo plazo el aumento de la relación costo/beneficio.</p>

Tabla 2.3. Cuadro comparativo entre las filosofías TPM, RCM y WCM.(continuación)

Ítem Comparado	TPM	WCM	RCM	Conclusión
Actividades	Son más prácticas	Compromiso gerencial centrado en equipos de trabajo	Proceso sistemático y analítico	<p>El TPM es el más apropiado cuando se desea un cambio físico y de comportamiento en el área productiva en un corto plazo.</p> <p>El WCM es más apropiado cuando se desea un cambio de comportamiento de la alta y media gerencia, a medio o largo plazo.</p> <p>El RCM es apropiado cuando se desea determinar las políticas para mejorar las funciones de los sistemas o equipos en su contexto operacional.</p>
Tipo de Gestión	Departamental	Interdepartamental	Departamental	<p>El TPM involucra directamente los departamentos de producción, mantenimiento e ingeniería.</p> <p>El WCM involucra todos los departamentos de la empresa.</p> <p>El RCM involucra al departamento de mantenimiento y producción.</p>

Tabla 2.3. Cuadro comparativo entre las filosofías TPM, RCM y WCM.

(continuación)

Ítem Comparado	TPM	WCM	RCM	Conclusión
<p>Percepción del Futuro</p> <p><i>Continuación tabla 2.3</i></p>	De adentro hacia fuera	De afuera hacia adentro	De adentro hacia fuera	<p>El TPM busca reducir y eliminar las pérdidas, con esto tiende a producir productos más baratos.</p> <p>El WCM busca juntar los procesos productivos, las necesidades, oportunidades y tendencias del mercado.</p> <p>El RCM busca optimizar la confiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas.</p>
<p>Resolución de Problemas</p>	Deductiva	Inductiva	Deductiva	<p>El TPM busca solucionar un determinado problema a través de un estudio físico-mecánico que esta ampliamente explicado en literatura.</p> <p>El WCM busca solucionar un problema y después aplicar lo aprendido para todos los problemas similares.</p> <p>El RCM busca solucionar un problema a través de la evaluación de consecuencias y así determinar las estrategias más adecuadas al contexto de operación.</p>

Tabla 2.3. Cuadro comparativo entre las filosofías TPM, RCM y WCM.
(continuación)

Ítem Comparado	TPM	WCM	RCM	Conclusión
Herramientas preferidamente utilizadas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reducción de inventarios. ▪ Producción sincronizada. ▪ Control visual. ▪ 5S 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planificación y programación proactiva. ▪ Análisis de Causa-Raíz. ▪ Herramientas de confiabilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Análisis Causa-Raíz. ▪ Análisis de Confiabilidad y Riesgo. ▪ Análisis de Modos y Efectos de Fallos (AMEF). 	<p>Herramientas como un sistema de recomendaciones y participación son utilizadas por ambos.</p>

2.3.6. Conceptualización de Software de Mantenimiento.

Un sistema informatizado para la gestión de mantenimiento es un software diseñado por expertos en mantenimiento y en sistemas, que conocen la actualidad y tendencias del sector. Es un sistema que nace para atender la administración del mantenimiento y abarca materiales y personal; también se enfoca en la disponibilidad de recursos para atender las necesidades del mantenimiento. [11]

Esta clase de software ayuda en el proceso de recopilación de datos, registros, almacenamiento, actualización, procesamiento, comunicación y pronósticos. Son esenciales para la planeación, programación y control de las actividades de mantenimiento. Mediante informes eficaces, esta herramienta puede proporcionar a

los gerentes y a los ingenieros de mantenimiento la información necesaria para una toma de decisiones acertada para controlar y mejorar el proceso de mantenimiento. Pueden correr en computadoras grandes (mainframes), microcomputadoras, estaciones de trabajo y computadoras personales. Además, pueden ser un sistema independiente o parte de una red en un ambiente cliente-servidor. El software puede funcionar mediante menús con ventanas, y generalmente están enlazados con los sistemas de inventarios, nóminas, compras y contabilidad. [11]

El objetivo final de un sistema informatizado aplicado al mantenimiento es: proporcionar informaciones que permitan obtener un aumento de la rentabilidad de la empresa, utilización más eficiente del factor humano y material disponible, mejora en el desempeño y fiabilidad de los equipos.

2.3.6.1. Características Básicas que Debe Poseer el Software.

Según Prando R. (1996), “Al momento de seleccionar un software de mantenimiento es necesario que éste cuente con las siguientes características:

- Facilitar la actualización periódica y sencilla de sus datos e información.
- Preverse la integración con otros sistemas informáticos que operen en otros departamentos de la empresa.
- Estar operando tantas horas diarias como funcione la empresa.
- Disponer de una estructura modular y flexible para facilitar su implementación y responda a las necesidades particulares de cada empresa.”

2.3.6.2. Módulos de un Software de Mantenimiento.

Según Duffuaa, S., Raouf, A. y Campbell, J. (2000), “un sistema informatizado para la gestión de mantenimiento tiene que disponer de los siguientes módulos:

- Administración de equipos.

Este módulo proporciona información acerca de los datos técnicos y el historial de cada equipo. También interactúa con la planeación y control de las órdenes de trabajos para la generación de dichas órdenes. La información disponible en este archivo puede utilizarse para tomar decisiones con relación al reemplazo de equipos.

- Control de órdenes de trabajo.

Este módulo es el responsable de la ejecución del sistema de órdenes de trabajo, y ayuda en el proceso de planeación y programación de las mismas. El primer paso para cada orden de trabajo es su planeación. Luego, después de planear un grupo de órdenes de trabajo, éstas se programan. Para cada orden de trabajo completada se genera un informe, éste proporciona una indicación del flujo de trabajo y puede ser utilizado en un diagrama de flujo del desempeño del mismo.

- Administración de las especialidades en mantenimiento.

Este módulo lleva un seguimiento del estado de las especialidades de mantenimiento a fin de proporcionar al planificador/programador la información necesaria para programar las órdenes de trabajo. El planificador/programador, al ejecutar el módulo de control de órdenes de trabajo, necesita interactuar con este módulo para determinar la disponibilidad de trabajadores.

- Abastecimiento y control de materiales.

La disponibilidad de las refacciones y los materiales es decisiva para una planeación, programación y control sin contratiempos del trabajo de mantenimiento. Las funciones básicas de este módulo son las siguientes: *indicar la disponibilidad de*

los materiales, proporcionar información sobre los materiales solicitados y su estado, borrar las órdenes de compra abiertas, realizar ajustes en el inventario, iniciar las órdenes de compra, y buscar órdenes de compra que estén en espera de material y cambiar su estado a la llegada del material.

- *Informes de Desempeño.*

Este módulo interactúa con todos los demás módulos para monitorear las actividades de mantenimiento, y proporciona diversos tipos de informes de costos y desempeño. El módulo puede adaptarse para generar todos los informes necesarios.”

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1. LA EMPRESA.

Tal como se expone en el planteamiento del problema, 2A Ingeniería C.A. es una empresa venezolana privada fundada en el año de 1985, ubicada en la zona norte del Estado Anzoátegui. Fue creada con el objetivo de prestar servicios de construcción y asesoría en proyectos para industrias Petroleras, Petroquímicas y Telecomunicaciones.

En más de veinte años de experiencia dicha empresa ha desarrollado un gran número de proyectos y obras, siendo los más recientes el mantenimiento en el área de telefonía celular para las empresas MOVILNET y DIGITEL en la región Nor-Sur Oriental del país. Proyectos en lo que se destacan:

- Mantenimiento de infraestructura de telefonía celular.
- Mantenimiento de las estaciones de telecomunicaciones Red de Telefonía GSM. Eje operativos Puerto La Cruz Norte, Puerto La Cruz Urbano, Nueva Esparta, Monagas, Puerto Ordaz.
- Y construcción de Estaciones Radio bases.

Para este estudio se tomará como referencia el servicio de mantenimiento de los equipos e infraestructura realizado por 2A Ingeniería, C.A. para la empresa Movilnet.

3.1.1. Visión de la Empresa.

Según el Manual de Organización de 2A Ingeniería, C.A., la visión de la empresa: “Ser los líderes en la prestación de los servicios de ingeniería, mantenimiento, construcción, instalación y puesta en marcha de instalaciones industriales, del oriente venezolano”.

3.1.2 Misión de la Empresa.

Según el Manual de Organización de 2A Ingeniería, C.A., la misión de la empresa: “Brindar servicios técnicos de ingeniería de optima calidad que satisfaga plenamente a nuestros clientes, mediante la atención inmediata, el uso de tecnología de punta, personal calificado y precios competitivos, basados en nuestra responsabilidad, mística en el trabajo y trayectoria exitosa en el mercado”.

3.1.3. Estructura Organizativa de la Empresa.

El Manual Organizativo de la empresa establece una estructura organizativa mixta (funcional y matricial), debido a que esta modalidad es más flexible para adaptarse a las variaciones en la cantidad y variedad de los proyectos, así como también a la dinámica de las actividades. La figura 3.1 muestra un esquema de la estructura organizativa de la empresa.

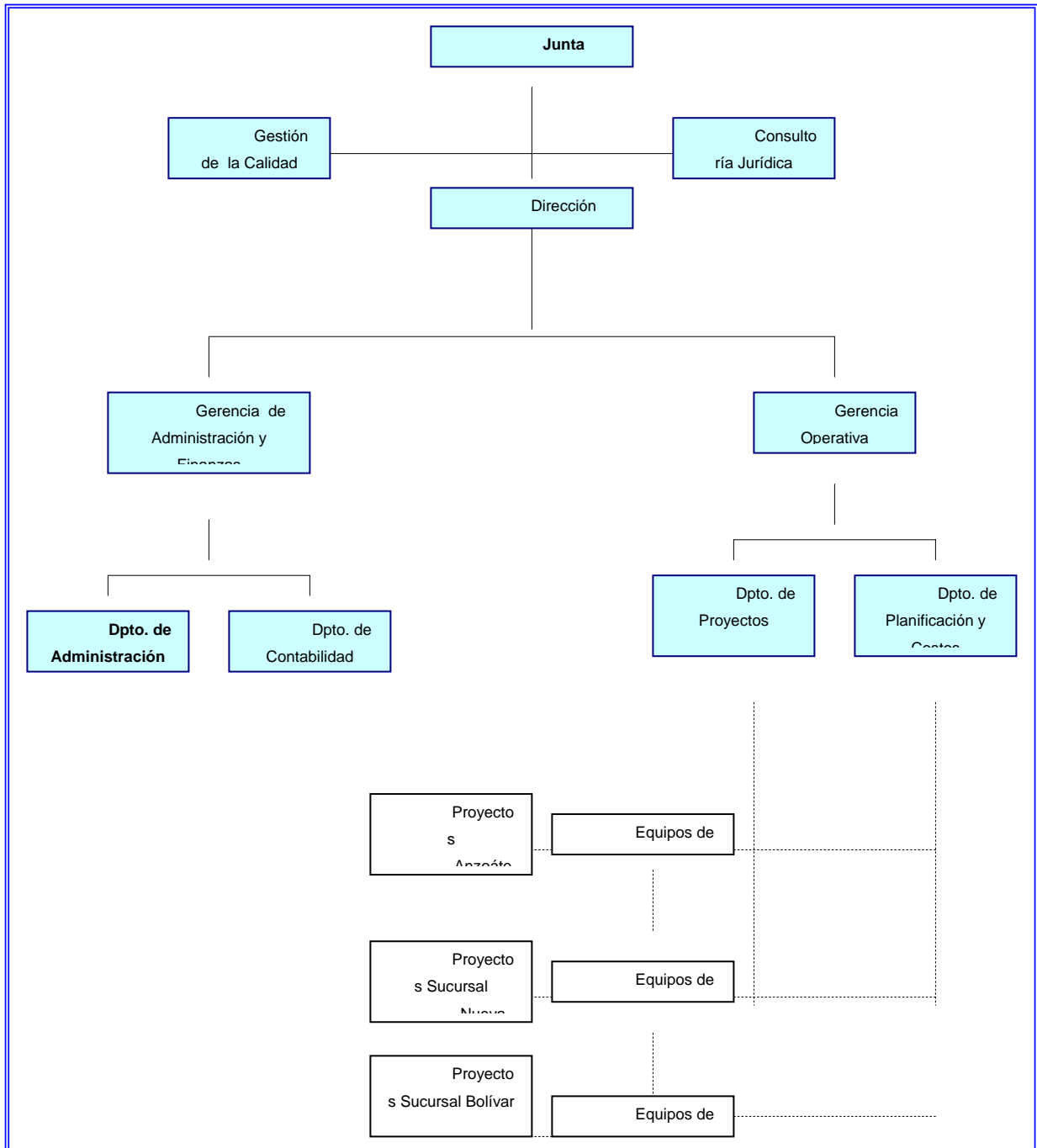


Figura 3.1. Organigrama General de la Empresa 2A Ingeniería, C.A.

Fuente: Manual de Organización de 2A Ingeniería, C.A.

Los diferentes niveles organizacionales de la empresa son:

- *Nivel Directivo o Estratégico:* Se encuentra conformado por la Junta Directiva y la Dirección General, estas se encargan de tomar decisiones financieras y operacionales de la empresa, estableciendo los planes, estrategias y objetivos a ejecutarse; fijando políticas de inversión; supervisando y evaluando la gestión de calidad de las actividades que se desarrollan en la misma. Adicionalmente, se encuentran como función asesora la Consultoría Jurídica y la Gestión de Calidad, debido a que manejan ámbitos de competencia que involucran a toda la organización.

- *Nivel de Coordinación o Gerencia Media:* Este nivel esta conformado por dos Gerencias adscritas a la Dirección General, la Gerencia de Operaciones y la Gerencia de Administración y Finanzas, a las cuales les corresponde como responsabilidades básicas el análisis de los resultados, la planificación y coordinación de las funciones a través de las cuales se materializa las metas establecidas.

- *Nivel de Ejecución o Departamental:* Es aquí donde se construye la base operacional de la organización, en él se ubican los Departamentos Administrativo y Técnico, así como también los equipos de trabajos asignados para los proyectos tanto de la oficina principal como de las sucursales. Cabe destacar que cada sucursal dispone de un personal asignado para la zona pero el manejo administrativo y operacional se lleva a cabo en la oficina principal (Estado Anzoátegui). La generación, procesamiento y almacenamiento de la información que sustenta la toma de decisiones oportuna y confiable se realiza en este nivel.

3.1.4. Descripción de Funciones.

El Manual de Organización de 2A Ingeniería, C.A. describe las funciones de cada unidad organizacional de la empresa:

- *Dirección General.*

Se encarga de definir las políticas y directrices de la empresa, así como vigilar que los lineamientos sean implementados en forma adecuada y oportuna, con la finalidad de lograr las metas propuestas y los resultados deseados. Sus funciones son las siguientes:

1. Evalúa las políticas de calidad, expansión, desarrollo de la empresa y coordina que se ejecuten adecuadamente.
2. Analiza y autoriza las inversiones y movilizaciones financieras.
3. Evalúa periódicamente la gestión de la empresa y la satisfacción del cliente acordando las acciones necesarias con las unidades involucradas.

- *Consultaría Jurídica.*

Asesora a la Junta Directiva y demás unidades de la empresa en los asuntos en materia legal. Sus funciones son las siguientes:

1. Representa a la empresa en todos los asuntos de índole legal, así como asistirle cuando lo requiera.
2. Elabora y revisa los documentos legales de la empresa, las actas de asambleas, poderes, presentación en el Registro Mercantil, modificaciones estatutarias y demás actas de la Junta Directiva, así como contratos de servicios entre otros.

- *Gestión de la Calidad.*

Esta es la encargada de asesorar a la Junta Directiva y demás unidades de la organización en materia de Gestión de Calidad y aplicación de normas de relacionadas. Sus funciones son las siguientes:

1. Asiste a la empresa en la definición de políticas, planes y objetivos para implantar y mejorar los Sistemas de Gestión de Calidad, así como también en la aplicación de las normas de Calidad.
2. Asesora y forma al personal en el cumplimiento de los requisitos de Calidad y la satisfacción del cliente.
3. Planifica y coordina la realización de las Auditorías Internas y Externas.

- Gerencia de Administración y Finanzas.

En esta unidad se planifica, coordina, verifica y supervisa los procesos realizados por los Departamentos de Administración y Contabilidad. Sus funciones son las siguientes:

1. Coordina, dirige y supervisa los procesos administrativos de la empresa conjuntamente con la Dirección General.
2. Garantiza que los registros contables así como los Estados Financieros de la empresa, sean realizados de acuerdo con las normas y procedimientos contables establecidos por la Federación de Contadores Públicos de Venezuela y el Colegio de Contadores Públicos del Estado Anzoátegui, así como con los Principios de Aceptación General.

- Departamento de Administración.

Se encarga de planificar, coordinar y supervisar los procesos básicos de las unidades de: Facturación, Cobranzas, Tesorería y Recursos Humanos. Sus funciones son las siguientes:

1. Supervisa y controla los pagos emitidos, así como suministrar la información de soporte de los mismos a la Gerencia Administrativa de acuerdo a los procedimientos establecidos.
2. Vela que los documentos requeridos por el Departamento de Contabilidad sean suministrados oportunamente por las unidades de trabajo: Recursos Humanos, Facturación, Cobranzas y Tesorería.
3. Coordina periódicamente la ejecución de programas de evaluación del personal que labora en la empresa.
4. Sirve de enlace entre los organismos públicos y nacionales como el: SENIAT, IVSS, INCE, Ministerio del Trabajo, etc.

▪ Área de Recursos Humanos:

- a) Elabora la pre-nómina para la revisión y autorización por parte de la Gerencia Administrativa y posteriormente realizar el pago de la nómina.
- b) Efectúa las transacciones bancarias necesarias para el pago de la Nómina en forma oportuna.
- c) Ejecuta el registro de los ingresos y egresos del personal de la empresa.
- d) Efectúa los cálculos necesarios para los pagos de las obligaciones tales como: SSO, LPH, INCE, ISLR, Paro Forzoso, entre otros.
- e) Mantiene actualizado los registros de personal y los expedientes correspondientes.

▪ Área de Facturación y Cobranzas:

- a) Elabora la facturación de los servicios prestados a los clientes, según la información suministrada por la Gerencia Operativa.
- b) Controla la facturación emitida y la gestión de cobro al cliente según su vencimiento.
- c) Entrega oportunamente a la unidad de Contabilidad los documentos necesarios para la realización de los registros necesarios.
- d) Presenta a la Gerencia Administrativa los resultados obtenidos en forma periódica y oportuna.

