



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA



APACOOOP R.L.

Cooperativa de Productores Agrícolas y de Servicios
Múltiples de la Zona de Los Santos R.L.

Cooperativa de Productores Agrícolas y de Servicios Múltiples de la Zona de Los Santos, R.L.

“Propuesta de Departamento de Mantenimiento para una cooperativa del sector agroindustrial”

Informe de Práctica de Especialidad para optar por el Título:
Ingeniera en Mantenimiento Industrial, grado Licenciatura

Maureen Johanna Cortés Cascante

Cartago, Costa Rica, 2016



Escuela Acreditada por el
Canadian Engineering Accreditation Board (CEAB)

Evaluadores del Proyecto

Profesor Asesor

Ing. Fernando Bonilla Lorenzo

Asesor Industrial

Rodolfo Gamboa Gamboa

Tribunal Examinador

Ing. Carlos Piedra Santamaría

Ing. Luis Gómez Gutiérrez

Información del estudiante, proyecto y empresa

Información del estudiante

Nombre: Maureen Johanna Cortés Cascante

Cédula: 3 0463 0573

Carné ITCR: 201136402

Dirección de residencia en época lectiva: 150 m Sur del Bar La Minita, Ujarrás, Paraíso, Cartago, Costa Rica.

Teléfono celular: 8479-1724

Correo electrónico: maureen892@hotmail.com / maureen92cc@gmail.com

Información del Proyecto

Nombre del Proyecto: Propuesta de Departamento de Mantenimiento para una cooperativa del sector agroindustrial.

Profesor Asesor: Ing. Fernando Bonilla Lorenzo

Horario de trabajo del estudiante: De lunes a viernes, de 7:30 a.m. a 4:30 p.m.

Información de la Empresa

Nombre: Cooperativa de Productores Agrícolas y Servicios Múltiples de la Zona de Los Santos R.L. (APACOOOP R.L.)

Zona: Tejar del Guarco, Cartago.

Dirección: Diagonal al Restaurante El Quijongo, Tejar, El Guarco, Cartago.

Teléfono: (506) 2573-8696

Fax: (506) 2573-8678

Apartado: 546-7050

Actividad Principal: Servicios múltiples (acopio y comercialización de productos agrícolas, almacén de víveres y abarrotes, bodega de insumos agropecuarios, almacén de suministros de ferretería, líneas de crédito y vivero de especies frutales).

Dedicatoria

A mi familia, Juan y Carmen, David y Fabiola, y Javier.

Por su apoyo incondicional día a día, por sus consejos y guía, y por alentarme en los momentos difíciles y ser una motivación para seguir adelante a pesar de los obstáculos que se presentaron.

Sin su ayuda no hubiera sido posible culminar esta etapa de mi vida de manera exitosa. Gracias por confiar en mí.

Agradecimientos

A mi familia y muy especialmente a mis padres, por el esfuerzo que realizaron para que yo pudiera cursar una carrera universitaria y su apoyo para lograr concluirla, por los valores que me inculcaron y la educación brindada.

A mis compañeros, con quienes compartí durante mi formación profesional e hicieron que este proceso fuera una gran experiencia.

A los profesores, por el conocimiento compartido y el apoyo brindado.

A los señores Carlos Gamboa y Francisco Jiménez, por permitirme realizar la última etapa de mi formación profesional en su empresa.

Al Ing. Fernando Bonilla Lorenzo, por sus consejos y apoyo durante el desarrollo de este trabajo.

Al Sr. Antonio Gamboa y la Sra. Ileana Gamboa, por su apoyo y colaboración durante la realización de este proyecto.

Al personal de APACOOOP R.L, con quienes compartí una grata experiencia.

Índice de Contenido

Información del estudiante, proyecto y empresa	III
Información del estudiante	III
Información del Proyecto	III
Información de la Empresa	III
Resumen	1
Abstract.....	2
Capítulo 1 . Introducción.	3
1.1 . Introducción.....	3
1.2 . Preguntas de Investigación	4
1.3 . Situación actual del problema	4
1.4 . Justificación del proyecto	5
1.5 . Objetivos	5
1.5.1 . Objetivo general.....	5
1.5.2 . Objetivos específicos	5
1.6 . Alcances	6
1.7 . Descripción de la empresa	7
1.7.1 . Asociación Cámara Nacional de Productores, Comerciantes y Agroindustriales de Mora y Frutales de Altura (Aprocam)	7
1.7.1.1 . Visión.....	8
1.7.1.2 . Misión.....	8
1.7.2 . Cooperativa de Productores Agrícolas y de Servicios Múltiples de la Zona de Los Santos R.L.	9
1.7.2.1 . Visión.....	10
1.7.2.2 . Misión.....	10

1.7.2.3 . Valores.....	10
1.8 . Descripción de la Gestión del Mantenimiento.	12
Capítulo 2 . Evaluación de la Gestión de Mantenimiento en APACOOOP R.L.....	13
2.1 . Norma COVENIN 3049-93. Definiciones.	13
2.2 . Norma COVENIN 2500-93.	16
2.2.1 . Principios básicos a evaluar según la Norma COVENIN 2500-93.....	18
2.2.2 . Escala de medición	27
2.3 . Evaluación del Departamento de Mantenimiento	28
2.3.1 . Aplicación de la Norma COVENIN 2500-93.....	28
2.3.2 . Situación actual de la Gestión de Mantenimiento en APACOOOP R.L. ..	29
2.3.3 . Ficha de evaluación	30
2.3.4 . Resultados de la evaluación realizada mediante la Norma COVENIN 2500-93.	31
2.3.5 . Análisis de Resultados	32
2.3.6 . Observaciones y Recomendaciones	38
Capítulo 3 . Propuesta de Departamento de Mantenimiento para APACOOOP R.L.	41
3.1 . Misión y Visión del Departamento de Mantenimiento.	47
3.1.1 . Misión del Departamento de Mantenimiento	47
3.1.2 . Visión del Departamento de Mantenimiento	47
3.2 . Modelo Inicial de Gestión de Mantenimiento	48
3.2.1 . Identificación de Equipos	53
3.2.2 . Análisis de criticidad.....	56
3.2.3 . Equipos seleccionados	63
3.2.4 . Planes de Mantenimiento Preventivo.....	71
3.2.4.1 . Actividades de Mantenimiento Preventivo para el compresor	75