▪ Área de Tesorería

- a) Efectúa los pagos a los proveedores oportunamente, con previa autorización de la Gerencia de Administración y Finanzas.
- b) Entrega oportuna al Departamento de Contabilidad de los documentos necesarios para los registros pertinentes.
- c) Controla el que los fondos de Caja Chica sean administrados de acuerdo a los procedimientos establecidos.
- d) Mantiene informada a la Gerencia Administrativa del saldo de las cuentas por pagar.

▪ Departamento de Contabilidad.

Esta unidad garantiza que se realice oportunamente los Registros Contables de todas las transacciones financieras de la empresa, de acuerdo con las normas de aceptación general estipuladas en las normas y leyes venezolanas, para generar los informes demostrativos de la situación financiera de la empresa. Sus funciones son las siguientes:

1. Revisa que la información recibida de las otras unidades organizacionales, cumplan con los requisitos establecidos para su posterior procesamiento, archivo y resguardo, para luego proceder a realizar los registros contables de las transacciones realizadas.
2. Elabora los estados financieros de la empresa.
3. Prepara el pago de los impuestos al fisco en forma oportuna y realizar las declaraciones de ISLR al final del ejercicio económico y efectuar los pagos de patente e impuestos municipales.
4. Vela que se apliquen adecuadamente las medidas preventivas y correctivas necesarias para suprimir los errores en los registros contables de la empresa.

- Gerencia Operativa.

Su función principal es la de garantizar la satisfacción de los servicios prestados a los clientes en forma integral de acuerdo a los objetivos y metas propuestas por la empresa. Sus funciones son las siguientes:

1. Coordina los procesos del Departamento de Proyectos y Departamento de Planificación y Costos.
2. Supervisa la ejecución de los proyectos en forma periódica y controlar las actividades de campo.
3. Coordina y controla la asignación de los recursos financieros a cada unidad de trabajo.
4. Coordina con las unidades adscritas la entrega de los documentos requeridos por el Departamento de Contabilidad.
5. Coordina que se realicen los mantenimientos preventivos y correctivos a los equipos y vehículos operativos de la empresa.
6. Mantiene informada a la Dirección General de la ejecución de los proyectos u órdenes de servicios con la finalidad de garantizar la satisfacción del cliente.

- Departamento de Proyectos.

Garantiza la ejecución efectiva de los proyectos según los parámetros de Calidad y los términos contractuales. Sus funciones son las siguientes:

1. Planifica, supervisa, desarrolla y controla la ejecución de los proyectos y las distintas actividades tanto preventivas como correctivas.
2. Coordina y supervisa los equipos de trabajos (cuadrillas) asignadas a los proyectos.
3. Elabora los presupuestos de las distintas actividades extracontractuales, tanto correctivas como de emergencias.
4. Realiza las órdenes de compras de los materiales e insumos consumibles y no consumibles requeridos por el personal asignado.
5. Coordina la ejecución de las reparaciones menores a los equipos de trabajo.

- Departamento de Planificación y Costos.

Garantiza el control de los costos y gastos ocasionados en la ejecución de los proyectos de acuerdo a las políticas, normas y procedimientos establecidos por la empresa. Sus funciones son las siguientes:

1. Centraliza, organiza y procesa la información requerida para la planificación y control de los proyectos.
2. Realiza la planificación física y financiera de los proyectos, al igual que el registro de los costos y gastos ocasionados en la ejecución de cada uno de los mismos.
3. Elabora con el Departamento de Proyectos la planificación de las actividades pendientes y enviarla a la Gerencia Operativa para su aprobación.

4. Mantiene una base de datos con la información de los costos, tiempos y recursos utilizados en los proyectos, con el fin de utilizarla en la evaluación de la gestión, toma de decisiones y planificación de futuros proyectos.

- Sucursales.

Se encargan de dirigir, coordinar y supervisar la ejecución de los proyecto en el ámbito asignado a cada sucursal de acuerdo a las políticas, normas y procedimientos establecidos por la empresa. Sus funciones son las siguientes:

1. Ejerce la representación de la empresa en al área de competencia de la sucursal o en la que le sea asignado.
2. Promueve en coordinación con la Gerencia Operativa los servicios de la empresa, conforme a la estrategia y planes de la empresa, identificando concursos, licitaciones y demás oportunidades de negocio.
3. Controla y evalúa el desarrollo de las actividades de los proyectos y órdenes de servicios de acuerdo a los requerimientos del cliente.
4. Supervisa y reporta el adecuado uso de los recursos asignados a la sucursal.
5. Presenta periódicamente los informes de gestión, así como otros que le sean requeridos a la Gerencia Operativa.

3.1.5. Descripción de las Áreas de Trabajo.

La empresa esta formada por 34 empleados, distribuidos en las siguientes áreas de trabajo:

- Área de servicios.

En esta área se ejecutan proyectos de mantenimiento en telefonía, de tipo preventivo de la infraestructura celular para la empresa de comunicaciones Movilnet C.A., que lleva por nombre *Plan Integral de Mantenimiento* (P.I.M. Movilnet) efectuándose en las estaciones radio bases de la zona Nor-Sur Oriental, específicamente en los estados Anzoátegui, Bolívar, Delta Amacuro, Monagas, Nueva Esparta y Sucre.

Aunado a esto, y de acuerdo a los elementos que integran una estación radio base, la empresa subdividió los trabajos en cuatro (4) espacios técnicos:

1. *Civil*: Está constituida por las estructuras externas que componen las radio bases (muros, estructuras de concreto, torres, postes mástiles, casetas, tuberías, tanquillas, áreas verdes).
2. *Electricidad*: Está constituida por el sistema eléctrico que compone a las estaciones radio bases (interruptores automáticos de energía, protectores contra sobre tensiones, equipo de transferencia, control de motores, luminarias, grupo moto generador).
3. *Aire Acondicionado*: Conformado por aires acondicionados de alta precisión.
4. *Sistemas Radiantes*: Esta conformado por el sistema de antenas RF, equipos de ganancia de pares y radioenlaces.

En relación a lo anteriormente mencionado, existen doce cuadrillas formadas; cada una por dos empleados (supervisor y técnico), estas cuentan con un vehículo,

equipos y herramientas necesarios para realizar el mantenimiento preventivo de la empresa; siendo su centro de labores, los espacios de la estación radio base.

Cada cuadrilla tiene asignada una región geográfica para la ejecución del trabajo, y debe visitar cada estación base que se encuentre en esa zona para realizarle el mantenimiento correspondiente.

- Área de oficina.

En esta área se realizan las funciones de tipo administrativo de la empresa, conformada por 10 trabajadores que ejecutan actividades en los departamentos de Dirección General, Proyectos, Planificación y costos, Administración, y Contabilidad. Igualmente la misma consta de un almacén en donde se guardan las herramientas y materiales necesarios para la ejecución del trabajo.

- Área de almacén.

Dentro de sus instalaciones, la empresa posee un área de almacenamiento destinado a materiales, equipos, herramientas y repuestos de uso cotidiano en el mantenimiento; en ocasiones no se encuentran disponibles en el almacén repuestos de piezas dañadas de los equipos, esto debido a su alto costo y por no ser de uso frecuente, las cuales deben ser encargadas de forma inmediata a los proveedores en cuanto se presente la falla; esta acción trae como consecuencia una demora que puede ser perjudicial en el buen funcionamiento de la estación.

Cabe destacar, por otra parte, el control que se lleva en esta área, el cual es muy escaso en virtud de la desorganización observada en el recinto, ya que no poseen un control de los materiales, repuestos, herramientas y equipos entrantes y salientes del mismo y la inexistencia de un sistema de codificación tanto para los equipos y sus

componentes como también de las herramientas, materiales y repuestos; igualmente se pudo constatar que los registros que se llevan actualmente son en su mayoría de los materiales y repuestos utilizados.

La empresa posee formatos manuales que no son llenados correctamente, ya que la información que se refleja en ellos es muy escasa, aunado a ello, que no existe un patrón de exigencia por parte de la empresa para llevar un registro adecuado del resto de los componentes del almacén.

3.1.6. Estación Radio Base.

Las estaciones radio base, son estructuras conformadas por una serie de equipos que permiten generar una red de telefonía celular. Estas se encuentran situadas en lo alto de edificios o colinas para dar una mejor cobertura.

Cada estación base esta formada por un poste o torre que funciona como estructura de apoyo, y sobre él se coloca el conjunto de antenas en forma de paneles verticales las cuales cubren un terreno conocido como celda, de ahí el concepto de telefonía celular.

Los dispositivos de transmisión de señal radio eléctrica necesitan de una serie de equipos que le garanticen las condiciones adecuadas para que se mantengan operativas; estos equipos conforman parte de la estación radio base, los cuales están descritos a continuación:

- *Interruptor automático de energía:* Proporciona la función de protección automática de un circuito bajo condiciones anormales de sobrecargas mantenidas

o de cortocircuito, las cuales pudieran generar un sobrecalentamiento en los equipos de corriente alterna y continúa.

- *Protector contra sobretensiones:* Son dispositivos capaces de derivar a tierra los impulsos de corriente/tensión que ocasionan las descargas directas o indirectas de rayos, así como también las generadas por maniobras en las líneas.
- *Equipo de transferencia automática:* Se encarga de monitorear la transferencia y retransferencia automática de carga de la fuente primaria a la fuente de respaldo, y viceversa; con las condiciones lógicas preestablecidas y las operaciones de ejercicio programado de la planta de generación.
- *Luminarias:* Es todo el sistema de iluminación externo e interno de la infraestructura, incluyendo aquellas dotadas de baterías para la iluminación de emergencia. Estas deben permanecer en condiciones funcionales adecuadas en todos sus componentes y elementos, con un apropiado control de los riesgos eléctricos.
- *Control de motores:* Comprenden todos los dispositivos de maniobra y protección de motores y equipos eléctricos, los cuales tienen como función evitar sobrecargas, entre otros funcionamientos anormales que causen deterioro a los equipos.



Figura 3.2. Control de Motores de una Estación Radio Base

Fuente: Elaboración Propia

- **Baterías:** Su función es mantenerse como respaldo en caso de que se suspenda el servicio eléctrico; las baterías mantienen la funcionalidad de la estación por un corto periodo de tiempo.



Figura 3.3. Baterías de una Estación Radio Base

Fuente: Elaboración Propia

- *Motogeneradores:* Sirven de respaldo en el momento que haya suspensión del servicio eléctrico, solo que su autonomía es de aproximadamente unas 300 horas dependiendo del modelo del motogenerador y la capacidad del tanque.

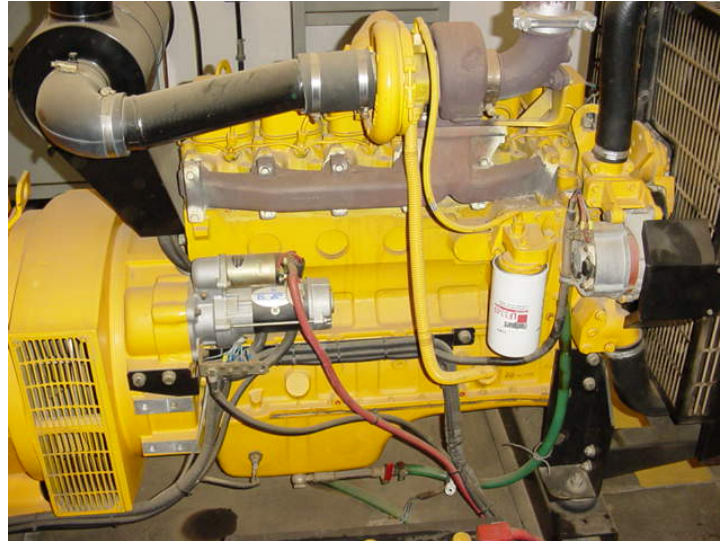


Figura 3.4. Motogenerador de una Estación Radio Base

Fuente: Elaboración Propia

- *Aire acondicionado:* Proveen, refrigeración y ventilación a los equipos electrónicos que se encuentran dentro del recinto, garantizando la temperatura adecuada para el buen desempeño y longevidad de los mismos.



Figura 3.5. Aires Acondicionados de una Estación Radio Base

3.2. ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO EN 2A INGENIERÍA C.A.

2A Ingeniería cuenta con planes de mantenimiento preventivo que se diseñaron al inicio de sus operaciones, y están basados en datos suministrados por el fabricante y la experiencia de los trabajadores. Las actividades realizadas para la ejecución del mantenimiento preventivo, se orientan a la conservación de las condiciones de trabajo de los equipos en los parámetros establecidos por el fabricante como apropiados, para obtener de los mismos la mayor disponibilidad y el mayor periodo de vida útil posible, así como también la creación de especificaciones, procedimientos y normativas para prevenir y evitar la aparición y ocurrencia de fallas y/o averías que se puedan presentar en una estación radio base.

3.2.1. Tipos de Mantenimiento Ejecutados por la Empresa.

En la empresa se desarrollan dos tipos de mantenimiento: Preventivo y Correctivo, los cuales son establecidos por la compañía de telecomunicaciones Movilnet.

- *Mantenimiento preventivo.*

Consiste en la supervisión rutinaria, realizada en intervalos de 45 días, lo cual puede variar según el caso, es aquí donde se verifican cada uno de los equipos que conforman el sistema de funcionamiento de la estación radio base; los cuales fueron clasificados en módulos por la empresa operadora, y son inspeccionados a través de rutinas de control para mantener un orden en las actividades de mantenimiento, y de esta manera disminuir las posibilidades de que ocurra una falla.

Las rutinas de mantenimiento son establecidas y diseñadas por la empresa Movilnet en un cuadro resumen de rutinas por módulos, el cual describe las rutinas

que deben realizarse en cada uno de los módulos de mantenimiento preventivo, estos últimos serán explicados detalladamente más adelante.

- Mantenimiento correctivo.

Se considera correctivo al conjunto de acciones de reparación que se ejecutarán sobre los sistemas cuando los mismos presentan fallas o defectos en la operación y/o apariencia, no incluidos en el alcance de las rutinas de mantenimiento preventivo. Este se puede presentar de dos formas:

1. *Programado*: Es la reparación o sustitución planificada de un equipo, que debido a su gran importancia en el funcionamiento de la estación no puede dejar de operar; por lo tanto, la empresa evalúa las acciones a tomar para llevar a cabo el correctivo sin ningún contratiempo. Estas acciones se ejecutan según estudios previos y determinan el comportamiento real en cada uno de los sistemas, para creaciones de planes de reparación.
2. *Por emergencia*: Las estaciones radio bases están dotadas de un sistema de alarmas que le permiten monitorear las anomalías que surjan dentro del recinto; cuando se registra una falla en algún equipo, el sistema se activa emitiendo una señal, la cual es recibida en el Centro de Detección de Alarmas de la empresa; las cuadrillas de mantenimiento ejecutarán inmediatamente los trabajos necesarios para reparar o corregir la falla, defecto o anomalía en un tiempo máximo de solución de 2 horas, ya que el funcionamiento del equipo no puede detenerse. Adicionalmente, estas fallas pueden presentarse a cualquier hora y en cualquier día, inclusive pueden ser múltiples o simultáneas.

La programación del mantenimiento se realiza anualmente, pero debido a la ocurrencia de emergencias que se presentan es posible que alguna de las actividades

sea retrasada para días sucesivos, por lo tanto actualmente la empresa esta realizando programaciones semanales para cumplir con su cronograma de actividades proyectado a inicio de año. Esta programación es preparada, por el Ingeniero de Mantenimiento, en Microsoft Office Project 2003, el cual es un software de administración de proyectos, diseñado, para asistir a administradores de proyectos en el desarrollo de planes, asignación de recursos a tareas, dar seguimiento al progreso, administrar presupuesto y analizar cargas de trabajo.

Es importante resaltar que muchas de las actividades que desarrolla 2A Ingeniería, C.A. están sujetas previa evaluación y autorización por parte de la empresa Movilnet, la misma establece como el servicio debe ser efectuado y bajo que premisas. Sin embargo, la ejecución de las obras o prestación de los servicios, la programación de las rutinas, el personal encargado de realizar las actividades de mantenimiento, la recolección de datos para estudios y la administración de los recursos es por cuenta y riesgo de la empresa contratista.

3.2.2. Módulos de Mantenimiento Preventivo.

Son sistemas funcionales de instalaciones asociadas a las disciplinas técnicas definidas, en el mantenimiento de las mismas; las cuales fueron diseñadas por la empresa operadora con el fin de indicar como deben ser ejecutadas las rutinas de trabajo y las frecuencias para cada caso.

El mantenimiento preventivo de los sitios de telefonía celular se divide en 16 módulos: 7 civiles, 6 eléctricos, 1 mecánico y 2 sistemas radiantes.

3.2.2.1. Módulo Civil.

- *Estructura de concreto:* Mantenimiento que se realiza al concreto armado existente en las instalaciones y construcciones de los sitios, las mejoras y ampliaciones requeridas en estos.
- *Acabados:* Mantenimiento que se realiza a todo lo relacionado con la mampostería y pisos, puertas y ventanas.
- *Estructuras metálicas:* Mantenimiento que se realiza a las estructuras metálicas principales, secundarias, soportes y de acceso.
- *Impermeabilización de techos y cubiertas:* Mantenimiento que se realiza a las estructuras metálicas principales y secundarias, techos construidos con losas de concreto, tabelones, paneles estructurales de poliestileno expandido, tejas, soportes y de acceso.
- *Caseta de vigilancia:* Dentro de este recinto se realiza mantenimiento al sistema sanitario, acabados, impermeabilizaciones en techos y cubiertas, caseta de paneles estructurales de poliestileno expandido.
- *Casetas de paneles estructurales de poliestileno expandido o cabinas:* Se aplica mantenimiento a los paneles y elementos de fijación.
- *Obras exteriores, instalaciones y áreas adyacentes:* Se aplica el correspondiente mantenimiento a las cercas perimetrales, drenajes, obras de concreto, vías de acceso y áreas verdes.

3.2.2.2. Módulo Eléctrico.

- *Sistema de energía CA:* Mantenimiento aplicable al sistema de corriente alterna, comprendiendo: los equipos, los alimentadores, los dispositivos, instrumentos y circuitos ramales, sus canalizaciones con sus medios de soporte y fijación, y la iluminación.
- *Sistema de energía DC:* Mantenimiento que se aplica al sistema de corriente continua, comprendiendo: los equipos, los alimentadores y circuitos ramales, sus canalizaciones con sus medios de soporte y fijación.
- *Sistema de energía de suministro auxiliar:* Se realiza mantenimiento al sistema, comprendiendo: los equipos, los alimentadores y circuitos ramales, sus canalizaciones con sus medios de soporte y fijación.
- *Sistema de gestión:* Se realiza mantenimiento al sistema de alarmas, comprendiendo: los dispositivos, instrumentos, los circuitos y sus canalizaciones, con sus medios de soporte y fijación.
- *Sistema de puesta a tierra:* Se aplica mantenimiento al sistema en todos sus conectores, comprendiendo: los sistemas de electrodo de puesta a tierra, los conductores con sus canalizaciones y elementos de protección, los conductores bajantes y de puentado, medios de soporte y fijación.
- *Sistema de alta tensión:* mantenimiento que se aplica al sistema de puesta a tierra, puntos calientes, medidores y fusibles, tanquillas y las conexiones con los transformadores.

3.2.2.3. Módulo Mecánico.

- *Sistema de aire acondicionado:* Mantenimiento que se ejecuta a las unidades de aire acondicionado, dispositivos de control y protección internos, y demás componentes.

3.2.2.4. Módulo Sistemas Radiantes.

- *Sistema de antenas:* Mantenimiento que se realiza a todos los elementos integrantes del sistema, incluye la verificación del correcto funcionamiento y el buen estado de los equipos del sistema de antenas (RF) que conforman las interconexiones del sistema celular.
- *Radioenlaces:* Mantenimiento que se le aplica a todos los elementos integrantes del sistema, incluye la verificación del correcto funcionamiento y el buen estado de los equipos del sistema de radioenlaces que conforman las interconexiones del sistema celular.

3.2.3. Procesamiento de Datos.

Actualmente 2A Ingeniería, C.A. cuenta con equipos de computación usados para reunir, clasificar, guardar y presentar la información cuando ésta se requiera, sin embargo son varios los programas de aplicación que utilizan para llevar a cabo estas actividades, lo que implica que en ocasiones exista una posible merma de información debido a que dependiendo de la naturaleza de los datos ellos deben ser almacenados en su programa correspondiente, lo que tiende a generar pérdida de tiempo a pesar de que el personal encargado de ésta área este adaptado a dichos programas.

La empresa posee varios formatos para el control de mantenimiento, estos son llenados durante la realización de las rutinas de trabajo por el personal de la cuadrilla, dichos formatos son entregados a la Gerencia Operativa para su inspección, análisis y clasificación. Entre estos formatos se destacan los siguientes, y los mismos se encuentran en el ANEXO B:

- *Lista de Chequeo (Check List):* Listado de cada una de las actividades a realizarse en el momento de la ejecución de la rutina de mantenimiento.
- *Verificación de Visitas:* Formato en el cual se especifican el motivo de la visita y las actividades de mantenimiento efectuadas.
- *Reporte de Fallas o Correctivos:* Cuadro en el cual se presenta la información de la falla ocurrida en un equipo, describiendo el trabajo efectuado, los repuestos y materiales utilizados, y los datos técnicos del equipo.
- *Reporte de Mantenimiento Electricidad:* Lista de chequeo de cada dispositivo que compone al motogenerador.
- *Reporte de Mantenimiento Shelter (Caseta):* Lista de chequeo de cada pieza que integra la caseta de la estación radio base.

Otro punto que es importante acotar en referencia a los formatos, es el hecho de que cada vez que se realice una visita a una estación radio base estos formatos son llenados de acuerdo al motivo de la visita.

Finalmente, la información que reflejan estos formatos son ingresados en la base de datos de la empresa (la cual esta creada en Microsoft Office Access 2003) para el registro de las actividades realizadas y generar informes detallados. Cuando se

ejecuta un mantenimiento correctivo o de emergencia esta información es ingresada en el programa SICOST (Sistema de costos), es una herramienta desarrollada con la finalidad de elaborar Estimación de Costos y reportar información sobre ellos, el cual les sirve para presupuestar los gastos de los materiales, equipos y personal que atendió la falla.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DEL SISTEMA ACTUAL

4.1. AUDITORIA INTERNA DEL MANTENIMIENTO.

Se considero el concepto de auditoría de mantenimiento expuesto en el apartado 2.3.1 que toma en cuenta la revisión de las operaciones de las diferentes áreas y/o actividades dentro de la empresa, con la intención de identificar y evaluar las posibles variables presentes en el sistema. Siguiendo este esquema, fueron evaluadas las siguientes áreas:

- *Gerencial:* Organización de la empresa, organización y planificación del mantenimiento, sistema de información computarizado.
- *Administrativa:* Selección de personal y apoyo logístico.
- *Proceso Operativo:* Desarrollo de las actividades en cada uno de los distintos tipos de mantenimiento que ejecuta la empresa.
- *Recursos:* Equipos, herramientas, instrumentos, materiales y repuestos.

Se desarrollaron encuestas en función al tema expuesto en el apartado 2.3.2 donde se expone la Norma COVENIN 2500-93. La encuesta y entrevista fueron aplicadas a cada supervisor de las siguientes áreas funcionales de la empresa: Gerencial, Administrativa, Operativa y Complementaria; esta última se encarga de dar el soporte necesario y agilizar el desarrollo de las actividades.

4.1.1. Resultados de la Auditoría Interna del Mantenimiento.

A continuación se presentan los resultados derivados del cuestionario y el análisis de las entrevistas; los cuales han sido complementados con gráficos de tipo circular fraccionado, en donde se muestran los porcentajes obtenidos de la totalización a las respuestas de cada sección del cuestionario; donde SI representa los principios básicos establecidos para esa área, los cuales se cumplen de manera adecuada y NO indica que existen actividades que no son ejecutadas de acuerdo a los lineamientos establecidos o simplemente no existen dentro de la planificación elaborada por 2A Ingeniería, C.A. En la tabla 4.1 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 4.1. Tabla-Resumen de Resultados

	Área Gerencial	%	Área Operativa	%	Área Administrativa	%	Área de Recursos	%
SI	29	74%	40	74%	15	88%	16	80%
NO	10	26%	14	26%	2	12%	4	20%
Total	39	100%	54	100%	17	100%	20	100%

Elaboración Propia

- Área Gerencial.

Corresponde a los procesos que definen los planes de la empresa y sus políticas, evaluación de la gestión, toma de decisiones financieras e inversiones, así como coordinar todos los recursos a través del proceso de planeamiento, a fin de lograr los objetivos establecidos.

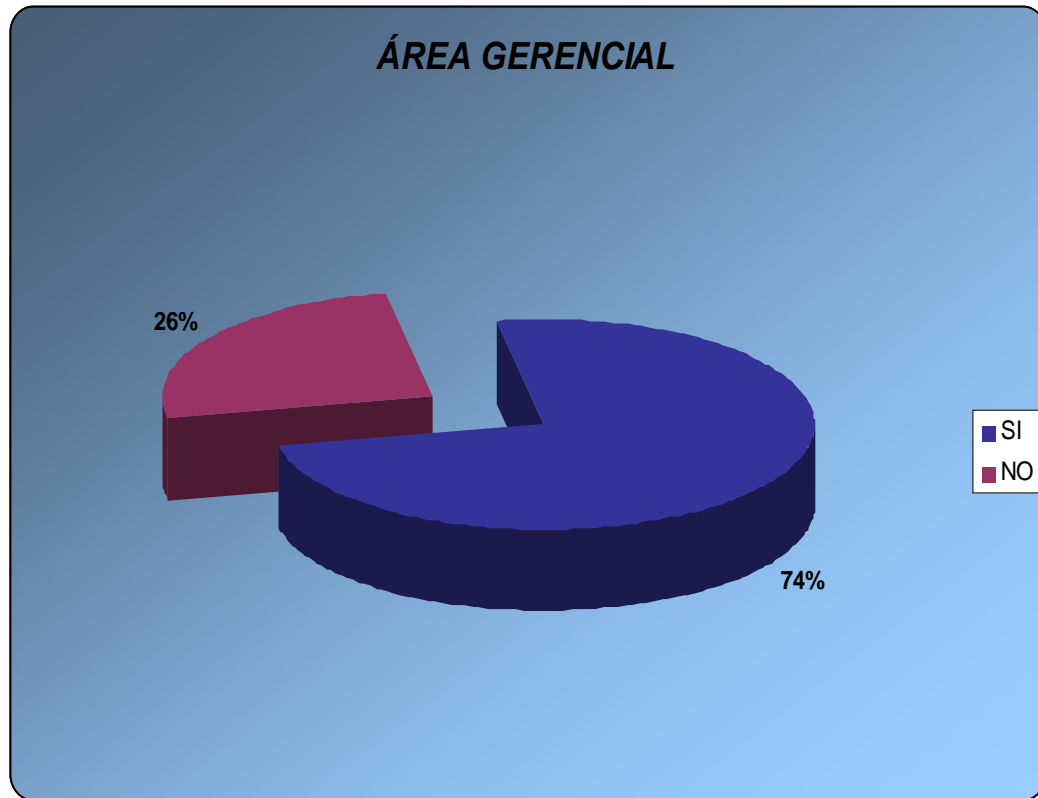
Se espera, igualmente, que en esta área exista una permanente actualización a los documentos técnicos que definen y describen a los equipos y componentes de los sistemas, con la finalidad de que las correcciones o cambios realizados se encuentren referenciados y actualizados. Estos documentos incluyen la siguiente información:

- Catálogos comerciales.
- Manuales de instalación, operación y mantenimiento emitidos por el fabricante.
- Manuales de mantenimiento específicos para los equipos de una Estación Radio Base.
- Base de datos en función de los formatos de mantenimiento.
- Y cualquier otra información que resulte necesaria o conveniente para las funciones de mantenimiento.

Se debe llevar un registro o base de datos, a través de un sistema de almacenamiento computarizado (software adecuado), de todos los trabajos realizados en cada sitio, haciendo uso de los formatos específicos para esta finalidad.

El gráfico 4.1 muestra que el total de respuestas negativas alcanzan un porcentaje de 26%, esto indica que la empresa carece de una colección de catálogos y manuales descriptivos de los objetos inventariados, al igual que una falta de codificación en los mismos, lo cual dificulta su ubicación dentro del sistema y el control de las entradas y salidas de materiales y repuestos; hay que acotar, que cada cuadrilla esta equipada con las herramientas e instrumentos necesarios para la ejecución de sus labores. Así también, la falta de registros en los tiempos de parada y reparación constituyen un serio problema dentro de la planificación del mantenimiento.

Gráfico 4.1. Resultados del cuestionario aplicado al Área Gerencial.



Fuente: Elaboración Propia

Igualmente, se pudo evidenciar la falta de diagramas de flujo del sistema, que implica la inexistencia de un esquema donde se visualicen los procesos que lo componen y la relación entre cada uno. Análogamente, carecen de medios que permitan al personal de otros departamentos consultar la información almacenada por lo complicado del sistema.

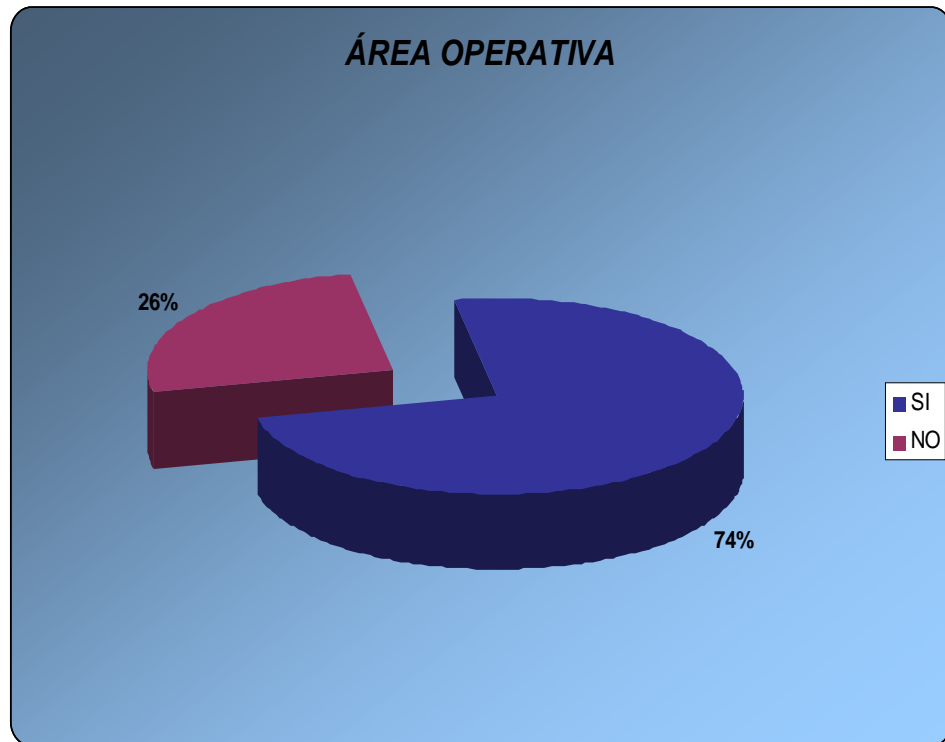
- Proceso Operativo.

La empresa 2A Ingeniería, C.A. ejecuta dos tipos de mantenimiento: mantenimiento programado y mantenimiento correctivo, este último se clasifica por

emergencia y programado. *El mantenimiento programado* establece que las rutinas de trabajo deben ser ejecutadas en intervalos de 45 días. *Mantenimiento correctivo programado*, no es más que trabajos planificados y programados (reparaciones generales, cambio de especificaciones o modificaciones) en el tiempo, con el fin de no afectar el funcionamiento del equipo; *mantenimiento correctivo por emergencia*, es la reparación inmediata de una falla que se presenta en un equipo de forma inesperada y la cual debe ser atacada a tiempo debido a que ningún equipo de la estación puede dejar de funcionar.

Así mismo, la información recopilada durante las rutinas del mantenimiento preventivo, las situaciones de fallas o anomalías, la frecuencia de aparición y causas que lo motivan, como los costos de las intervenciones, debe ser analizada con la finalidad de hacer mejorar las labores preventivas y correctivas futuras; esta información, deberá estar disponible para ser estudiada por la empresa Movilnet.

Gráfico 4.2. Resultados del cuestionario aplicado al Área Operativa.



Fuente

e: Elaboración Propia

El gráfico 4.2 revela un 26% de aspectos desfavorables para esta área, la cual debe funcionar en su totalidad debido a la naturaleza del servicio en el cual se desempeña 2A Ingeniería, C.A. Las estaciones radio base de ningún modo pueden dejar de funcionar por lo importante que son dentro de las telecomunicaciones; el que algún equipo dejará de operar por un mantenimiento ejecutado incorrectamente, traería como consecuencia la paralización parcial (inclusive total) del sistema dentro de la estación, afectando la calidad de transmisión de las señales radio eléctricas y dejando incomunicados a los clientes de la operadora telefónica.

Aunado a esto, se consiguió una inexistencia de políticas para el procesamiento de la información referente a las fallas (esto incluye: distribución de tiempo para su

corrección, registro de tiempo de ejecución de cada operación, registro de tiempo de paradas y registro de tiempo entre fallas), representando un grave inconveniente en el desarrollo de las actividades del mantenimiento. Esta situación también afecta a las estadísticas de revisiones y condiciones de las piezas por la falta de un informe histórico que describa cronológicamente las intervenciones sufridas por el equipo desde su puesta en servicio.

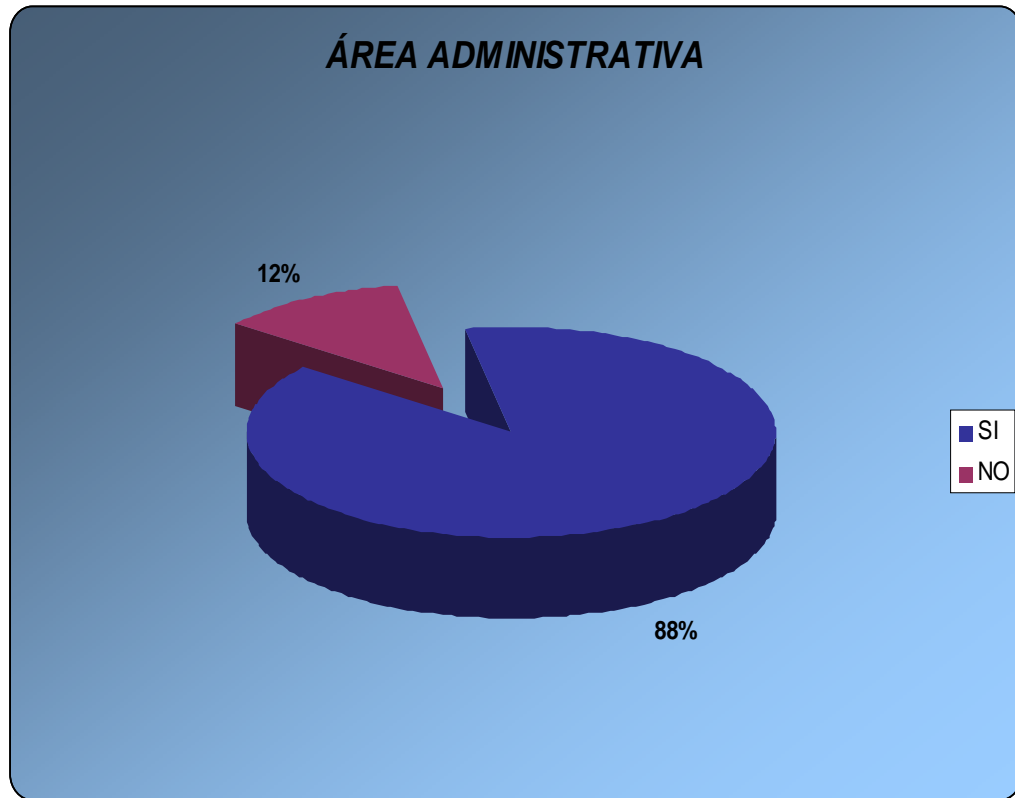
- Área Administrativa.

La selección de personal debe ser de acuerdo a la descripción de los puestos de trabajo (experiencia mínima, educación, habilidades, responsabilidades u otra); con respecto a esto, se pone énfasis en la calificación adecuada del personal que trabajará en las labores de mantenimiento preventivo y correctivo, además deberá de tener establecidos programas permanentes de formación y actualización tanto para el personal operativo como para el administrativo, para mejorar sus capacidades y conocimientos.

El apoyo de la administración de la empresa en cuanto a recursos humanos, financieros y materiales es de suma importancia para el desarrollo eficiente de las actividades en el departamento de Gerencia Operativa, al igual que contar con un apoyo total de la empresa y trabajar en coordinación con cada uno de los entes que la conforman.

La empresa no tiene establecido programas de formación del personal, ni le realizan evaluaciones periódicas, esto representa el 12% de incumplimiento de los principios básicos para este área (gráfico 4.3), lo cual se traduce en un punto débil para la organización dado que es necesario que se cuente con un personal altamente calificado debido al tipo de servicio que se presta.

Gráfico 4.3. Resultados del cuestionario aplicado al Área Administrativa.



Fuente

e: Elaboración Propia

- Área de Recursos.