3.2.4.2 . Actividades de Mantenimiento Preventivo para el evaporador.	78
3.2.4.3 . Actividades de Mantenimiento Preventivo para el condensador.....	81
3.2.4.4 . Otras Actividades de Mantenimiento Preventivo para las cámaras de refrigeración.....	83
3.2.5 . Planes de Mantenimiento Autónomo	84
3.2.5.1 . Conservadora horizontal.....	85
3.2.5.2 . Termoselladora Manual.....	87
3.2.6 . Organización del Mantenimiento	89
3.2.6.1 . Estructura Organizacional.....	89
3.2.6.2 . Personal de Mantenimiento	91
3.2.6.3 . Competencias y funciones del personal de mantenimiento	93
3.2.7 . Programación del Mantenimiento	95
3.2.8 . Documentación de Mantenimiento.	96
3.2.8.1 . Orden de Servicios de Mantenimiento (OSM).....	97
3.2.8.2 . Orden de Trabajo para Mantenimiento Programado (OTMP).	97
3.2.8.3 . Orden de Trabajo para Mantenimiento No Programado (OTMNP). ...	97
3.2.8.4 . Control de Costos de Mantenimiento.	98
3.2.8.5 . Contratación de Servicios de Mantenimiento (CSM).	99
3.2.9 . Diagramas de Procesos de Mantenimiento.	103
3.2.10 . Bases de Datos relacional.	106
3.2.10.1 . Requerimientos del sistema.	108
3.2.10.2 . Características del sistema.	109
3.2.11 . Indicadores de Mantenimiento.	113
3.3 . Guía para la tercerización de actividades de mantenimiento.	115
Capítulo 4 . Costos asociados al proyecto.	119

Conclusiones y Recomendaciones	123
Bibliografía	126
Apéndices.....	128
1. Criterios de Evaluación según la norma COVENIN 2500-93.	128

Índice de Figuras

Figura 1.1. Logo de Aprocam.	8
Figura 1.2. Logo de APACOOOP R.L.	10
Figura 2.1. Ficha de Evaluación realizada en la cooperativa APACOOOP, R.L.	31
Figura 3.1. Fases para la gestión del cambio en el Departamento de Mantenimiento.	46
Figura 3.2. Modelo de Gestión de Mantenimiento propuesto.	51
Figura 3.3. Ejemplo de codificación propuesta.	54
Figura 3.4. Selección del modelo de mantenimiento a emplear.	60
Figura 3.5. Funcionamiento de un compresor recíprocante.	65
Figura 3.6. Evaporador de convección forzada.	66
Figura 3.7. Evaporador de convección forzada.	67
Figura 3.8. Evaporador de convección forzada.	68
Figura 3.9. Panel del control de la conservadora horizontal.	86
Figura 3.10. Panel del control de la conservadora horizontal.	86
Figura 3.11. Tornillos a quitar en la termo-selladora manual.	88
Figura 3.12. Tornillos que sujeta la resistencia.	88
Figura 3.13. Estructura Organizacional propuesta.	90
Figura 3.14. Orden de Servicio de Mantenimiento.	99
Figura 3.15. Orden de Trabajo-Mantenimiento Programado.	100
Figura 3.16. Orden de Trabajo-Mantenimiento No Programado.	101
Figura 3.17. Control de Costos de Mantenimiento.	102
Figura 3.18. Contratación de servicios de mantenimiento.	103
Figura 3.18. Simbología para la elaboración de diagramas de flujo.	104
Figura 3.19. Diagrama de Flujo- Orden de Trabajo Mantenimiento Programado.	105
Figura 3.20. Diagrama de Flujo- Orden de Trabajo Mantenimiento No Programado.	106
Figura 3.21. Modelo relacional de la base de datos diseñada.	110
Figura 3.22. Inicio de sesión de la base de datos.	111
Figura 3.23. Menú principal del sistema para “Administrador.”	112

Figura 3.24. Menú principal del sistema para “Usuario.”	112
---	-----

Índice de gráficas

Gráfica 2.1. Resultados obtenidos al evaluar la situación actual en APACOOOP R.L.	32
Gráfica 2.2. Análisis de Resultados-Organización de la empresa	34
Gráfica 2.3. Análisis de Resultados-Organización de Mantenimiento	35
Gráfica 2.4. Análisis de Resultados-Mantenimiento por Avería	36
Gráfica 2.5. Análisis de Resultados-Personal de Mantenimiento	37
Gráfica 2.6. Análisis de Resultados-Apoyo Logístico.	38

Índice de tablas

Tabla 2.1. Factores a evaluar con la Norma COVENIN 2500-93.	17
Tabla 2.2. Resultados de la evaluación del Departamento de Mantenimiento.	31
Tabla 2.3. Propuestas para cada una de las áreas a considerar.	40
Tabla 3.1. División de la cooperativa en sucursales.	54
Tabla 3.2. División de las sucursales en áreas.	55
Tabla 3.3. Lista de equipos en las diferentes sucursales de APACOOOP R.L.	56
Tabla 3.4. Criterios para análisis de criticidad.	58
Tabla 3.5. Análisis de criticidad de los equipos instalados en la sucursal de El Tejar de APACOOOP R.L.	61
Tabla 3.6. Codificación de sistemas para los equipos seleccionados y las respectivas codificaciones finales.	69
Tabla 3.7. Elementos que conforman los sistemas de los equipos seleccionados.	70
Tabla 3.8. Actividades de mantenimiento preventivo para el compresor.	75
Tabla 3.9. Actividades de mantenimiento preventivo para el evaporador.	78
Tabla 3.10. Actividades de mantenimiento preventivo para el condensador.	81
Tabla 3.11. Otras actividades de mantenimiento preventivo para cámaras de refrigeración.	83