Por muy pequeña que sea la instalación, ésta debe tener un inventario con equipos y herramientas adecuados para llevar a cabo todas las acciones de mantenimiento, tomando en cuenta las diferentes alternativas tecnológicas; y materiales y recursos de buena calidad, con facilidad de obtención para evitar retrasos en las actividades de mantenimiento. Deberá estar en capacidad de disponer de un stock de repuestos de alta y mediana frecuencia de utilización. Así mismo, disponer de un sitio adecuado para el almacenaje de los recursos del mantenimiento, es

esencial; con un acceso cómodo para los mismo, que reduzcan el tiempo de espera para su uso, y facilitando su control a través de políticas de inventario para los materiales y repuestos utilizados.

Las faltas que se presentan para esta área pueden ser observadas en los resultados obtenidos del cuestionario, los cuales son representados gráficamente, (gráfico 4.4) y se puede evidenciar que dentro del 20% se revela que no existen formatos que sirvan para llevar un control de los materiales y repuestos desechados por mala calidad, por lo tanto sin esta información no se pueden llevar estadísticas en cuanto a los costos en los cuales incurre la empresa a causa de este mal manejo.

2A Ingeniería, C.A. debe cumplir a cabalidad con los lineamientos que estipula la empresa Movilnet, los cuales están declarados en las especificaciones técnicas del proyecto integral de mantenimiento. En dichas especificaciones se muestra de manera clara y ordenada las condiciones generales en el que debe ser realizado el servicio; en él se describe la ejecución del mantenimiento preventivo y correctivo a las infraestructuras en las estaciones radio base, el manejo de la información que se genere en el transcurso del mismo, la preparación de los informes, los equipos, herramienta y consumibles mínimos a utilizar por cada cuadrilla de mantenimiento, el reporte de fallas y como ser atendidas, las especificaciones técnicas de servicio para los espacios: civil, electricidad, aire acondicionado y sistemas radiantes, y finalmente los formatos de control de mantenimiento a ser utilizados.

Gráfico 4.4. Resultados del cuestionario aplicado al Área de Recursos para el Mantenimiento.



Elaboración Propia

Movilnet exige que el 99,99% de los lineamientos planteados sean realizados satisfactoriamente, ya que realiza evaluaciones periódicas tanto a las infraestructuras como a nivel de manejo de la información.

4.1.2. Problemas Identificados dentro del Sistema.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, los problemas que afectan el buen desempeño de las áreas funcionales de la empresa son enumerados a continuación:

- Inexistencia de diagramas de flujos que den información de todos los componentes asociados a la toma de decisiones.
- El mecanismo de centralización de la información no es suficientemente ágil para poner a la disposición del personal de la empresa toda la información recopilada.
- Los objetos de mantenimiento y equipos, no poseen codificación.
- Ausencia de colección de catálogos y manuales descriptivos de los equipos a mantener.
- La información para la elaboración de instrucciones técnicas del mantenimiento programado es ineficiente.
- No existe una planificación y control de ejecución de las intervenciones de mantenimiento correctivo.
- La Gerencia Operativa no cuenta con el apoyo de los diferentes recursos de la empresa para determinar parámetros de mantenimiento.
- Carecen de estudios que permitan determinar la confiabilidad y mantenibilidad de los objetos de mantenimiento.
- El personal de la Gerencia Operativa no está capacitado para realizar mediciones de tiempos.
- No existe un seguimiento desde la generación de las instrucciones técnicas de mantenimiento hasta su ejecución.
- Falta de programas de adiestramiento y capacitación para el personal de la empresa.
- No existe evaluación periódica del desempeño del personal.
- Los materiales y los repuestos no están identificados en el almacén.
- Se carece de un sistema de registro de datos con información completa de las intervenciones realizadas.
- No posee un sistema adecuado de control de almacén de repuestos y materiales, ni una política establecida de control de inventario.
- El historial de fallas presenta un déficit de información completa de las mismas.

- Ausencia de un historial de estadísticas de tiempos (de parada, de reparación, de ejecución, etc.).
- Complejidad del sistema de información computarizado actual.

4.2. APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL.

Tomando en cuenta lo expuesto en el apartado 2.3.3 y una vez concluido el proceso de identificación de los factores que afectan al sistema, se hace necesaria la aplicación de un análisis estructural que permita establecer las principales variables que tienen mayor predominio dentro del mismo. Este método permite describir al sistema con ayuda de una matriz que relaciona todos sus elementos constitutivos; su objetivo es hacer aparecer las principales variables influyente y dependientes, y a su vez las variables esenciales a la evolución del sistema.

4.2.1. Matriz de Análisis Estructural.

Las variables a considerar para la construcción de la matriz, serán los problemas que inciden de forma negativa dentro del sistema, los cuales fueron detectados a través de la auditoría interna. La tabla 4.2 muestra la interrelación existente entre dichas variables.

4.2.2. Cálculo de Valores de Motricidad y Dependencia.

Una vez elaborada la matriz de análisis estructural, se establecieron la motricidad y la dependencia de cada una de las variables. La causalidad que una variable ejerce sobre las restantes se denomina motricidad y se obtiene sumando las filas. A su vez, el impacto que las diferentes variables ejercen sobre una en particular se denomina dependencia y se obtiene sumando las columnas.

Para obtener el porcentaje de motricidad se divide la motricidad de cada variable entre el total de la misma y este resultado se multiplica por cien, de igual manera se procede para determinar el porcentaje de dependencia. En la tabla 4.3 se reflejan los valores de los cálculos.

Tabla 4.2. Matriz de Análisis Estructural

	VARIABLES																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Motricidad
1		1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	4
2	1		1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	10
3	1	0		1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5
4	0	1	0		0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	4
5	1	1	1	1		0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	12
6	1	1	0	0	1		1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	10
7	0	0	1	1	1	1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
8	1	0	0	1	0	0	1		0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	8
9	0	0	0	0	0	1	0	0		0	1	0	0	0	0	0	1	0	3
10	1	0	0	0	0	1	0	0	0		1	1	0	0	0	0	0	1	5
11	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0		1	0	0	0	0	0	0	3
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1		0	0	0	0	0	0	2
13	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0		0	1	0	0	0	5
14	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0		0	1	1	1	11
15	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0		0	0	0	5
16	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	7
17	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	7
18	Fuente: Elaboración propia																		
DEPENDENCIA TOTAL																			
	10	7	6	8	7	5	6	7	4	3	12	2	3	8	4	7	8	9	116

Tabla 4.3. Cálculo de Valores de Motricidad y Dependencia

	VARIABLES	Motricidad (M)	% de M	Dependencia (D)	% de D
1	Inexistencia de diagramas de flujos que den información de todos los componentes asociados a la toma de decisiones.	4	3,45	10	8,62
2	El mecanismo de centralización de la información no es suficientemente ágil para poner a la disposición del personal de la empresa toda la información recopilada.	10	8,62	7	6,03
3	Los objetos de mantenimiento y equipos, no poseen codificación.	5	4,31	6	5,17
4	Ausencia de colección de catálogos y manuales descriptivos de los equipos a mantener.	4	3,45	8	6,90
5	La información para la elaboración de instrucciones técnicas del mantenimiento programado es ineficiente.	12	10,34	7	6,03
6	No existe una planificación y control de ejecución de las intervenciones de mantenimiento correctivo.	10	8,62	5	4,31
7	La Gerencia Operativa no cuenta con el apoyo de los diferentes recursos de la empresa para determinar parámetros de mantenimiento.	4	3,45	6	5,17
8	Carecen de estudios que permitan determinar la confiabilidad y mantenibilidad de los objetos de mantenimiento.	8	6,90	7	6,03
9	El personal de la Gerencia Operativa no está capacitado para realizar mediciones de tiempos.	3	2,59	4	3,45
10	No existe un seguimiento desde la generación de las instrucciones técnicas de mantenimiento hasta su ejecución.	5	4,31	3	2,59
11	Falta de programas de adiestramiento y capacitación para el personal de la empresa.	3	2,59	12	10,34
12	No existe evaluación periódica del desempeño del personal.	2	1,72	2	1,72
13	Los materiales y los repuestos no están identificados en el almacén.	5	4,31	3	2,59
14	Se carece de un sistema de registro de datos con información completa de las intervenciones realizadas.	11	9,48	8	6,90
15	No posee un sistema adecuado de control de almacén de repuestos y materiales, ni una política establecida de control de inventario.	5	4,31	4	3,45
16	El historial de fallas presenta un déficit de información completa de las mismas.	7	6,03	7	6,03
17	Ausencia de un historial de estadísticas de tiempos (de parada, de reparación, de ejecución, etc).	7	6,03	8	6,90
18	Complejidad del sistema de información computarizado.	11	9,48	9	7,76
	DEPENDENCIA TOTAL	116	100	116	100

4.2.3. Relación de Motricidad y Dependencia.

Para la representación gráfica se utilizan los resultados obtenidos en la tabla 4.3, dado que cada variable conlleva un porcentaje de motricidad y de dependencia. En el gráfico 4.5, el eje de las ordenadas es motricidad, y el eje de las abscisas es dependencia; donde el límite entre cada zona es el promedio de 5,56% resultante de la división del porcentaje total (100%) entre el número de variables el cual es 18.

Se considera que una variable tiene motricidad alta cuando el porcentaje de motricidad de ésta es mayor al promedio que en este caso es igual a 5,56% y una baja motricidad cuando su porcentaje es menor al promedio. De manera análoga sucede con el porcentaje de dependencia.

Zona de Poder.

Dentro de esta zona se encuentra la siguiente variable:

- No existe una planificación y control de ejecución de las intervenciones de mantenimiento correctivo.

Zona de Conflicto.

Estas variables son las siguientes:

Gráfico 4.5. Relación de Motricidad y Dependencia



- El mecanismo de centralización de la información no es suficientemente ágil para poner a la disposición del personal de la empresa toda la información recopilada.
- La información para la elaboración de instrucciones técnicas del mantenimiento programado es ineficiente.
- Carecen de estudios que permitan determinar la confiabilidad y mantenibilidad de los objetos de mantenimiento.
- Se carece de un sistema de registro de datos con información completa de las intervenciones realizadas.

- El historial de fallas presenta un déficit de información completa de las mismas.
- Ausencia de un historial de estadísticas de tiempos (de parada, de reparación, de ejecución, etc.).
- Complejidad del sistema de información computarizado actual.

Zona de Salida.

Las variables situadas en esta zona son las siguientes:

- Inexistencia de diagramas de flujos que den información de todos los componentes asociados a la toma de decisiones.
- Ausencia de colección de catálogos y manuales descriptivos de los equipos a mantener.
- Falta de programas de adiestramiento y capacitación para el personal de la empresa.

Zona de Problemas Autónomos.

En esta área se integran las siguientes variables:

- Los objetos de mantenimiento y equipos, no poseen codificación.
- La Gerencia Operativa no cuenta con el apoyo de los diferentes recursos de la empresa para determinar parámetros de mantenimiento.
- El personal de la Gerencia Operativa no está capacitado para realizar mediciones de tiempos.
- No existe un seguimiento desde la generación de las instrucciones técnicas de mantenimiento hasta su ejecución.
- No existe evaluación periódica del desempeño del personal.
- Los materiales y los repuestos no están identificados en el almacén.

- No posee un sistema adecuado de control de almacén de repuestos y materiales, ni una política establecida de control de inventario.

4.3. ANÁLISIS DE LAS VARIABLES CLAVES DEL SISTEMA.

Como se puede observar la técnica brevemente explicada líneas arriba, resulta idónea para establecer de manera precisa el valor que cada una de las variables tiene en el objeto de estudio, con lo cual, se concluye que las variables claves a seleccionar son aquellas que se encuentran en la zona de poder y de conflicto ya que son las que tienen mayor influencia sobre las otras; de acuerdo con la matriz de análisis estructural dichas variables son las que se presentan a continuación:

1. *No existe una planificación y control de ejecución de las intervenciones de mantenimiento correctivo:* No contar con un apropiado control de ejecución trae como consecuencia un desperdicio de toda la información necesaria para conocer el estado de ejecución de las intervenciones a los equipos, su condición presente y el promedio de vida útil de los mismos; estos datos son importantes para la preparación y elaboración de planes de mantenimiento correctivo.
2. *El mecanismo de centralización de la información no es suficientemente ágil para poner a la disposición del personal de la empresa toda la información recopilada:* Debido a que el sistema de información está integrado por varios software de aplicación, resulta difícil para el personal de los otros departamentos tener acceso a la información almacenada en ellos; esto trae como consecuencia pérdida de tiempo tanto para este personal como para el personal encargado del sistema informático al momento de ubicar la información, porque representa una interrupción de sus labores.

3. *La información para la elaboración de instrucciones técnicas del mantenimiento programado es ineficiente:* La falta de catálogos y manuales que describan detalladamente las piezas que conforman cada equipo, genera una desinformación parcial dentro del personal encargado del análisis y diseño de instrucciones técnicas, lo cual los limita de cierta manera a trabajar en base a la información que tienen recopilada y la experiencia que poseen en el área.
4. *Carecen de estudios que permitan determinar la confiabilidad y mantenibilidad de los objetos de mantenimiento:* La carencia de esta clase de estudios estadístico impiden determinar la incidencia de fallas y los índices de confiabilidad de los equipos, lo que imposibilita establecer programas de inversión, diseño de programas de mantenimiento predictivo y recomendaciones para la mejora operativa del sistema.
5. *Se carece de un sistema de registro de datos con información completa de las intervenciones realizadas:* Es claro que se debe llevar una información constante de todas las actividades de mantenimiento que se le realiza a cada equipo, esto con la finalidad de tener un historial detallado de cada una de las intervenciones que se le fue realizada al mismo, sin estos datos es imposible establecer las acciones a tomar dentro de la elaboración de los planes de mantenimiento y los costos que se generan debido a ello.
6. *El historial de fallas presenta un déficit de información completa de las mismas:* Este factor se debe a la falta de exigencia por parte de la empresa hacia su personal de cuadrilla para que presenten dentro del reporte, las causas que dieron origen a las fallas; esta información debe quedar reflejada de forma que pueda ser posteriormente analizada y evaluada periódicamente, con el fin de preveer el comportamiento operativo de los equipos y la necesidad de recursos.

7. *Ausencia de un historial de estadísticas de tiempos (de parada, de reparación, de ejecución, etc.):* Esto se debe a la falta de capacitación de un personal que se encargue de esta labor, lo cual es fundamental para el estudio de las fallas y las intervenciones realizadas a cada equipo, facilitando la elaboración de los planes de mantenimiento.

8. *Complejidad del sistema de información computarizado:* La empresa no posee un software de aplicación completo que le permita administrar todas sus actividades de mantenimiento, lo que implica que el flujo de la información no se conduzca de manera adecuada generando pérdida y retrasos de búsqueda de los datos. Este factor afecta de manera negativa a la toma de decisiones gerenciales.

CAPÍTULO V

APLICACIÓN DEL SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO

En el capítulo anterior se identificaron y se analizaron las variables principales que tienen una incidencia negativa en el sistema, a través de ellas se pudo detectar cuales son las áreas de la empresa 2A Ingeniería, C.A. que mayores problemas presentan; de igual manera se determinó que las variables conflúan en un mismo punto de origen: El incorrecto procesamiento y organización de la información.

La necesidad actual de 2A Ingeniería, C.A. es mantener documentada y organizada toda la información que se genera a diario en ella, y poseer un sistema de centralización de la información lo suficientemente ágil para tenerla a disposición en cualquier momento, lo cual evitaría los retrasos en las rutinas de trabajos y el desperdicio de datos, que son importantes para la elaboración de los planes de mantenimiento y la toma de decisiones. Análogamente, la gestión de mantenimiento debe funcionar con eficiencia para garantizar un incremento en la conservación y disponibilidad de los equipos e instalaciones, de esta manera se mejora el desarrollo y calidad de las actividades que se realizan dentro de la empresa.

Considerando lo antes planteado, y de acuerdo a lo expuesto en el apartado 2.3.5, se aplicó la filosofía del Mantenimiento Productivo Total (TPM) por ser la técnica que traerá mejoras a las distintas áreas de la empresa, promoviendo: el mejoramiento de la cultura empresarial, de equipos e instalaciones, y del personal. Esta disciplina se basa en el principio de que la mejora de calidad y servicio debe involucrar a toda la organización desde el Nivel Directivo hasta los técnicos de cuadrilla, todos bajo un esquema de administración participativa.

5.1. PROGRAMA DE DESARROLLO DEL TPM.

Fue fundamental investigar las metodologías que han sido implementadas en la empresa; es por ello, que a través de conversaciones realizadas a los representantes del Nivel Directivo, se concluyó que no hay una filosofía de mantenimiento clara y debidamente estructurada en 2A Ingeniería, C.A. El proceso de planificación e implantación del TPM es un proyecto a largo plazo, ya que el mismo puede tomar más de un año para su desarrollo.

La meta del TPM es efectuar mejoras sustanciales dentro de 2A Ingeniería, C.A., optimizando la utilización de sus recursos físicos y humanos. Para que esto suceda se debe cambiar primero las actitudes del personal e incrementar sus capacidades; aumentar su motivación y competencia, y mejorar la efectividad de sus labores.

El desarrollo del programa TPM fue llevado a cabo de acuerdo a los pasos presentados en la tabla 2.1 expuesta en el apartado 2.2.3.4.

5.1.1. Fase de Preparación.

2A Ingeniería, C.A. desconocía los principios del funcionamiento del Mantenimiento Productivo Total, por lo cual se hizo necesaria la realización de un trabajo de investigación, donde se recolectó la mayor cantidad de información acerca del tema.

Esta primera fase representa el punto de partida del proceso de implantación, la cual requirió un tiempo de entre 3 y 6 meses para su desarrollo. A continuación se presentan las actividades a realizadas en esta etapa:

5.1.1.1. Decisión de la Dirección de Aplicar el TPM como Proyecto de Empresa.

Una vez conocida la situación actual de 2A Ingeniería, C.A. y presentadas las mejoras que esta metodología puede traer a la empresa, los miembros que constituyen el Nivel Directivo tomaron la decisión de implantar TPM en la misma. Para alcanzar tal fin, se realizaron las siguientes actividades:

1. Se convocó a una reunión a los representantes del Nivel de Gerencia Media, a los que se les presentó de manera oficial el proyecto de implementación del TPM. El aporte de ideas de los convocados es de suma importancia, ya que por ser los responsables del análisis de resultados, planificación y coordinación de los procesos realizados en las áreas a su cargo, poseen el conocimiento y la experiencia necesarios para que se lleve con éxito el proyecto.
2. Se constituyó el Comité Directivo TPM conformado por los miembros de la Junta Directiva y Dirección General, y se designó por decisión unánime al Ingeniero de Mantenimiento como Coordinador TPM del proyecto. Este equipo estará encargado de hacer seguimientos en el control de avance del TPM en la empresa a través del despliegue de estrategias, donde la misión es desarrollar metas y objetivos parciales en todas aquellas áreas que tengan que ver con el impacto de las medidas implementadas.

Esta actividad es de gran importancia, ya que a través de ella se coordinarán diferentes acciones para el proceso y mejora de 2A Ingeniería, C.A.

5.1.1.2. Campaña de Información-Formación.

Hay que preparar al personal que labora en las distintas áreas de trabajo de 2A Ingeniería, C.A. para el cambio de gestión de mantenimiento que se aproxima. Es por ello que se organizó un conjunto de jornadas informativas, con el fin de crear una cultura y toma de conciencia acerca del proyecto TPM a ser implantado en la empresa.

Esta campaña informativa fue dirigida y organizada por el Coordinador TPM, con el apoyo de los miembros del Comité Directivo TPM. Estas jornadas se realizaron en el área de oficina de la empresa, y se contó con los recursos necesarios para su desarrollo, como lo son: folletos, afiches, artículos de prensa, boletines y videos, los cuales permitieron una mayor difusión y comprensión del tema entre los asistentes.

Para la preparación de este ciclo de jornadas se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

1. Lograr la participación activa entre el Nivel Directivo y el personal de la empresa.
2. Divulgar a través de los diferentes departamentos de la empresa la visión de las distintas etapas del TPM.
3. Capacitar y formar al personal y líderes de grupo de la empresa involucrados en la gestión del proyecto TPM.
4. Elaborar un plan de comunicación del proyecto a todos los niveles de la empresa, con ayuda de pósters, trípticos de bolsillo, etc., dado que es imprescindible comunicar el proyecto TPM a todos los empleados y recoger opiniones de ellos, puesto que el compromiso al proyecto de forma compartida se sitúa por encima de cualquier otra consideración.

5. Suministrar las herramientas de comunicación pedagógica para que puedan ellos mismos informar y formar a sus colaboradores.
6. Crear el espíritu del TPM entre este colectivo y dar a conocer el método.
7. Establecer el lenguaje a utilizar (indicadores técnicos) y el método de medida de los mismos.
8. Facilitar un método de resolución de problemas en grupo de trabajo.
9. Se completa esta formación con prácticas en tareas específicas en el puesto de cada empleado.
10. Permitir como conclusión de las jornadas que se aclaren todas las dudas que se pueden tener y que puedan bloquear el proceso.

A continuación se presenta el programa de las jornadas de información:

- Taller Introductorio

El objetivo de esta jornada fue culturizar a todos los participantes en las nociones de TPM e inculcar una toma de conciencia de la necesidad de participación de todos para el desarrollo del proyecto.

Dirigido a:

Personal general de la empresa 2A Ingeniería, C.A.

Objetivo:

- Describir los principios, origen y el esquema metodológico de Mantenimiento Productivo Total (TPM), enfatizando las herramientas metodológicas que ayudan en su implantación.
- Explicar criterios, estrategias y esquemas metodológicos orientados a la implantación de un programa de TPM.

Contenido:

- Mantenimiento Productivo Total: principios, esquema general y recursos de soporte.
- Los ocho pilares del Mantenimiento Productivo Total.
- Plan y estrategias de implantación del TPM.
- Nuevos roles y responsabilidades del personal.
- Técnicas y herramientas en la implantación de un programa de Mantenimiento Productivo Total.

Duración:

1 día en una sesión de 2 horas.

- Taller por Departamento

Se realizaron dos talleres, dirigidos: uno para la Gerencia de Administración y Finanzas, y otro para la Gerencia Operativa. Estos se enfocaron hacia cómo serán desarrolladas, a través del TPM, las actividades dentro de los departamentos adscritos a las gerencias.

Dirigido a:

Personal de los departamentos: Administración, Contabilidad, Proyectos, y Planificación y Costos.

Objetivo:

- Indicar las pautas de trabajo, las cuales serán programadas para lograr los resultados esperados.

Contenido:

- Política de mantenimiento.
- Plan y estrategias de implantación del TPM dentro del departamento.
- Seguridad y limpieza usando la técnica de las 5S.
- Nuevos roles y responsabilidades del personal.
- Capacitación y formación de personal.

Duración:

4 días en 2 sesiones diarias de 1 hora.

- Talleres Equipos de Trabajos.

Se trata de jornadas especiales que se organizaron para el personal de las cuadrillas. La planificación y programación de estos talleres se preparo de manera que no se interrumpieran las labores de las cuadrillas.

Dirigido a:

Personal de técnico de cuadrillas.

Objetivo:

- Indicar las pautas de trabajo, las cuales serán programadas para lograr los resultados esperados.

Contenido:

- Política de mantenimiento.
- Estrategias y programas de mantenimiento correctivo y preventivo bajo la óptica del TPM.
- Mantenimiento Autónomo.
- Seguridad y limpieza usando la técnica de las 5S.
- Estrategias de mantenimiento orientadas con criterios de seguridad, protección del ambiente y la operación.
- Nuevos roles y responsabilidades del personal.
- Capacitación y formación de personal.

Duración:

5 días en 2 sesiones de 2 horas cada una.

Estos programas de capacitación y desarrollo contribuyen a elevar el desempeño óptimo de la fuerza laboral, ya que cuando posee los conocimientos y habilidades necesarias, es menos propensa a cometer errores en el trabajo.

5.1.1.3. Crear Estructura para Promover el TPM.

El TPM es promovido a través de una estructura de pequeños grupos llamados *comités*, los cuales se constituyeron con el personal de 2A Ingeniería, C.A. para cada

uno de los niveles que conforman a la empresa. Estos comités son fundamentales para el logro de los objetivos, ya que es el equipo de apoyo en las actividades de capacitación, evaluación, seguimiento y otros temas relacionados al TPM.

En la figura 5.1 se expone la estructura de organización TPM para la empresa 2A Ingeniería, C.A. diseñada acorde al tamaño de su fuerza laboral actual. A continuación se presenta como esta conformada y sus funciones:

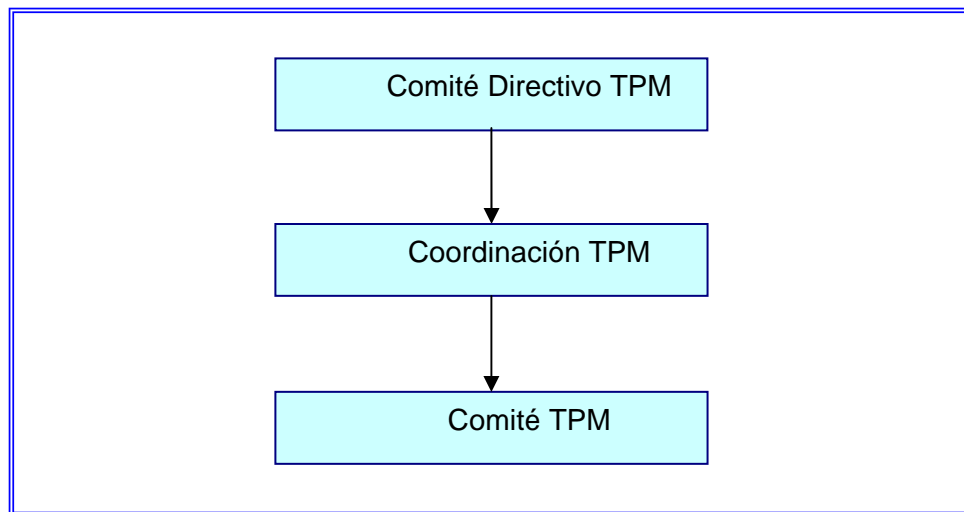


Figura 5.1. Organización TPM de la Empresa 2A Ingeniería, C.A.

Fuente: Elaboración Propia

▪ Comité Directivo TPM.

Constituido por los miembros de la Junta Directiva y Dirección General. Sus funciones son:

1. Promover guías generales y liderazgo.
2. Establecer las metas.

3. Desarrollar la visión, estrategias y política del TPM.
4. Apoyar en la instalación del TPM a través del financiamiento.
5. Monitorear el avance y el éxito de la instalación.
6. Dar asistencias en las relaciones públicas.

- Coordinación TPM

Dirigida por el Ingeniero de Mantenimiento, encargado de la Gerencia Operativa de la empresa. Sus funciones son:

1. Planear y apoyar en la instalación del TPM.
2. Desarrollar y conducir el entrenamiento.
3. Dar asistencias en el desarrollo y ejecución del entrenamiento en habilidades.
4. Medir los avances y éxitos del proyecto.
5. Proveer el enlace entre el Comité Directivo TPM y el Comité TPM.

- Comité TPM

Constituido por cuatro empleados: dos pertenecientes a la Gerencia de Administración y Finanzas y dos pertenecientes a la Gerencia Operativa. Sus funciones son:

1. Informar y difundir el método en toda la organización.
2. Elaborar planes de formación y de perfeccionamiento y redacción de sus soportes.
3. Analizar regularmente los resultados y el rendimiento operacional del proceso.
4. Buscar vías de mejora.
5. Dar criterios para avanzar en cada etapa del proceso de implantación.
6. Establecer los planes de acción del equipo.
7. Aplicar el plan de progreso y mejora establecidos.

8. Diseñar un tablero de indicadores técnicos de cada departamento, para su control y seguimiento.
9. Mantener los estándares logrados para habituarse a trabajar con rigor.

Al grupo le fue asignado un líder, el cual fue elegido no solamente sobre criterios de sus competencias técnicas sino también sobre sus cualidades de liderazgo de equipos. Este comité es regulado por el Coordinador TPM, quien asume directamente y por delegación de los miembros del Nivel Directivo el desarrollo de las etapas de implantación del proyecto.

Se estableció tener una reunión mensual de los líderes de grupo con el Coordinador TPM para asegurar la homogeneidad de las acciones y dar solución a los problemas presentados. Así mismo, conviene que el Comité Directivo TPM se reúna cada dos meses como mínimo con dichos actores para ser informados de la marcha del proyecto TPM y para validar o tomar decisiones sobre las acciones presentadas.

5.1.1.4. Establecer Objetivos y Políticas Básicas del TPM.

Las acciones TPM requieren de un sistema de gestión que estimule la mejora continua y la responsabilidad de los integrantes de la empresa por los procesos que se realizan dentro de ella.

Los objetivos, son concretos y de alto nivel pero alcanzables a mediano y largo plazo, los mismos están en concordancia con la visión y misión de la empresa para no afectar sus metas estratégicas como negocio. El objetivo principal de los responsables de la empresa consiste en elegir el modelo de cambio en base a la implantación de una cultura de la innovación, creando un modelo de organización hacia la excelencia a través de un proyecto de empresa líder con visión de futuro.

Los objetivos y políticas TPM para la empresa 2A Ingeniería, C.A. se definieron en asociación con los miembros del Nivel Directivo, y son los siguientes:

▪ Objetivos.

1. Elaborar un proyecto de empresa que tenga como objetivo la constitución de una estructura en la misma, que busca la máxima eficiencia del sistema.
2. Implicar a todas las funciones de la empresa comenzando en una primera fase con un área piloto y posteriormente se extienda al resto de los departamentos.
3. Lograr el compromiso al proyecto y la participación en su desarrollo de todos los empleados de la empresa, desde el Nivel Directivo hasta los técnicos de cuadrillas.
4. Desarrollar la imagen y la identidad de la empresa tanto en el exterior como en el interior de la misma.
5. Compartir la información, procurando que los objetivos, las políticas, los puntos fuertes y los puntos débiles, así como las estrategias, sean conocidos.
6. Desarrollar la formación hacia la mejora continua a través de los métodos de resolución de problemas.
7. Establecer una política desde el Nivel Directivo, basada en una estrategia y desplegándola a partir de orientaciones.
8. Elaborar planes a corto plazo identificados por actividades cotidianas, aplicando sobre ellas la mejora continua.
9. Elaborar planes a medio-largo plazo sobre puntos esenciales para la empresa.

▪ Políticas.

1. Maximizar la efectividad global de los equipos, involucrando la participación de todos los recursos de 2A Ingeniería, C.A. logrando que todo el personal se esfuere en el logro de cero averías.

2. Lograr equipos de trabajo altamente calificados y tener como resultado trabajos de calidad.
3. Desarrollar personal competente y polifuncional, mediante adiestramiento y capacitación, consiguiendo la máxima identificación con los objetos de la empresa.
4. Lograr la implicación de todos los trabajadores en las mejoras, mediante los círculos de calidad.
5. Conseguir que los ambientes de trabajo sean agradables (limpios y ordenados), a través de grupos de trabajo participativos y eficientes.

5.1.1.5. Formular Plan Maestro para el Desarrollo TPM.

El plan maestro se convierte en el mapa detallado para el programa TPM. Se estudiarán las áreas detenidamente para verificar que se cumpla el TPM y determinar las metas a donde se quiere llegar con la implantación del mismo. De esta manera se podrán predecir los resultados que se desean obtener. A continuación se presenta el plan maestro:

Etapas preparatorias:

- Anuncio oficial a todos sobre el compromiso y la introducción del TPM en la empresa.
- Capacitación inicial y despliegue de virtudes del TPM.
- Establecer los comités y líderes del TPM.
- Establecer el sistema de gestión del TPM y las metas.

Elaboración del plan maestro:

- Identificación de los procesos a ser atendidos con TPM.
- Priorizar procesos y establecer secuencia para implantación.
- Cronograma de acciones y objetivos del TPM.

- Plan de capacitación para desarrollo de competencias.

Despliegue del TPM:

- Presentación del plan a toda la empresa.
- Comunicación a proveedores sobre nuevos requerimientos de la empresa.
- Despliegue publicitario al cliente sobre el compromiso con él y como el TPM ayudará a realizar un mejor servicio.

5.1.2. Fase de Introducción.

Representa el arranque formal del programa TPM. A partir de la ejecución de esta fase, los trabajadores deben cambiar sus rutinas de trabajo diarias tradicionales y empezar a practicar el TPM. El objetivo de esta fase es informar el contenido y las formas de aplicar el proyecto TPM en cada proceso y área de trabajo.

5.1.2.1. Arranque Oficial y Difusión del TPM.

Se realizó una reunión donde se convocó al personal de la Gerencia Media, Departamental, y a representantes de la empresa Movilnet. En dicha reunión, los miembros del Nivel Directivo confirmaron su compromiso de implementar el TPM; también se les informó a los presentes de los planes desarrollados y el trabajo realizado durante la etapa de preparación, de esta manera el público fue informado de lo que va a ocurrir en 2A Ingeniería, C.A. durante los meses siguientes.

El programa que se siguió para el desarrollo de esta actividad es presentado a continuación:

1. Intervención de los miembros del Nivel Directivo sobre los objetivos globales de la puesta en marcha del TPM en la empresa.
2. Presentación por un representante del proyecto de las fases y etapas del TPM, destacando el rendimiento operacional y todo lo que gira a su alrededor.
3. Presentación por el Coordinador TPM del estado de los lugares, destacado la síntesis de entrevistas, encuestas sobre la organización y los valores obtenidos en el rendimiento operacional, identificando y jerarquizando los problemas actuales, señalando los planes de acción.
4. Conclusión del Coordinador del TPM con un apartado de preguntas y repuestas para todos los asistentes a la charla.

5.1.3. Fase de Implantación.

En esta etapa se efectúa una aplicación piloto del TPM, la cual consiste en la selección de un departamento de la empresa 2A Ingeniería, C.A. y una estación radio base, con la finalidad de convertirlos en las áreas de mejora para la instalación del programa; progresivamente la implantación se extenderá al resto de los departamentos de la organización. Así mismo, se establecen las técnicas, se programan las actividades a desarrollar, y se planifica el entrenamiento y capacitación que requiera el personal. Esta fase puede tomar de 3 a 5 años para su completo desarrollo.

5.1.3.1. Selección del Área Piloto.

Para implementar la metodología de Mantenimiento Productivo Total existen, en general dos vías: una de ellas es aplicar el TPM en todos los departamentos paso a

paso, y la otra es implementar todos los pasos departamento por departamento en la empresa. Los expertos aconsejan que la mejor forma de efectuar la implementación sea la segunda alternativa.

Se seleccionaron dos áreas pilotos: el Departamento de Gerencia Operativa y una estación radio base ubicada en la ciudad de Barcelona; esto con el fin de estudiar cómo se desarrolla el TPM en el área de oficina y en el área de servicios, respectivamente.

El Departamento de Gerencia Operativa se escogió por ser el departamento más importante de la empresa, ya que en él se coordinan los procesos del Departamento de Proyectos, el Departamento de Planificación y Costos, y se planifican y supervisan las actividades de los proyectos. Debido a esto es mucha la información que se maneja en esta área, y se considera la ideal para dar inicio al proceso de implementación del TPM para el área de oficina. En el área de servicios se eligió una estación radio base de la zona de Barcelona por cuestiones de distancia.

5.1.3.2. Programa de Mantenimiento Planificado.

Se busca convertir la mayor parte del trabajo de mantenimiento en un mantenimiento programado.

El primer paso consiste en realizar una documentación inicial de los equipos, esto con una finalidad de mejorar la información técnica de la unidad a mantener y crear el catálogo de equipos para 2A Ingeniería, C.A. Los datos correspondientes a cada equipo son recopilados en un formato de ficha técnica de equipos de estaciones radio bases, el cual resume toda la información descriptiva de cada equipo que conforma una estación radio base; en el ANEXO C se puede apreciar este formato. En este registro se resaltan las características más importantes del equipo, a fin de

tener un mayor conocimiento del mismo y facilitar su ubicación ante la presencia de fallas o acciones de mantenimiento.

Conocidas las características técnicas de los equipo, se establecieron las rutinas de mantenimiento para cada uno de ellos; el objetivo de estas rutinas es señalar la periodicidad de realización de las acciones de mantenimiento que requiere cada equipo para mantenerse operativo y evitar la presencia de fallos. Las rutinas fueron agrupadas en cuatro módulos técnicos: civil, eléctrico, mecánico y sistemas radiantes, cada uno presenta los componentes a los cuales hay que realizarles mantenimiento, conjuntamente con sus respectivas frecuencias. En el ANEXO C se muestra el cuadro resumen de rutinas por módulos.

Se establece un procedimiento de ejecución de las acciones de mantenimiento a través de un listado de las rutinas por módulo técnico, en él se describen las actividades y acciones a seguir para el desarrollo del mantenimiento en el equipo y sus componentes, ver ANEXO C.