Tabla 4.2. Costo de herramientas, repuestos y materiales iniciales para la puesta en marcha de los planes de mantenimiento propuestos.	120
Tabla 4.3. Costo de herramientas y equipo de seguridad requeridos para la puesta en marcha de los planes de mantenimiento propuestos.	120

Resumen

En este trabajo se realiza una evaluación de la Gestión de Mantenimiento mediante la aplicación de la norma COVENIN 2500-93, con el fin de determinar el estado actual de la organización del mantenimiento en APACOOOP R.L. Esta norma es un manual para la evaluación de los aspectos más importantes de la organización relacionados con el mantenimiento y con ello realizar las propuestas pertinentes.

Se realiza la propuesta de las bases para la implantación de un Departamento de Mantenimiento en la cooperativa, ya que esta realiza las actividades de mantenimiento mediante tercerización. Para ello se plantea un Modelo Inicial de Gestión de Mantenimiento y se desarrolla algunos de los aspectos que este contempla. Dicho modelo se basa en el mantenimiento preventivo de los equipos críticos con el fin de evitar paradas no programadas. Las actividades de mantenimiento preventivo se proponen para los equipos seleccionados mediante un análisis de criticidad. Además, se proponen planes de mantenimiento autónomo para equipos que pueden ser sujetos de este tipo de mantenimiento.

Por otro lado, se establecen aspectos importantes en lo que se refiere a la organización del Departamento de Mantenimiento. Además, se diseñan los documentos administrativos requeridos y los diagramas de flujo para cada uno de ellos en el contexto organizacional propuesto para la cooperativa. Se diseña también una base de datos que facilite el procesamiento de los datos generados durante la operación del departamento proyectado.

Se establecen indicadores de mantenimiento que se adapten al contexto operativo de la empresa, que permitan medir el desempeño del departamento y sirvan como base para la toma de decisiones y para el proceso de mejora continua en él.

Palabras clave: Departamento de Mantenimiento, Gestión de Mantenimiento, Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Autónomo, Organización de Mantenimiento, Indicadores de Mantenimiento, Documentos y Procedimientos de Mantenimiento.

Abstract

This document presents an evaluation of the Maintenance Management by applying the COVENIN 2500-93 standard, in order to determinate the current state of the maintenance organization in APACOOOP R.L. This standard is a guideline for the evaluation of the most important aspects related to the maintenance of the organization and thereby making the proposal relevant.

The main proposal is to make the bases for the implementation of a Maintenance Department in the cooperative, since this make by outsourcing those activities. To this it proposes an Initial Maintenance Management Model and it develops some of the key aspects that this cover. This model is based on preventive maintenance of critical equipment in order to avoid unscheduled stops. The activities of this preventive maintenance are proposed for those selected equipment through a criticality analysis. In addition, plans are proposed to make an autonomous maintenance for equipment that may be subject to this kind of maintenance.

On the other hand, important aspects are established for the organization of this Maintenance Department. Furthermore, in this writing are designed the required administrative documents and flowcharts for each of them with organization context propose for the company. Also it is designed a database to facilitate the processing of generated data during the operation of the projected department.

Maintenance indicators are established that are appropriate to the operative environment of the company to measure the performance of this proposed department and to make them a base for decision making and for the process of continuous improvement on it.

Key words: Maintenance Department, Preventive Maintenance Management, Autonomous Maintenance, Maintenance Indicators, Maintenance Procedure and Document.

Capítulo 1. Introducción.

1.1. Introducción.

La prioridad para el Departamento de Producción de una empresa es mantener la capacidad de producción al máximo, ya que de esta dependen las ganancias percibidas por la organización. Por esta razón, actualmente las empresas deben optimizar todos los sistemas que están involucrados en el sistema productivo, de manera que este cumpla su objetivo y con el menor costo posible.

El Departamento de Mantenimiento, es uno de los sistemas que guardan una estrecha relación con el sector productivo de una empresa. Su intervención puede afectar positiva o negativamente la productividad, la calidad y el costo de la producción. De allí, que la función de mantenimiento es primordial, procurando la optimización en el uso de los recursos y la disminución de los costos.

Sin embargo, existen empresas en las que la administración del mantenimiento se lleva a cabo de manera deficiente, debido principalmente a la carencia de recursos material y humano o bien, por la falta de conciencia a nivel administrativo sobre la importancia de la función de mantenimiento dentro de la organización. Por lo que se vuelve necesario hacer conciencia en este aspecto, debido a la fuerte competitividad que se presenta actualmente en las diferentes áreas industriales, en las cuales las prácticas gerenciales utilizadas en el pasado ya no son efectivas.

Por lo que este trabajo tiene como finalidad, proponer las bases para la implantación de un Departamento de Mantenimiento en la Cooperativa de Productores Agrícolas y de Servicios Múltiples de la Zona de Los Santos, APACOOOP R.L., en la que las actividades de mantenimiento se realizan, pero mediante contrataciones externas.

1.2. Preguntas de Investigación

¿Cómo se lleva a cabo la gestión del mantenimiento en APACOOOP R.L., actualmente?

¿Cuáles son los elementos principales que se deben desarrollar para la puesta en marcha de un Departamento de Mantenimiento de acuerdo con el contexto operativo de la cooperativa?

1.3. Situación actual del problema

La Cooperativa de Productores Agrícolas y de Servicios Múltiples de la Zona de Los Santos desempeña sus operaciones desde el año 1979. Actualmente las actividades de mantenimiento son únicamente de carácter correctivo y estas son realizadas mediante tercerización, es decir, contratación de personal externo. En el organigrama de la organización, el Departamento de Mantenimiento no existe.