Al culminarse la rutina de mantenimiento de una estación radio base, se realiza un informe de las actividades ejecutadas y sus observaciones en la estación visitada, esto con el fin de crear el registro histórico de los equipos. Estos datos permiten llevar el control del mantenimiento preventivo y correctivo, conocer el funcionamiento de cada unidad, y detectar que averías se repiten o si hay reparaciones frecuentes debidas a la misma causa. Para ello son diseñados dos formatos distintos: uno para el registro del mantenimiento preventivo, y otro para el registro del mantenimiento correctivo, dependiendo del tipo de mantenimiento ejecutado se llena el formato correspondiente y se envía al Departamento de Planificación y Costos de 2A Ingeniería, C.A. donde esta información es procesada en el sistema de información. Estos formatos están incluidos en el ANEXO C.

Una vez establecida la metodología a seguir para el control y seguimiento de las acciones de mantenimiento, se prepara la programación del mantenimiento de las estaciones radio bases; su diseño se basa en los datos obtenidos de los registros anteriores y se planifica en periodos de hasta un año, a fin de ver la distribución de las actividades por estación.

5.1.3.3. Programa de Mantenimiento Autónomo.

Como se mencionó en el capítulo 3, 2A Ingeniería C.A. consta de tres áreas de trabajo: Servicios, Oficina y Almacén, por lo tanto esta técnica es aplicada para cada una de estas áreas con el fin de mejorar la seguridad en el trabajo, reforzar las actitudes y buenos hábitos en el puesto de trabajo del empleado, y aumentar la eficacia de los equipos e instalaciones con los cuales trabaja la empresa a través de la prevención del deterioro.

Es importante mencionar que la ejecución de este procedimiento se inicia en las áreas piloto seleccionadas, y progresivamente será implementado en los demás departamentos y estaciones radio base. En seguida se describe el desarrollo del mantenimiento autónomo dentro de la empresa, el cual se basa en el principio de las 5S.

- *Seiri (Clasificar)*

Se identifican y separan los objetos necesarios de los innecesarios, apartándose estos últimos, en el puesto de trabajo del empleado. A continuación se presentan los pasos a seguir para llevar a cabo esta actividad:

1. Realizar un inventario de los documentos, herramientas, repuestos, materiales y objetos necesarios en los puestos de trabajo para cada área.

2. Elaborar un listado de los documentos, herramientas, repuestos, materiales y objetos que no sirven y que no pertenecen al puesto de trabajo.
3. Desechar y reubicar los objetos de la lista.

El empleado debe realizar un trabajo a fondo en su puesto de trabajo para solamente dejar lo que realmente le es útil. Con ayuda del diagrama de flujo que se expone en la figura 5.2, se clasifican los documentos, herramientas, repuestos, materiales y objetos, que se encuentren en el área, y de acuerdo a su uso y estado de deterioro se les establece su destino.

Al finalizar esta actividad se podrá apreciar un puesto de trabajo con:

1. Más espacio
2. Mejor control de los objetos de trabajo.
3. Eliminación del despilfarro.
4. Menor probabilidad a los accidentes.

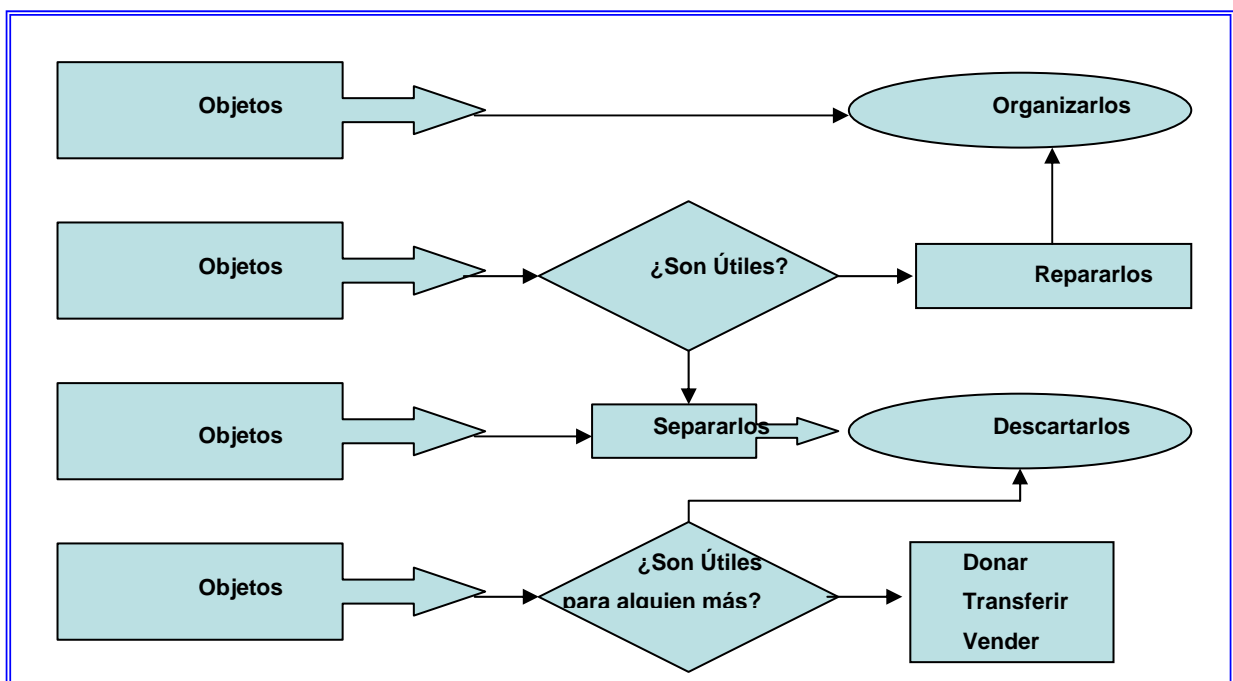


Figura 5.2. Diagrama de Flujo para la Clasificación

- Seiton (Ordenar)

Una vez que en el puesto de trabajo solo se hallan los objetos necesarios, estos se disponen de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos; a través de los siguientes pasos se desarrolla esta actividad:

1. Ordenar los objetos útiles según criterios de seguridad, calidad y eficacia.

Seguridad: No se puedan caer, mover, ni estorbar.

Calidad: Evitar que se oxiden, golpeen, deterioren o se mezclen.

Eficacia: Minimizar el tiempo de búsqueda.

2. Elaborar afiches y letreros que permiten mantener el orden en el puesto de trabajo.
3. Definir nombres, códigos y tarjetas de colores de acuerdo al tipo de artículo.
4. Tomando en cuenta la frecuencia de uso de los elementos, según figura 5.3, se decide su nueva ubicación.

A partir de este punto se presentan cambios en el puesto de trabajo:

1. Los documentos, herramientas, repuestos, materiales y objetos de trabajo se encuentran con mayor facilidad, economizando tiempo y movimientos.
2. Retornar los elementos a donde pertenecen, es más sencillo.
3. Se sabe cuando falta algo.
4. El ambiente de trabajo tendrá mejor apariencia, lo cual proporciona mayor comodidad durante la jornada laboral.

- Seiso (Limpiar)

Se identifican y eliminan las fuentes de suciedad en los puestos de trabajo. Durante este proceso de limpieza se realiza una inspección detallada a los equipos e instalaciones de la empresa con el fin de detectar los problemas reales o latentes en ellos.

Para el desarrollo de esta actividad se establece un día no laborable para que no interfiriera con la jornada laboral de los empleados, y se ejecuta de la siguiente manera:

1. Recoger o desechar los elementos deteriorados.
2. Utilizar trapos, cepillos, escobas y coletos para la limpieza.
3. Utilizar productos adaptados para limpiar.
4. Reparar y pintar en lugares que sea necesario.
5. Aspirar todas las esquinas y rendijas donde se acumula el polvo y los cuales son poco visibles.

Se establece que una vez por semana cada empleado realizara una limpieza en su puesto de trabajo, también se encargara de promoverla para que así su área sea respetada. Colocaran letreros para recordar que siempre se debe mantener todo en perfecto estado de limpieza, permitiendo que esta sea permanente para todos.

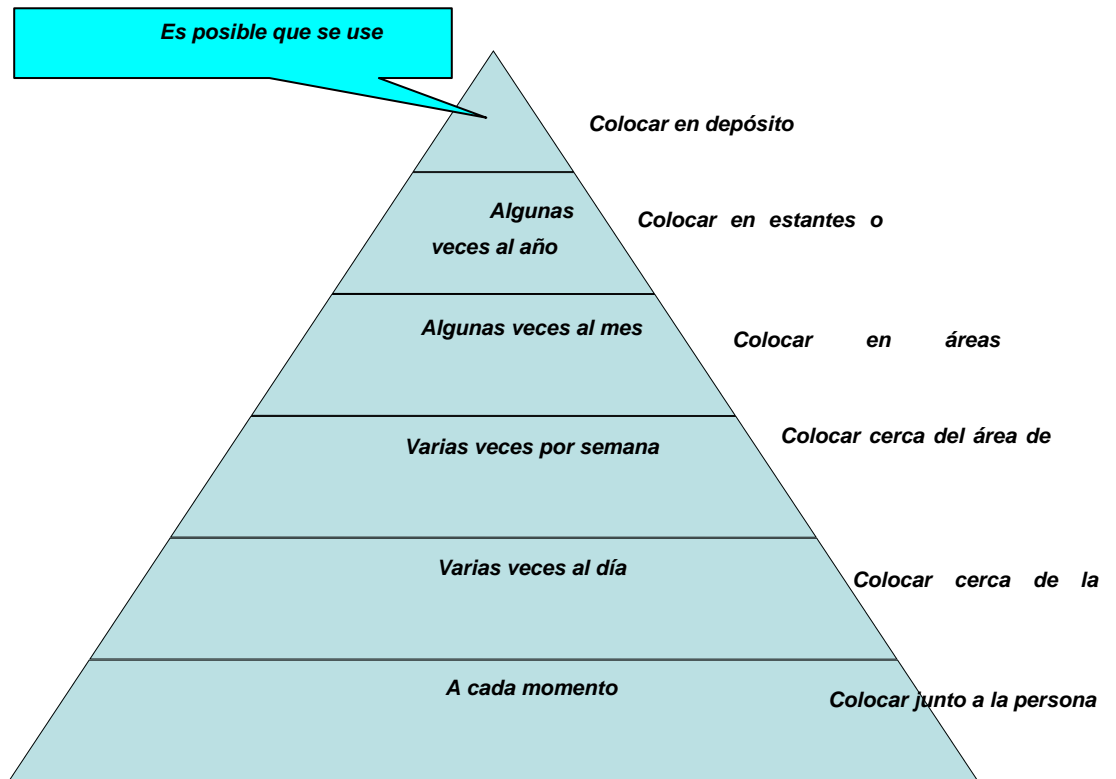


Figura 5.3. Pirámide de Frecuencia de Uso.

Fuente: Elaboración Propia

A medida que pase el tiempo se verán los resultados que produjo esta actividad:

1. Aumento de la vida útil de los equipos e instalaciones.
2. Menos probabilidad de contraer enfermedades.
3. Menos accidentes.
4. Ayuda a evitar mayores daños a la ecología.
5. La empresa proyecta una imagen de limpia, ordenada y con un grato ambiente de trabajo.

- Seiketsu (Estandarizar)

Se busca distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos. También se relaciona con la creación de los hábitos para conservar el lugar de trabajo en perfectas condiciones.

Esta S representa el seguimiento y cumplimiento las tres primeras S expuestas anteriormente, se establece que para su buen funcionamiento se deben seguir las siguientes pautas:

1. Limpiar con la regularidad establecida.
2. Todo el personal debe colaborar en promover la limpieza y el orden en la empresa colocando todo en su sitio.
3. Los procedimientos establecidos deben cumplirse correctamente para preservar el orden y la limpieza.
4. Preparar programas de trabajo para eliminar las áreas de difícil acceso, fuentes de contaminación y mejora de métodos de limpieza.

Cabe destacar, que las rutinas de mantenimiento para los equipos e instalaciones de las estaciones radio base forman parte de este proceso de estandarización, por lo cual deben ser ejecutadas de acuerdo a la programación establecida.

El desarrollo de esta actividad traerá beneficios como los que se muestran a continuación.

1. Se guarda el conocimiento producido desde el momento en que comenzó la implantación de las 5S.
2. Se mejora el bienestar del personal al crear un hábito de conservar impecable el puesto de trabajo en forma permanente.

3. Se aprende a conocer a profundidad elementos de trabajo, su ubicación y clasificación.
4. Se evitan errores de limpieza que puedan conducir a accidentes o riesgos laborales innecesarios.

- Shitsuke (Disciplina)

Pretende lograrse el hábito de respetar y utilizar correctamente los procedimientos, estándares y controles previamente desarrollados, trabajando constantemente en ello.

La aplicación de esta S es muy sencilla:

1. Respetar a todas las personas del entorno.
2. Respetar y hacer respetar las normas del puesto de trabajo.
3. Llevar puestos los equipos de protección de acuerdo al área donde trabaje.
4. Mantener el hábito de orden y limpieza.
5. Colocar ayudas visuales en el entorno de trabajo para preservar el hábito.
6. Recorrer las áreas por parte de los directivos.
7. Publicar fotos del antes y del después.
8. Realizar evaluaciones periódicas.

Esta actividad trae como resultado lo siguiente:

1. Se evitan reprimendas y sanciones.
2. Mejora la eficacia tanto de los empleados como de la empresa
3. El personal es más apreciado por los jefes y compañeros.
4. Mejora la imagen individual.

5.1.3.4. Programa de Capacitación y Entrenamiento.

La fuerza laboral de 2A Ingeniería C.A. será formada para que responda positivamente a los cambios que tendrá la empresa. Esta formación busca el desarrollo de nuevas habilidades y conocimientos que sirvan de soporte para el desempeño de las funciones del empleado, basándose en las necesidades individuales que cada cual tenga en su puesto de trabajo.

Una evaluación de desempeño y un diagnóstico de necesidades son claves para identificar las carencias que presenta el personal en la ejecución de sus funciones, y así determinar cuales son las acciones de capacitación a seguir.

A continuación se establecen los siguientes cursos para el personal, como inicio a su formación. Más adelante, y de acuerdo a las necesidades del empleado, se podrán integrar nuevos cursos:

- Básico de electricidad.
- Básico de motogeneradores.
- Básico de aires acondicionados.
- Control de proyectos.
- Inducción a las rutinas de mantenimiento.
- Diagnóstico de fallas en las áreas de generación auxiliar y aires acondicionados.
- Seguridad y entorno.

Es importante que los empleados refuercen sus habilidades y desarrollen sus capacidades a través del trabajo diario. Las actividades de formación se deben evaluar periódicamente y comprobar el progreso que logran los individuos hacia los objetivos de desarrollo de capacidades, especializaciones y los grados de maestría alcanzados.

5.1.3.5. Programa de Gestión de Seguridad y del Entorno.

La seguridad se promueve sistemáticamente como parte de las actividades TPM, los diferentes procesos que realiza 2A Ingeniería, C.A. deben generar el menor impacto ambiental negativo posible, al igual que la prevención de accidentes laborales en las áreas de trabajo y la eliminación de fuentes de contaminación.

La técnica expuesta en el apartado 5.1.3.3 es la base de la seguridad, sin embargo, la misma debe ser complementada con la puesta en práctica del Manual de Procedimientos del Sistema de Gestión de Prevención de Riesgos Laborales que posee la empresa; en él se definen las principales normas y lineamientos de las actividades preventivas a ser ejecutadas dentro de 2A Ingeniería, C.A. de acuerdo a lo establecido por la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT). Para que este manual se emplee efectivamente, es importante realizar un curso de capacitación a todo el personal acerca del mismo.

Las actividades que se presentan a continuación, análogamente con lo expuesto en el párrafo anterior, deben ser realizadas ya que son fundamentales en el desarrollo de la seguridad y medio ambiente:

- Detección y corrección de problemas de seguridad y entorno.
- Eliminación de fuentes de contaminación mediante mejoras.
- Estándares de limpieza y chequeo.
- Controles visuales (señales de seguridad y peligro).
- Capacitaciones de seguridad y entorno.
- Planes para medidas de prevención de errores.

5.1.4. Fase de Estabilización.

El objetivo de esta etapa es consolidar y dar continuidad a lo aprendido en las anteriores. En ella se evalúa el proceso de implantación para mantener y mejorar los resultados obtenidos a través del programa TPM. Esta última fase completa el desarrollo del TPM.

5.1.4.1. Establecer Plan de Auditoría.

El empleo de auditorías internas permite evaluar el control de avance del programa TPM dentro de 2A Ingeniería, C.A., e identificar aquellas fallas que se estén teniendo durante la implementación del mismo; este procedimiento es aplicado a todas las áreas de trabajo de la empresa.

Primeramente es diseñada la programación de las auditorias, cuya realización se establece a cada seis meses, a partir del arranque formal del proyecto TPM. Para cada auditoría se elabora un plan, el cual expone los objetivos, alcance y criterios a seguir durante la ejecución de la misma. El ANEXO D muestra los formatos para este fin.

Durante el desarrollo de la auditoría se asientan en un formato las irregularidades encontradas en el área auditada, ver ANEXO D: Lista de verificación. Una vez concluido este proceso, se redacta el informe de la evaluación, donde se presentan los resultados obtenidos y las conclusiones de la misma. A través de esta información el Comité Directivo TPM establece las acciones a implementarse dentro de la empresa. En el ANEXO D se puede apreciar este formato.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA DE ADAPTACION DE UN SOFTWARE PARA LA GESTION DE MANTENIMIENTO

En la filosofía TPM se plantea mejorar el sistema de información para la gestión de mantenimiento. La información de lo que ocurre en las instalaciones es vital; hacerlo de forma manual requiere un gran esfuerzo en tiempo y en recursos, por tanto un sistema informatizado maneja toda la información que se genera de forma rápida y efectiva, éste sistema es capaz de dar la información que sea necesaria para mejorar las instalaciones, y finalmente, permitir planificar y programar eficientemente los trabajos de mantenimiento.

El sistema informatizado permite enfocarse en todas aquellas áreas donde, con datos reales, se estén concentrando los recursos, tantos humanos como materiales, y permitir tomar decisiones con un margen de error mínimo.

Algunos aspectos relativos a costos directos de mantenimiento que mejora un sistema de gestión de mantenimiento controlado por computadora se exponen a continuación y pueden ser la base comparativa para justificar su implantación:

- Tiempo que gasta el personal buscando materiales.
- Tiempo que gasta el personal en la gestión de devolución de material innecesario.
- Tiempo que se pierde por una deficiencia en la prioridad de los trabajos, y cuántos de estos trabajos se dejan sin hacer.
- Tiempo que se pierde por una programación inadecuada.
- Tiempo que se pierde por una falta de información de los cambios en los equipos sobre los que se va a trabajar.

- Porcentaje de veces que se necesita un material y no se tiene.
- Reducción del inventario a través de la planificación.

El sistema informatizado debe ser capaz de permitir al Ingeniero o al Planificador de Mantenimiento efectuar un seguimiento del trabajo de forma organizada. Para ello es necesario tener en cuenta los aspectos como:

- Mantener el costo del servicio de mantenimiento lo más bajo posible.
- Encontrar la mejor forma de efectuar los trabajos de mantenimiento.
- Encontrar la forma de que los equipos críticos estén siempre disponibles.
- Encontrar la forma de reducir al mínimo los costos de mantenimiento en aquellos equipos que no sean críticos.
- Proveer de las facilidades necesarias para que los operadores no calificados realicen el mantenimiento mínimo requerido en los equipos.
- Proveer del entrenamiento y supervisión necesaria.

6.1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO MP SOFTWARE VERSIÓN 8.

Hace dos años 2A Ingeniería, C.A. adquirió el software de gestión de mantenimiento *MP Software Versión 8*, como herramienta de apoyo en el desempeño de las actividades del mantenimiento; sin embargo, por cuestiones de carga de trabajo y tiempo, el mismo no ha podido ser implementado para tal fin. En base a la información obtenida y analizada durante el estudio de este proyecto, se concluyo hacer uso del mencionado software, ya que realmente se adapta a las exigencias de la empresa y cumple con los parámetros establecidos por el TPM.

El MP Software cubre gran cantidad de aspectos necesarios en un sistema de información de mantenimiento, pero más importante aún, cubre las necesidades de

mantenimiento correctivo y preventivo que la empresa requiere. La información ingresada corresponde a secciones, equipos, personas, herramientas, repuestos, proveedores, el programa trabaja con esta información organizándola y arrojando órdenes de trabajo correctivas, preventivas, alarmas por falta de repuestos, órdenes periódicas, entre otras.

6.2. ESTRUCTURA GENERAL DEL MP SOFTWARE.

El MP es un software profesional para control y administración del mantenimiento que ayuda a documentar y mantener organizada toda la información que requiera 2A Ingeniería, C.A. También mejora la eficiencia de los trabajos de mantenimiento, reduciendo el inventario de repuestos de almacén y suministrando la mejor información integral para la toma de decisiones.

A continuación se hará una descripción generalizada de cada módulo a fin de lograr el conocimiento del sistema:

6.2.1. Menú Principal.

El Menú Principal localizado en una barra vertical del lado derecho de la pantalla está estructurado en 6 módulos básicos:

- *Equipos:* Es el módulo donde el planificador registra los equipos, inmuebles o vehículos a los que se desea controlar y administrar el mantenimiento con el MP.
- *Planes:* Es el módulo donde se registra el conjunto de actividades de mantenimiento preventivo que deben realizarse a un equipo para mantenerlo en óptimas condiciones de funcionamiento.

- *Consumos*: En este módulo se pueden registrar los consumos de materiales, mano de obra y servicios externos utilizados en la realización de las órdenes de trabajo y consultar el historial de los mismos. Es en éste módulo también donde se generan los vales para obtener los materiales necesarios para la realización de las órdenes de trabajo.

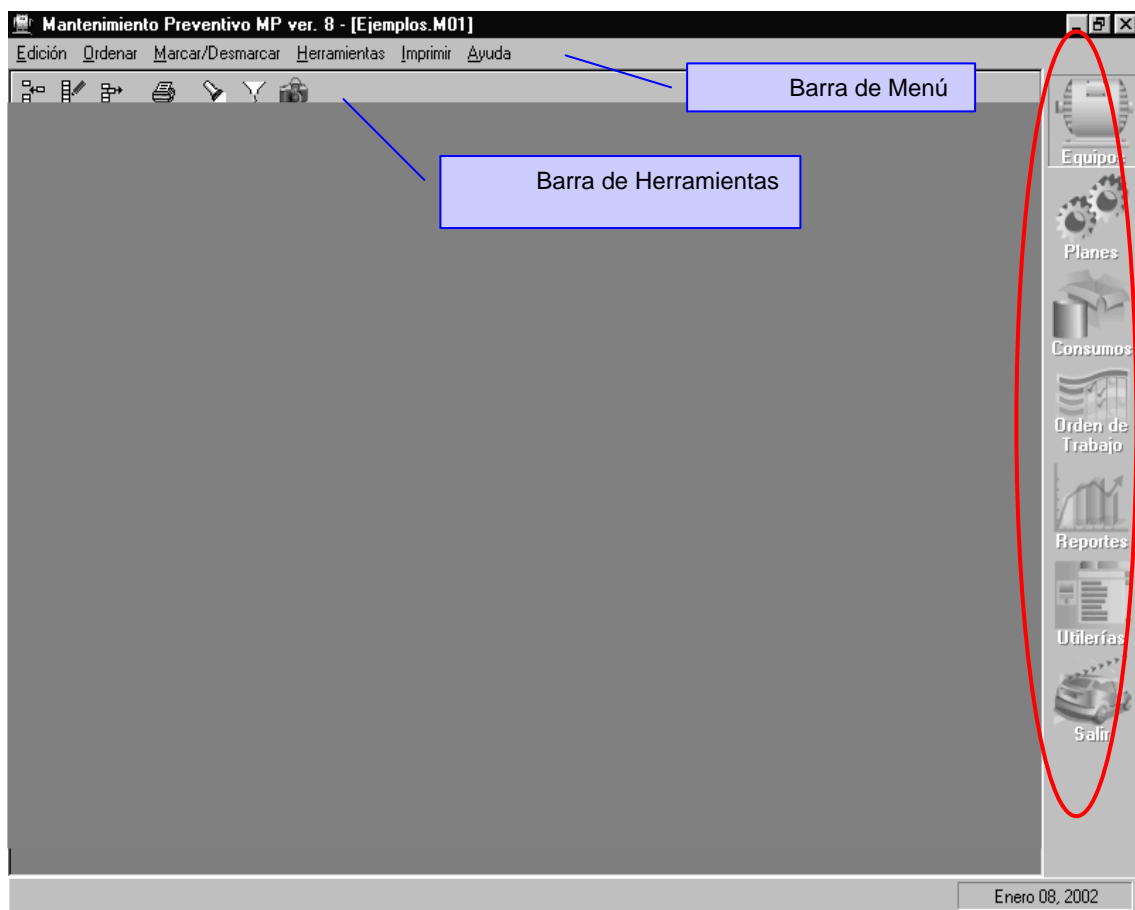


Figura 6.1. Pantalla del Menú Principal.

Fuente: Manual de Uso del MP Software

- *Órdenes de Trabajo:* Es el módulo en el que el planificador genera las órdenes de trabajo diarias, semanales, quincenales o mensuales para ejecutar los mantenimientos, registrar las que ya fueron realizadas y consultar el historial de las mismas.
- *Reportes:* En este módulo se pueden visualizar los diferentes reportes que genera el MP, generar gráficas o exportar datos para ser utilizados en alguna otra aplicación de software.
- *Utilerías:* En este módulo se forman los diferentes catálogos auxiliares que pueden ser utilizados en los módulos mencionados anteriormente. También es posible configurar diversas opciones de trabajo.

6.2.2. Módulo de Catálogo de Equipos.

Se registran los equipos, inmuebles o vehículos cuyo mantenimiento se desea controlar con el MP. El catálogo se divide en tres secciones: equipos, inmuebles y vehículos.

6.2.3. Módulo de Planes de Mantenimiento.

Las actividades de mantenimiento preventivo generalmente consisten en acciones enfocadas a prevenir fallas y se realizan en forma cíclica y repetitiva con una frecuencia determinada.

Los componentes de un plan son:

- El nombre que lo identifica.
- El régimen que determina si el control se llevará por fechas o lecturas.

- Las partes y subpartes del equipo.

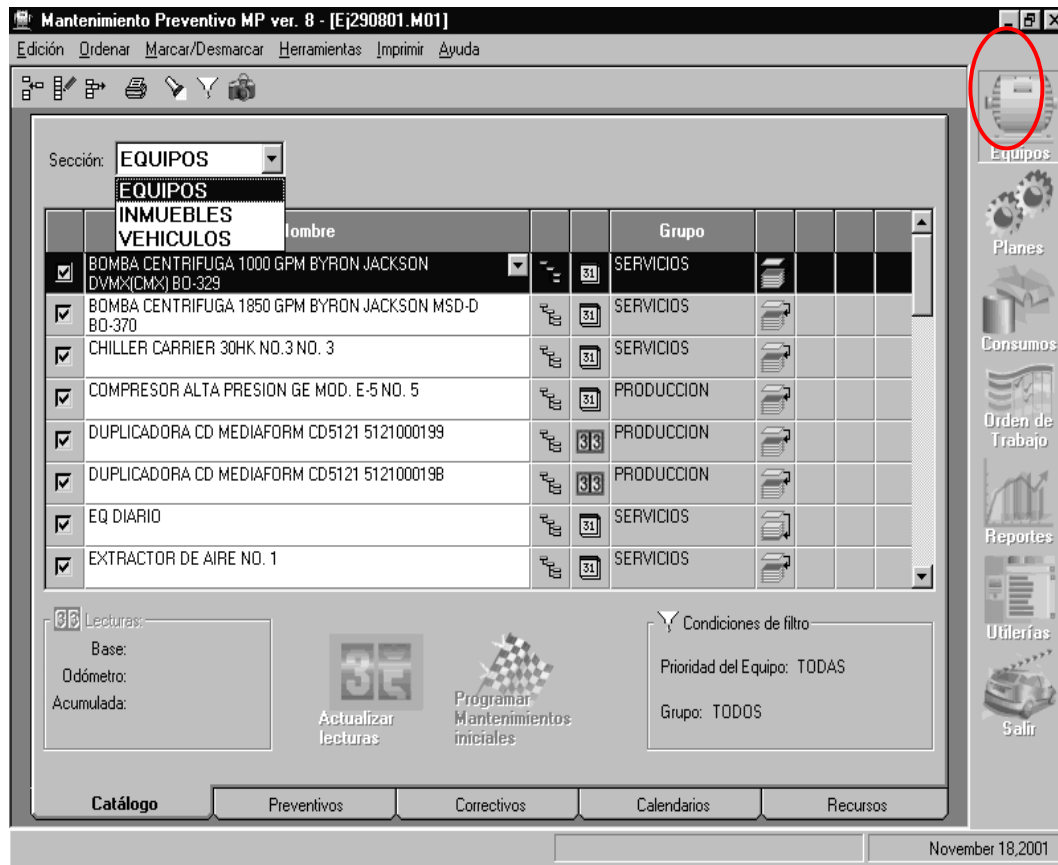


Figura 6.2. Pantalla Catálogo de Equipos.

Fuente: Manual de Uso del MP Software

- Las actividades de mantenimiento que se le hacen a cada parte y subparte.
- La frecuencia con que deben realizarse.
- La especialidad de quien realiza la actividad.
- La prioridad de la actividad.

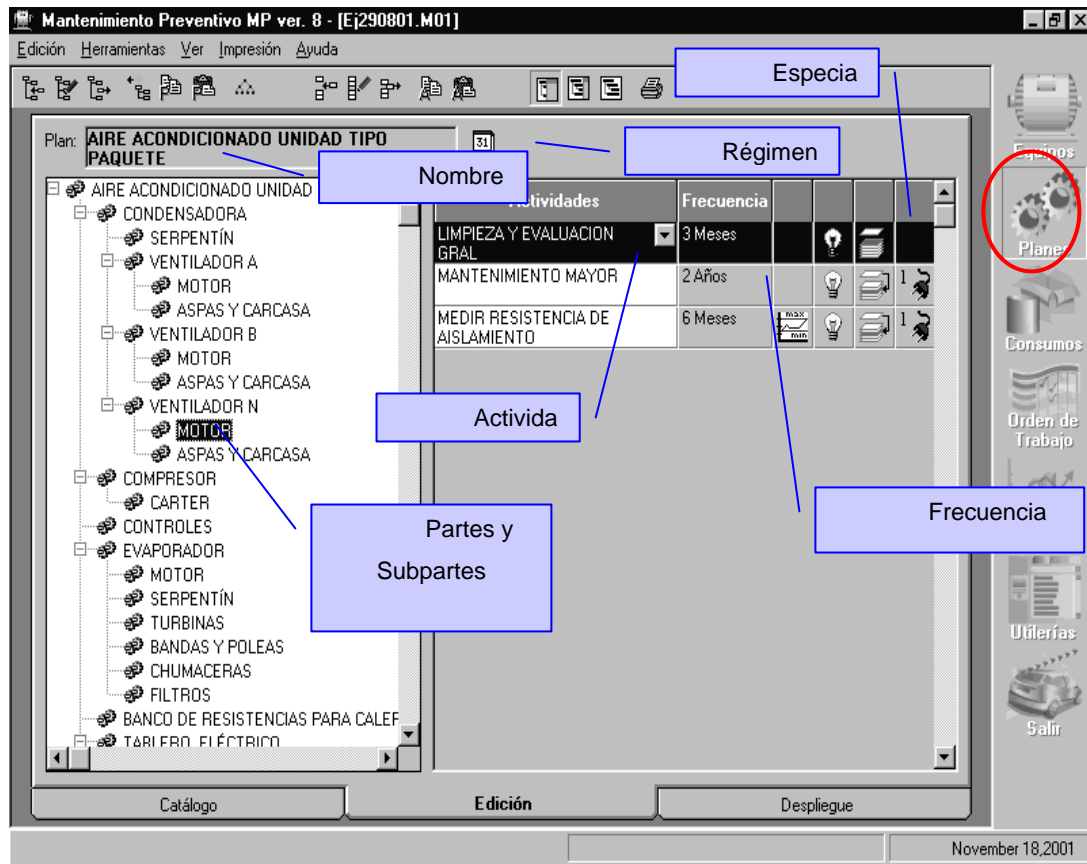


Figura 6.3. Pantalla de Planes de Mantenimiento.

.Fuente: Manual de Uso del MP Software

6.2.4. Mantenimiento Preventivo.

El MP se encarga de informar día con día sobre los equipos que deben atenderse, mostrando las actividades de mantenimiento preventivo que deben realizarse a cada equipo. Una vez que se realizan los trabajos de mantenimiento preventivo, el MP reprograma la fecha próxima para cuando deban volver a realizarse.

Cuando un técnico de cuadrilla detecte una falla o desperfecto en algún equipo, la reporta en el MP para que el planificador genere la orden de trabajo correspondiente; un mensaje de aviso aparece en la pantalla de la computadora de éste, indicando que se acaba de reportar una falla la cual debe ser atendida. Este mensaje aparece únicamente en la pantalla de él.

El MP gráfica el acumulado de fallas ordenando de mayor a menor ocurrencia, lo que permite conocer los tipos de falla más frecuentes. El Pareto de fallas es una excelente herramienta en la planeación estratégica tendiente a reducir las fallas más significativas. Para el cálculo del Pareto de fallas el programa selecciona todos los equipos o un rango de equipos, así como un rango de fechas.

6.2.6. Módulo Órdenes de Trabajo.

Al generarse una orden de trabajo, el MP asigna un número de folio consecutivo a dicha orden. El número de folio permite controlar y dar seguimiento de cada orden de trabajo, evitando la posibilidad de duplicar trabajos. El planificador podrá a su juicio quitar actividades, asignar un responsable y anotar las observaciones que juzgue convenientes.

Una vez generada la orden de trabajo, ésta se imprime para entregarla al técnico correspondiente encargado de realizar los trabajos. El documento impreso servirá al técnico como guía durante todo el mes para conocer los trabajos que debe ir realizando. Conforme se vayan realizando los trabajos, sobre el mismo documento impreso se podrán ir tildando los trabajos realizados. Al final del periodo, el documento servirá para actualizar en el MP los trabajos realizados durante el periodo.

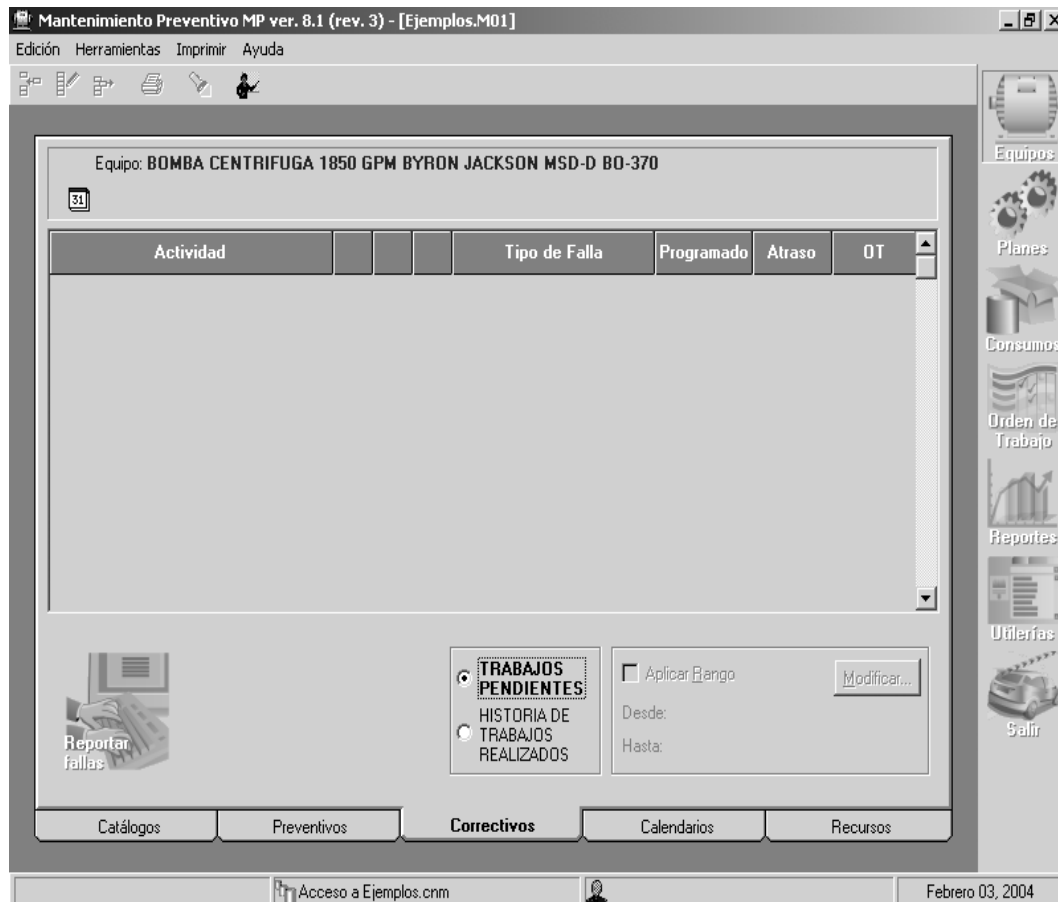


Figura 6.5. Pantalla Reportar Fallas.