Al no contar con un Departamento de Mantenimiento interno, no existen planes de mantenimiento preventivo, ni programas de mantenimiento para la ejecución de actividades. Tampoco se cuenta con documentación que permita el control de las actividades de mantenimiento.

La empresa cuenta con un *software* interno, diseñado de acuerdo con sus necesidades y características, el cual permite realizar registros relacionados con inventarios, contabilidad y demás movimientos en los diferentes departamentos. Sin embargo, por las razones mencionadas anteriormente, este no contempla el registro de labores relacionadas con el mantenimiento de los equipos instalados.

En lo que se refiere a información de los equipos de las plantas, algunos de ellos fueron instalados hace pocos años, mientras que otros son equipos muy antiguos, incluso han sobrepasado su vida útil, por lo tanto, en el primer caso, se cuenta con la información proporcionada por el fabricante para cada uno de ellos, mientras que en el otro caso, la empresa no cuenta con la información y al ser equipos discontinuados,

la información que se encuentra es muy escasa. En ambos casos, la información relacionada con el mantenimiento de los equipos es inexistente.

1.4. Justificación del proyecto

La relevancia del proyecto que se propone radica en la necesidad de crear conciencia en la organización acerca de la importancia de contar con un Departamento de Mantenimiento interno que se encargue de mantener los equipos en las condiciones requeridas por el contexto operativo de la empresa. Siendo este un medio que le permite ser cada vez más competitivo en un mercado exigente como el que se presenta actualmente.

Al implantar un Departamento de Mantenimiento como parte de la organización de la empresa, la gestión del mantenimiento puede llevarse a cabo de manera más eficiente, representando a la vez un avance en este campo que hasta el momento es inexistente en la cooperativa.

Además, considerando que la cooperativa beneficia a muchos productores de las zonas cercanas a las localidades en las que se encuentran sus sucursales, es importante que su actividad se desempeñe de manera tal que su permanencia en el tiempo sea posible. Es decir, el impacto positivo se extiende también hacia el ámbito social.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

1. Establecer las bases para la implantación de un Departamento de Mantenimiento para una cooperativa del sector agroindustrial.

1.5.2. Objetivos específicos

1. Diseñar un Modelo de Gestión de Mantenimiento que se adecue al contexto operativo en el que se desempeña APACOOOP R.L.

2. Establecer la estructura organizacional adecuada, según las características de la cooperativa APACCOOP R.L.
3. Desarrollar planes de mantenimiento preventivo para los equipos de refrigeración.
4. Diseñar la documentación requerida para la puesta en marcha del Modelo de Gestión de Mantenimiento diseñado.
5. Diseñar una base de datos para registro de actividades de mantenimiento, según las necesidades de información específicas de la cooperativa y las capacidades del personal a cargo de su manejo.
6. Establecer indicadores de mantenimiento que propicien la retroalimentación del Modelo de Gestión de Mantenimiento propuesto.
7. Determinar los costos requeridos para la puesta en marcha el Modelo de Gestión de Mantenimiento propuesto.

1.6. Alcances

Mediante este trabajo, se desea obtener un panorama general de la situación actual de la Gestión del Mantenimiento, para realizar las propuestas de mejora que permitan cubrir las necesidades de aquellas áreas que de acuerdo con la evaluación pueden ser fortalecidas.

Se prepara el establecimiento de las bases requeridas para la implantación de un Departamento de Mantenimiento a lo interno de la organización. Este se inicia con el planteamiento de un Modelo Inicial de Gestión de Mantenimiento que se adecue al contexto operativo de la empresa, este basado en mantenimiento preventivo.

Se proponen además, las bases en lo que se refiere a la organización de mantenimiento, determinando la estructura organizacional que responde de mejor manera a las necesidades de la cooperativa.

Por otro lado, se formula el diseño de los documentos y sus respectivos procedimientos administrativos requeridos para llevar a cabo un control adecuado de las actividades de mantenimiento que se ejecutan, así como la recopilación de datos

que permitan ser procesados y considerados para la toma de decisiones y como apoyo para el proceso de mejora continua al que debe ser sometido el departamento durante su funcionamiento.

Para el procesamiento de información, se plantea el diseño de una base de datos utilizando Microsoft Access para facilitar este proceso. De la misma manera, con el fin de medir el desempeño de la operación del departamento y con ello, facilitar el proceso de mejora continua, se proponen indicadores de mantenimiento adecuados a las necesidades de la cooperativa.

1.7. Descripción de la empresa

El desarrollo del proyecto que se plantea, se lleva a cabo en la Cooperativa de Productores Agrícolas y de Servicios Múltiples de la Zona de los Santos R. L., conocida como APACOOOP R.L, sin embargo se inició bajo la administración de la Asociación Cámara Nacional de Productores, Comerciantes y Agroindustriales de Mora y Frutales de Altura (Aprocam). Por lo que a continuación se da una descripción general de cada una de ellas.

1.7.1. Asociación Cámara Nacional de Productores, Comerciantes y Agroindustriales de Mora y Frutales de Altura (Aprocam).

Esta empresa fue fundada en el año 1990 y está ubicada en el Tejar de El Guarco, en Cartago. Tenía como finalidad promover e incentivar la agricultura de mora y frutales de altura, así como colaborar y organizar canales de acopio y distribución de dichos productos. Su logo se muestra en la siguiente figura.



Figura 1.1. Logo de Aprocam.

Esta empresa contaba con un Departamento de Mantenimiento conformado por un Técnico Electromecánico, el cual se encargaba de realizar las actividades de mantenimiento de los equipos de refrigeración y otros equipos que esta poseía. Dichas actividades eran en su gran mayoría de tipo correctivo, con algunas tareas muy básicas de carácter preventivo.

1.7.1.1. Visión.

“Ser una organización privada de desarrollo líder en productos orgánicos en el sector agrícola y de procesamiento generando valor agregado a nuestros asociados y clientes a través de la producción sostenible, en armonía con la naturaleza y comercialización de productos 100% orgánicos.”

1.7.1.2. Misión.

“Nuestra misión es la producción sostenible, industrialización y comercialización de productos orgánicos 100% naturales y mediante tecnologías de procesamiento más limpias obtenidos de productores orgánicos que se ubican desde Tejar del Guarco hasta Pérez Zeledón fomentando sistemas de producción agropecuarios socialmente justos, rentables y ecológicamente responsables como la agricultura orgánica y ofrecido a clientes dentro del mercado.”

1.7.2. Cooperativa de Productores Agrícolas y de Servicios Múltiples de la Zona de Los Santos R.L.

Esta empresa fue fundada en el año 1979 y es constituida como cooperativa a partir del año 2008. Cuenta actualmente con cuatro sucursales, tres de ellas ubicadas en la Zona de los Santos, que son la sucursal Santa Cruz, que es donde además se ubican las oficinas centrales y las sucursales de El Empalme y El Abejónal.

La cooperativa está integrada por 32 empleados, sin embargo este número puede aumentar dependiendo de la época del año y la producción en cada una de ellas.

Debido a que APACOOOP R.L. está constituida como cooperativa de servicios múltiples, desarrolla actividades en áreas muy variadas, tal y como se describe brevemente a continuación:

- Almacén de víveres y abarrotes: presta el servicio a la comunidad en general para abastecer sus necesidades básicas de alimentación.
- Bodega de insumos agropecuarios: este servicio se brinda a los agricultores de la zona para ofrecerles los insumos químicos, biológicos y orgánicos necesarios para lograr el éxito de sus proyectos agrícolas.
- Vivero de especies frutales: se encarga de la producción de almácigos de productos agrícolas como aguacate, granadilla, anona, níspero, mora, ciruela, durazno, higo, entre otros.
- Líneas de crédito: tiene como finalidad brindar apoyo financiero a proyectos de diversificación mediante convenios con instituciones nacionales e internacionales.
- Asistencia técnica agrícola: esta área es específicamente para los productores de la zona e incluye la programación de visitas a finca, atención en almacén de insumos agropecuarios, además charlas y capacitación en temas actuales y de interés.

- Servicio de congelado y conservación en frío: este servicio se presta en la sucursal de El Tejar, para productores e industrias en general que lo requieran.
- Acopio y comercialización: los productos se reciben, se almacenan y se seleccionan (en los casos donde este proceso aplica) en las diferentes sucursales de la cooperativa y posteriormente se distribuyen. Actualmente, los productos que la empresa recibe son aguacate criollo y hass, granadilla, chiverre, níspero, mora, naranjilla y anona.

En la siguiente figura se muestra el logo de APACOOOP R.L.



Figura 1.2. Logo de APACOOOP R.L.

1.7.2.1. Visión.

“Ser una cooperativa rural de base social, líder a nivel nacional, contribuyendo al desarrollo integral de sus asociados y asociadas.”

1.7.2.2. Misión.

“Ser una cooperativa de servicios múltiples que fortalece proyectos sostenibles de diversificación para impulsar el desarrollo socio-económico y ambiental de sus asociados y asociadas.”

1.7.2.3. Valores.

- Cooperación.
- Compromiso.
- Equidad.
- Honestidad.
- Respeto.

- Responsabilidad.
- Solidaridad.

Inicialmente, este proyecto fue planteado de acuerdo con las necesidades de Aprocam y según sus características y estructura organizacional, sin embargo, en el transcurso del desarrollo de este, se dio un cambio en la organización de Aprocam, pues por cuestiones administrativas, esta fue absorbida por APACOOOP R.L.

Por lo tanto, cuando Aprocam fue adquirida por APACOOOP R.L como su cuarta sucursal, la sucursal de El Tejar, la administración cambió y con ello se dieron algunos cambios en la estructura organizacional, entre ellos, referente al Departamento de Mantenimiento. En este caso específico, APACOOOP R.L. opta por continuar con la manera en la que siempre ha ejecutado las labores de mantenimiento, es decir, mediante tercerización, por lo que el Departamento de Mantenimiento básico con el que contaba Aprocam desaparece.

Las sucursales mencionadas anteriormente cuentan con la capacidad de almacenar el producto que los agricultores transportan hasta el lugar respectivo. En las sucursales ubicadas en la Zona de los Santos se encuentra instalada una cámara de refrigeración tanto en la sucursal de El Empalme, como en la de El Abejonal, mientras que en la sucursal de Santa Cruz se tienen instaladas dos cámaras de refrigeración pequeñas. En estas se almacena el producto propiedad de la cooperativa. En la sucursal de El Tejar, se tienen cinco cámaras de refrigeración, en las que se almacena tanto producto propio, como ajeno, ya que se presta servicio de congelado y frío.

Esta cooperativa cuenta con 224 asociados, los cuales son agricultores que cultivan los diferentes productos que se mencionaron anteriormente en las zonas cercanas a los lugares donde se ubican las sucursales de la cooperativa. Por lo que la producción se mantiene prácticamente durante todo el año, con algunos picos y decrecimientos de producción.

1.8. Descripción de la Gestión del Mantenimiento.

Como se ha mencionado anteriormente, la cooperativa no cuenta con un Departamento de Mantenimiento a lo interno de su organización. Las actividades de mantenimiento son realizadas por personal externo contratado para ello. Por lo tanto, en el momento en el que se detecta un problema en las cámaras de refrigeración (que son los equipos que mayor necesidad de mantenimiento presentan), se contacta al técnico para que este llegue a la brevedad posible a realizar la reparación requerida.