Fuente: Manual de Uso del MP Software

Historial de Órdenes de Trabajo.

En el historial de órdenes de trabajo, el planificador podrá consultar todas las órdenes de trabajo cerradas, tanto de mantenimiento correctivo como de mantenimiento preventivo.



Figura 6.6. Pantalla Orden de Trabajo.

Fuente: Manual de Uso del MP Software

6.2.7. Módulo Asignación de Recursos.

La asignación de recursos consiste en establecer para cada una de las actividades del equipo los recursos materiales (repuestos), mano de obra y herramientas requeridos para realizarlas.

La asignación de recursos permite:

- Elaborar presupuestos.

- Generar vales de salida de material de forma automática.
- Documentar los recursos requeridos para realizar una actividad.
- Calcular el abastecimiento en función de los mantenimientos programados para obtener los repuestos que deban abastecerse al almacén justo a tiempo, reduciendo así los niveles de existencias del inventario.

Desde el MP, el usuario consulta las existencias y costos de los diferentes materiales y refacciones. También, forma un catálogo de herramientas con la finalidad de asignar herramientas a las actividades de mantenimiento y dejar documentadas las herramientas necesarias para realizar las actividades.

El MP documenta el consumo de materiales y refacciones utilizados en cada uno de los equipos. Esto permite hacer consultas sobre los recursos utilizados en cada equipo y analizar costos de mantenimiento entre los diferentes equipos.

6.2.8. Módulo Reportes y Gráficas.

El MP grafica los siguientes conceptos:

- Cantidad de actividades preventivas realizadas.
- Cantidad de actividades correctivas realizadas.
- Cantidad total de actividades realizadas.
- Número de paros.
- Horas de paro.
- Costo de materiales.
- Costo de materiales preventivos.
- Costo de materiales correctivos.
- Costo de mano de obra.

- Costo de mano de obra preventivos.
- Costo de mano de obra correctivos.
- Costo de servicios externos.
- Costo de servicios externos preventivos.
- Costo de servicios externos correctivos.
- Costo total de mantenimiento preventivo.
- Costo total de mantenimiento correctivo.
- Costo total.

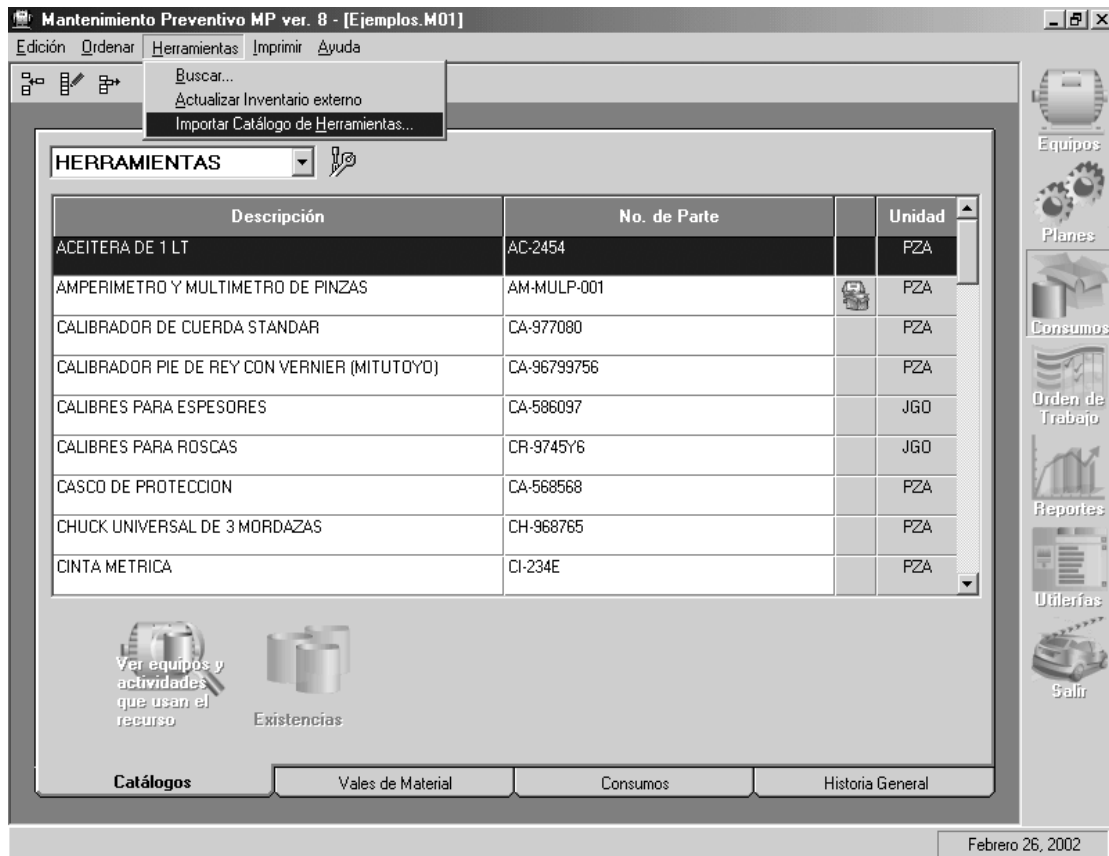


Figura 6.7. Pantalla Catálogo de Herramientas.

Fuente: Manual de Uso del MP Software

Flujo de Recursos.

El MP asigna los recursos materiales, mano de obra y servicios necesarios para realizar las actividades de mantenimiento. También calcula automáticamente las fechas cuando deben realizarse las actividades de mantenimiento.

También calcula un flujo de recursos, indicando el presupuesto para los próximos doce meses. En este presupuesto el MP calcula el costo y la cantidad por utilizar de cada recurso, así como los totales de materiales, mano de obra y servicios.

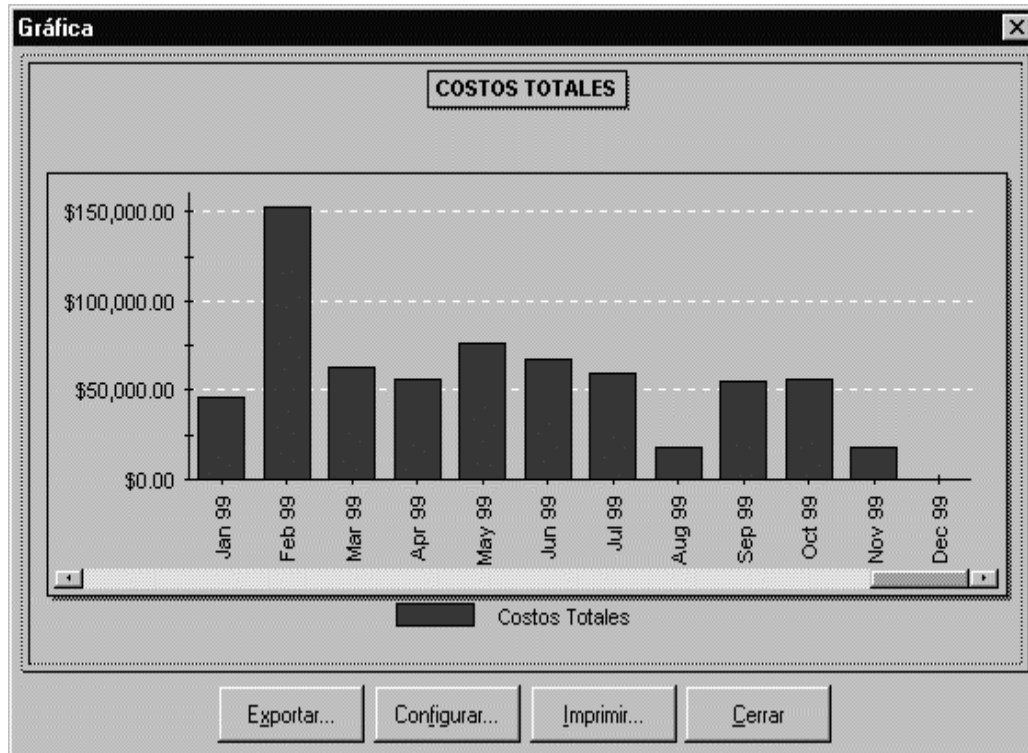


Figura 6.8. Pantalla Gráfico de Costos Totales.

Fuente: Manual de Uso del MP Software

Historia Gráfica.

El MP permite visualizar en forma gráfica la historia de los mantenimientos preventivos y correctivos que se hayan efectuado a un equipo en un lapso de tiempo. Lo anterior, permite evaluar de un vistazo rápido si el mantenimiento realizado a un equipo ha sido realmente apegado a lo planeado y además, evaluar las fallas presentadas en el equipo en un lapso de tiempo.

Del análisis de la historia gráfica pueden detectarse en muchas ocasiones problemas repetitivos que pueden evitarse en el futuro realizando algunos ajustes en los planes de mantenimiento preventivo.

CONCLUSIONES

- En la descripción de la situación actual de la empresa, se pudo evidenciar que algunos procesos que se llevan acabo dentro de 2A Ingeniería, C.A. son ejecutados incorrectamente y en ocasiones no se realizan.
- La operadora Movilnet exige a 2A Ingeniería, C.A. un 99,99% del cumplimiento de los estándares establecidos para la realización del servicio a sus Estaciones Radio Base. La realización de una auditoría interna de mantenimiento basada en la Norma COVENIN 2500-93 a las áreas: Gerencial, Administrativa, Operativa y Complementaria de la empresa, permitió conocer el estado real de la misma, y de la cual se obtuvieron los siguientes resultados: 74% para el área gerencial y operativa, 88% para el área administrativa y 80% para el área de recursos.
- A través de un análisis estructural de los problemas que afectan al sistema, se identificaron las principales variables que ocasionan la mayoría de los conflictos, determinándose que el origen de estas variables se debía al manejo inadecuado de la información, ya que le empresa solo procesa los datos de una parte de ella y el resto es archivada.
- Se decidió aplicar la metodología del Mantenimiento Productivo Total (TPM), porque es una filosofía gerencial que promueve el cambio de cultura organizacional hacia la calidad y productividad a todo nivel en la empresa bajo un esquema de administración participativa, ya que involucra a todos los departamentos y el personal participa activamente.

- La implementación del TPM inicio en una campaña informativa para el personal de la empresa, a fin de que comprendiera los beneficios de aplicar esta técnica; se definieron los objetivos y políticas TPM básicas y se elaboró el plan maestro de implantación. Para la puesta en práctica de la filosofía fueron seleccionadas dos áreas pilotos dentro de la empresa, en las cuales se desarrollan los siguientes programas: mantenimiento planificado, mantenimiento autónomo en equipos e instalaciones, capacitación y entrenamiento para la fuerza laboral, y gestión de seguridad y del entorno para evitar accidentes laborales. El progreso del proyecto es evaluado a través de planes de auditorias que se realizan semestralmente, y así descubrir tempranamente las fallas que se pudieran presentar durante su desarrollo.
- Se propuso la adaptación del software *Mantenimiento Preventivo MP* para la gestión de mantenimiento como herramienta de apoyo en el procesamiento de la información que se genera día a día en 2A Ingeniería C.A. Este sistema informatizado manejará la información de manera organizada, y cumpliendo con los parámetros requeridos por el TPM. Será capaz de organizar, clasificar y dar los datos necesarios para quien los requiera, de una manera rápida y sencilla, reduciendo tiempo y la pérdida de los mismos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la empresa garantizar la preservación de los datos que se generan del mantenimiento, ya que son necesarios para la toma de decisiones y elaboración de los planes de mantenimiento.

- Se recomienda crear un archivo físico con toda la información técnica de los equipos: catálogos, manuales descriptivos, planos, entre otras fuentes, para el personal de la empresa.
- Se recomienda diseñar un sistema de codificación de equipos, herramientas, materiales y repuestos, contribuyendo en el control del inventario en el almacén.
- Se recomienda elaborar tableros de gestión de información visual donde se exponga, en forma gráfica, los resultados que se van obteniendo de las acciones TPM.
- Se recomienda establecer un sistema de indicadores que le permitan monitorear permanentemente el desarrollo de las actividades del programa TPM.
- Se recomienda continuar el funcionamiento del MP Software, y capacitar al personal encargado para su uso.

BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez Laverde, H. **“¿Realmente qué es el TPM?”**. www.ceroaverias.com (2007).
2. Becerra, F. **“Gestión de Mantenimiento”**. www.mantenimientomundial.com (2006).
3. Antezana Delgado, J. **“Modelo de Gestión de Mantenimiento: Una Visión Estratégica”**. www.ceroaverias.com (2006).
4. Organización Industrial. Construsur **“Conceptos Básicos del TPM”**. www.organizacionconstrusur.com.ar (2006).
5. Leal, S. y Zambrano, S. **“Fundamentos Básicos de Mantenimiento”**. 1ª Edición, Fondo Editorial UNET, Venezuela (2005).
6. Milano, T. **“Planificación y Gestión del Mantenimiento Industrial. Un Enfoque Estratégico y Operativo”**. 1ª Edición, Editorial Panapo. Venezuela (2005).
7. Ogalla Segura, F. **“Sistema de Gestión. Una Guía Práctica”**. Editorial Díaz de Santos, C.A. España (2005).
8. Riveiro, H. **“Mantenimiento Autónomo”**. www.organizacionconstrusur.com.ar (2005).

9. Zambrano, S. **“Gerencia de Proyectos de Mantenimiento”**. Consejo de Publicaciones Universidad Experimental del Táchira. Venezuela (2002).
10. Hernández Cruz, E. **“Controlando y Evaluando la Gestión de Mantenimiento”**. www.clubdemantenimiento.com.ar (2001).
11. Duffuaa, S., Raouf, A. y Campbell, J. **“Sistemas de Mantenimiento. Planeación y Control”**. 1ª edición, Editorial LIMUSA. México (2000).
12. Jiménez Fernández, D. **“Mantenimiento Planificado y Programado”**. www.mantenimientoplanificado.com (2000).
13. Arbones, E. **“Ingeniería de Sistemas”**. Alfaomega Grupo Editor, S.A., México (1999).
14. Newbrough, E. **“Administración del Mantenimiento Industrial”**. Editorial Diana, México (1998).
15. Aracil, J. y Godillo, F. **“Dinámica de Sistemas”**. 1ª edición, Alianza Editorial. España (1997).
16. Prando, R. **“Manual Gestión de Mantenimiento a la Medida”**. 1ª edición, Editorial Piedra Santa. Guatemala (1996).
17. Tavares, L. **“Administración Moderna de Mantenimiento”**. Editorial Iberoamericana. Brasil (1996).
18. Checkland, P. y Acholes, J. **“La Metodología de los Sistemas Suaves de Acción”**. 1ª edición, Editorial Megabyte. México (1994).

19. Sastoque, F. **“La Prospectiva, Técnicas para Visualizar el Futuro”**. Legis Editores S.A. Colombia (1994).
20. COVENIN Norma Venezolana 3049-93, **“Mantenimiento. Definiciones”**. Venezuela (1993).
21. COVENIN Norma Venezolana 2500-93, **“Manual para Evaluar los Sistemas de Mantenimiento en la Industria”**. Primera Revisión. Venezuela (1993).
22. Lorna, H. **“El Pensamiento Sistémico – Este Oeste”**. Revista Sistemas, Nº1, Universidad de los Andes. Venezuela (1985)

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y
ASCENSO:**

TÍTULO	DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA UNA EMPRESA DE SERVICIOS EN EL ÁREA DE TELECOMUNICACIONES
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CULAC / E MAIL
Bustamante Z., Laura J.	CVLAC: 15.621.807 E MAIL:
Ramos G., Joanna	CVLAC: 15.678.293 E MAIL:

PALÁBRAS O FRASES CLAVES:

2A INGENIERÍA,

SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

TELECOMUNICACIONES

AUDITORÍA

SISTEMA DE INFORMACIÓN COMPUTARIZADO

ESTRUCTURA ORGANIZATIVA

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ÀREA	SUBÀREA
Ingeniería y Ciencias Aplicadas	
	Ingeniería De Sistemas

RESUMEN (ABSTRACT):

Este trabajo de investigación tiene como objetivos: realizar un diagnóstico al sistema de gestión actual de mantenimiento de la empresa 2A Ingeniería, C.A., identificar las deficiencias que presenta el sistema, analizar los factores que dan origen a las deficiencias del sistema, diseñar el sistema de gestión de mantenimiento y establecer propuestas que permitan la adaptación de una herramienta de mantenimiento a la gestión. A tal efecto se comenzó con un diagnóstico de la situación actual de la empresa a través de una Auditoría Interna, la cual estuvo basada en los principios básicos y deméritos de la Norma COVENIN 2500-93. Luego se aplicó un análisis estructural para priorizar la criticidad de las deficiencias, este método estableció las variables claves que afectan al sistema, para realizar su respectivo análisis. A continuación se estudiaron los principios básicos del TPM y se justificó su implementación dentro de la empresa, porque da satisfacción a diversas necesidades o problemas específicos que se le plantean a nivel gerencial; y, por último, se propuso un Sistema de Información Computarizado para la Gestión del Mantenimiento.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**CONTRIBUIDORES:**

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
Tirso García	ROL	CA	AS x	TU	JU
	CVLAC:	9.276.085			
	E_MAIL	Tirso_garcia@hotmail.com			
	E_MAIL				
Aurelia Torcasio	ROL	CA	AS	TU	JU x
	CVLAC:	11.905.964			
	E_MAIL	aureliatorcasio@cantv.net			
	E_MAIL				
Héctor Moisés	ROL	CA	AS	TU	JU x
	CVLAC:	8.277.670			
	E_MAIL	mbhenrique@hotmail.com			
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2009 AÑO	04 MES	15 DÍA
-------------	-----------	-----------

LENGUAJE. SPA

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**ARCHIVO (S):**

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
TESIS. Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento.doc	Application/msword

CARACTERES EN LOS NOMBRES DE LOS ARCHIVOS: A B C D E F G H
I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z. a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u
v w x y z. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

ALCANCE:**ESPACIAL:** (OPCIONAL)**TEMPORAL:** 9 meses (OPCIONAL)**TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:**Ingeniero de Sistemas**NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:**Pregrado**ÁREA DE ESTUDIO:**Departamento de computación y sistemas**INSTITUCIÓN:**Universidad de Oriente- Núcleo Anzoátegui

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**DERECHOS**

De acuerdo al artículo 44 del reglamento de trabajo de grado:
"Los trabajos de grado son de exclusiva propiedad de la
Universidad de Oriente y sólo podrán ser utilizados para otros fines
con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien lo
participara al Consejo Universitario.

AUTOR

Laura Bustamante

AUTOR

Joanna Ramos

TUTOR

Tirso García

JURADO

Aurelia Torcasio

JURADO

Héctor Moisés

POR LA SUBCOMISION DE TESIS

Carolina wong