Estas labores son realizadas, en algunos casos sin supervisión alguna durante su ejecución y no se recopila ningún tipo de dato referente a la actividad realizada.

Capítulo 2. Evaluación de la Gestión de Mantenimiento en APACOOOP R.L.

Para lograr los objetivos de propuesta de un Departamento de Mantenimiento en la empresa APACOOOP R.L, es necesario conocer la situación actual de esta en lo que a este aspecto concierne y por lo tanto, se requiere llevar a cabo una evaluación para obtener así un punto de partida para realizar la propuesta que mejor se adapte a las necesidades actuales de la cooperativa.

Dicha evaluación se realiza mediante la aplicación de la Norma Venezolana COVENIN 2500-93, “Manual para evaluar los Sistemas de Mantenimiento en la Industria”, la cual plantea una serie de criterios que deben ser calificados con el fin de realizar un diagnóstico de la Organización de Mantenimiento en una empresa.

2.1. Norma COVENIN 3049-93. Definiciones.

La norma anteriormente mencionada, hace referencia a la Norma COVENIN 3049-93 “Mantenimiento. Definiciones”, en la cual se definen algunos conceptos que son importantes conocer para el desarrollo de este proyecto, ya que facilita la unificación de criterios y principios básicos respecto de la función de mantenimiento. A continuación se enlistan algunas definiciones relevantes.

Sistemas Productivos (S.P.): Son aquellas siglas que identifican a los Sistemas productivos dentro de los cuales se pueden encontrar dispositivos, equipos, instalaciones y/o edificaciones sujetas a acciones de mantenimiento.

Mantenimiento: Es el conjunto de acciones que permite conservar o restablecer un S.P. a un estado específico, para que pueda cumplir un servicio determinado.

Gestión de Mantenimiento: Es la efectiva y eficiente utilización de los recursos materiales, económicos, humanos y de tiempo para alcanzar los objetivos de mantenimiento.

Objetivo de Mantenimiento: Es mantener un S.P. en forma adecuada de manera que pueda cumplir su misión, para lograr una producción esperada en empresas de producción y una calidad de servicios exigida, en empresas de servicio, a un costo global óptimo.

Políticas de Mantenimiento: Son los lineamientos para lograr los objetivos de mantenimiento.

Objetos de Mantenimiento: Los S.P. que deben ser mantenidos de forma tal que la producción o servicio obtenido sea el deseado.

Trabajos de Mantenimiento: Son las actividades a ejecutar para cumplir con los objetivos de la organización.

Recursos de Mantenimiento: Son todos los insumos necesarios para realizar la gestión de mantenimiento, tales como: humanos, materiales, financieros u otros.

En lo que se refiere a los tipos de mantenimiento, la norma COVENIN 3049-93 proporciona las siguientes definiciones.

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 S.P., y su objetivo es mantener y alargar la vida útil de dichos S.P. evitando su desgaste.

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 en un S.P., a objeto de determinar la carga de trabajo que es necesario programar. Su frecuencia de ejecución cubre desde quincenal hasta generalmente períodos 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.

Mantenimiento por avería o reparación: Se define como la atención a un S.P. cuando aparece una falla. Su objetivo es mantener en servicio adecuadamente dichos sistemas, minimizando sus tiempos de parada. Es ejecutado por el personal de la organización de mantenimiento. La atención a las fallas debe ser inmediata y por tanto no da tiempo a ser “programada” pues implica el aumento en costos y de paradas innecesarias de personal y equipos.

Mantenimiento Correctivo: Comprende las actividades de todo tipo encaminadas a tratar de eliminar la necesidad de mantenimiento, corrigiendo las fallas de una manera integral a mediano plazo. Las acciones más comunes que se realizan son: modificación de elementos de máquinas, modificación de alternativas de proceso, cambios de especificaciones, ampliaciones, revisión de elementos básicos de mantenimiento y conservación. Este tipo de actividades es ejecutado por el personal de la organización de mantenimiento y/o por entes foráneos, dependiendo de la magnitud, costos, especialización necesaria u otros; su intervención tiene que ser planificada y programada en el tiempo para que su ataque evite paradas injustificadas.

Mantenimiento Circunstancial: Este tipo de mantenimiento es una mezcla entre rutinario, programado, avería y correctivo ya que por su intermedio se ejecutan acciones de rutina pero no tienen un punto fijo en el tiempo para iniciar su ejecución, porque los sistemas atendidos funcionan de manera alterna; se ejecutan acciones que están programadas en un calendario anual pero que tampoco tienen un punto fijo de inicio por la razón anterior; se atienden averías cuando el sistema se detiene, existiendo por supuesto otro sistema que cumpla su función; y el estudio de la falla permite la programación de su corrección eliminando dicha avería a mediano plazo. La atención de los S.P., bajo este tipo de mantenimiento depende no de la organización de mantenimiento que tiene a dichos S.P., dentro de sus planes y programas, sino de otros entes de la organización del S.P., los cuales sugieren aumento en capacidad de producción, cambios de procesos, disminución de ventas, reducción de personal y/o turnos de trabajo.

Mantenimiento Preventivo: El estudio de fallas de un S.P., deriva de dos tipos de averías; aquellas que generan resultados que obliguen a la atención de los S.P., 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 estadísticos, para determinar la frecuencia de las inspecciones, revisiones, sustituciones de piezas claves, probabilidad de aparición de averías, vida útil, u otras. Su objetivo es adelantarse a la aparición o predecir la presencia de fallas.

2.2. Norma COVENIN 2500-93.

Esta norma fue elaborada por el Comité Técnico de Normalización y aprobada por la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) en el año 1993. Esta norma contempla un método cuantitativo para la evaluación de sistemas de mantenimiento, enfocando su aplicación a empresas o plantas en funcionamiento. Con la aplicación de dicha norma, se busca determinar la capacidad de gestión de la empresa en lo que se refiere al mantenimiento. Esta norma califica los siguientes factores:

- a) Organización de la empresa.
- b) Organización de la función de mantenimiento.
- c) Planificación, programación y control de las actividades de mantenimiento.
- d) Competencia de personal.

Para la aplicación de esta norma, se utilizan conceptos que es importante tener claros, como lo son principio básico y deméritos. Por lo tanto, sus definiciones de acuerdo con la norma, se presentan a continuación:

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

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

Ahora, se profundiza en cada uno de los diferentes factores que toma en cuenta la norma para su correcta aplicación:

Tabla 2.1. Factores a evaluar con la Norma COVENIN 2500-93.

Factores	Área	Principio Básico
Organización de la empresa	Organización de la empresa	1. Funciones y responsabilidades. Principios.
		2. Autoridad y autonomía
		3. Sistemas de información
Organización de la función de Mantenimiento	Organización de Mantenimiento	1. Funciones y responsabilidades.
		2. Autoridad y Autonomía
		3. Sistemas de Información.
	Planificación de Mantenimiento	1. Objetivos y Metas
		2. Políticas para la planificación
		3. Control y evaluación
	Mantenimiento Rutinario	1. Planificación
		2. Programación e implantación
		3. Control y evaluación
	Mantenimiento Programado	1. Planificación
		2. Programación e implantación
		3. Control y evaluación
	Mantenimiento Circunstancial	1. Planificación
		2. Programación e implantación
		3. Control y evaluación
	Mantenimiento Correctivo	1. Planificación
		2. Programación e implantación
		3. Control y evaluación
	Mantenimiento Preventivo	1. Determinación de parámetro
		2. Planificación
		3. Programación e implantación
4. Control y evaluación		
		1. Atención a las fallas

	Mantenimiento por avería	2. Supervisión y ejecución
		3. Información sobre las averías
	Apoyo Logístico	1. Apoyo Administrativo
		2. Apoyo Gerencial
		3. Apoyo General
	Recursos	1. Equipos
		2. Herramientas
		3. Instrumentos
		4. Materiales
		5. Repuestos
Competencia del personal	Personal de Mantenimiento	1. Cuantificación de las necesidades de personal
		2. Selección y formación
		3. Motivación e incentivos

Fuente: Norma COVENIN 2500-93 (Microsoft Word, 2010)

Los principios básicos que se mencionan en la Tabla 2.1, son los que propone la norma que se utiliza, sin embargo, esta será re-adaptada para su aplicación en la empresa, ya que por la manera en la que esta ha gestionado las actividades de mantenimiento no tienen aplicabilidad. Por lo que más adelante se muestra la re-adaptación realizada para la evaluación con el fin de tener una visión más amplia de las situaciones que favorecen o desfavorecen las labores de mantenimiento debido al contexto operacional de la cooperativa.

2.2.1. Principios básicos a evaluar según la Norma COVENIN 2500-93

A continuación se detalla lo que la norma establece para cada uno de los principios básicos, tomando en cuenta los que se consideran para el diagnóstico de la gestión del mantenimiento en la cooperativa APACOOOP R.L y los que por razones mencionadas antes, no son considerados para la evaluación realizada.

Organización de la empresa

Principios Básicos

Funciones y Responsabilidades. Principios. La empresa posee un organigrama general y por departamentos. Se tienen definidas por escrito las descripciones de las diferentes funciones con su correspondiente asignación de responsabilidades para todas las unidades estructurales de la organización (guardando la relación con su tamaño y complejidad de producción).

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

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

Organización de Mantenimiento.

Principios Básicos

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

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

Sistema de información. La Organización de Mantenimiento posee un sistema que le permite manejar óptimamente toda la información referente a mantenimiento

(registro de fallas, programación de mantenimiento, estadísticas, costos, información sobre equipos, u otra).

Planificación de Mantenimiento

Principios Básicos

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

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

Control y evaluación. La organización cuenta con un sistema de señalización o codificación lógica y secuencial que permite registrar información del proceso o de cada línea, máquina o equipo en el sistema total. Se tiene elaborado un inventario técnico de cada sistema: su ubicación, descripción y datos de mantenimiento necesario para la elaboración de los planes de mantenimiento.

Mantenimiento Rutinario

Principios Básicos

Planificación. La organización de mantenimiento tiene pre-establecidas las actividades diarias y hasta semanales que se van a realizar a los objetos de mantenimiento asignando los ejecutores responsables para llevar a cabo la acción de mantenimiento. La organización de mantenimiento cuenta con una infraestructura y procedimientos para que las acciones de mantenimiento rutinario se ejecuten en forma

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

Programación e implantación. Las acciones de mantenimiento rutinario están programadas de manera que el tiempo de ejecución no interrumpa el proceso productivo, la frecuencia de ejecución de las actividades son menores o iguales a una semana. La implantación de las actividades de mantenimiento rutinario lleva consigo una supervisión que permita controlar la ejecución de dichas actividades.

Control y evaluación. El departamento de mantenimiento dispone de mecanismos que permitan llevar registros de las fallas, causas, tiempos de parada, materiales y herramientas utilizadas. Se lleva un control del mantenimiento de los diferentes objetos. El departamento dispone de medidas necesarias para verificar que se cumplan las acciones de mantenimiento rutinario programadas. Se realizan evaluaciones periódicas de los resultados de la aplicación del mantenimiento rutinario.

Mantenimiento Programado

Principios Básicos

Planificación. La organización de mantenimiento cuenta con una infraestructura y procedimiento para que las acciones de mantenimiento programado se lleven en una forma organizada. La organización de mantenimiento tiene un programa de mantenimiento programado en el cual se especifican las acciones con frecuencia, desde quincenal y hasta anuales a ser ejecutadas a los objetos de mantenimiento. La organización de mantenimiento cuenta con estudios previos para determinar las cargas de trabajo por medio de las instrucciones de mantenimiento recomendadas por los fabricantes, constructores, usuarios, experiencias conocidas, para obtener ciclos de revisión de los elementos más importantes.

Programación e implantación. La organización tiene establecidas instrucciones detalladas para revisar cada elemento de los objetos sujetos a acciones de mantenimiento, con una frecuencia establecida para dichas revisiones, distribuidas en un calendario anual. La programación de actividades posee la elasticidad necesaria para llevar a cabo las acciones en el momento conveniente sin interferir con las actividades de producción y disponer del tiempo suficiente para los ajustes que requiere la programación.

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

Mantenimiento Circunstancial

Principios Básicos

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

Programación e implantación. Dentro de la programación de las actividades de mantenimiento, se tiene claramente definido y diferenciado el mantenimiento circunstancial. Cada una de las actividades a ejecutarse posee la debida y correspondiente prioridad, frecuencia y tiempo de ejecución. Las actividades de mantenimiento circunstancial están programadas en forma racional, con cierta elasticidad para atacar fallas. Se tienen previstos los sistemas que sustituirán a los equipos desincorporados por defectos de los mismos.

Control y evaluación. La empresa dispone de medios efectivos para llevar a cabo el control de ejecución de las actividades de mantenimiento circunstancial en el momento establecido. Se llevan registros y estos son tomados en cuenta para

determinar la incidencia del mantenimiento circunstancial en el sistema, además se evalúa continuamente para realizar las mejoras pertinentes.

Mantenimiento Correctivo

Principios Básicos

Planificación. La organización cuenta con una infraestructura y procedimiento para que las acciones de mantenimiento correctivo se lleven en una forma planificada. El registro de información de fallas permite una clasificación y estudio que facilite su corrección.

Programación e implantación. Las actividades de mantenimiento correctivo se realizan siguiendo una secuencia programada, de manera que cuando ocurra una falla no se pierda tiempo ni se pare la producción. La organización de mantenimiento cuenta con programas, planes, recursos y personal para ejecutar mantenimiento correctivo de la forma más eficiente y eficaz posible. La implantación de los programas de mantenimiento correctivo se realiza en forma progresiva.

Control y evaluación. La organización de mantenimiento posee un sistema de control para conocer cómo se ejecuta el mantenimiento correctivo. Posee todos los formatos, planillas o fichas de control de materiales, repuestos, horas-hombre utilizadas en este tipo de mantenimiento. Se evalúa la eficiencia y cumplimiento de los programas establecidos con la finalidad de introducir los correctivos necesarios.

Mantenimiento preventivo

Principios Básicos

Determinación de parámetros. La organización tiene establecido por objetivo lograr efectividad del sistema asegurando la disponibilidad de objetos de mantenimiento mediante el estudio de confiabilidad y mantenibilidad. La organización dispone de todos los recursos para determinar la frecuencia de inspecciones,

revisiones y sustituciones de piezas aplicando incluso métodos estadísticos, mediante la determinación de los tiempos entre fallas y tiempos de paradas.

Planificación. La organización dispone de un estudio previo que le permita conocer los objetos que requieren mantenimiento preventivo. Se cuenta con una infraestructura de apoyo para realizar mantenimiento preventivo.

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

Control y evaluación. En la organización existen recursos necesarios para el control de la ejecución de las actividades de mantenimiento preventivo. Se dispone de una evaluación de las condiciones reales del funcionamiento y de las necesidades de mantenimiento preventivo.

Mantenimiento por Avería

Principios Básicos

Atención a las fallas. La organización está en capacidad para atender de una forma rápida y efectiva cualquier falla que se presente. La organización mantiene en servicio el sistema, logrando funcionamiento a corto plazo, minimizando los tiempos de parada, utilizando para ellos planillas de reporte de fallas, órdenes de trabajo, salida de materiales, órdenes de compra y requisición de trabajo, que faciliten la atención oportuna al objeto averiado.

Supervisión y ejecución. Los ajustes, arreglos de defectos y atención a reparaciones urgentes se hacen inmediatamente después de que ocurre la falla. La supervisión de las actividades se realiza frecuentemente por personal con experiencia

en el arreglo de sistemas, inmediatamente después de la aparición de la falla, en el período de prueba. Se cuenta con los diferentes recursos para la atención de las averías.

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

Personal de Mantenimiento

Principios Básicos

Cuantificación de las necesidades de personal. La organización, a través de la programación de las actividades de mantenimiento, determina el número óptimo de personas que requieren en la organización de mantenimiento para el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Selección y Formación. La organización selecciona su personal atendiendo a la descripción escrita de los puestos de trabajo (experiencia mínima, educación, habilidades, responsabilidades u otra). Se tienen establecidos programas permanentes de formación y actualización del personal, para mejorar sus capacidades y conocimientos.

Motivación e Incentivos. La dirección de la empresa tiene conocimiento de la importancia del mantenimiento y su influencia sobre la calidad y la producción, emprendiendo acciones y campañas para transmitir esta importancia al personal. Existen mecanismos de incentivos para mantener el interés y elevar el nivel de responsabilidad del personal en el desarrollo de sus funciones. La organización de mantenimiento posee un sistema de evaluación periódica del trabajador, para fines de ascensos o aumentos salariales.

Apoyo Logístico

Principios Básicos

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

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

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

Recursos

Principios Básicos

Equipos. La organización de mantenimiento posee los equipos adecuados para llevar a cabo todas las acciones de mantenimiento, para facilitar la operabilidad de los sistemas. Para la selección y adquisición de equipos, se tiene en cuenta las diferentes alternativas tecnológicas, para lo cual se cuenta con las suficientes casas fabricantes y proveedores. Se dispone de sitios adecuados para el almacenamiento de equipos permitiendo el control de su uso.

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

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

Instrumentos. La organización de mantenimiento posee los instrumentos adecuados para llevar a cabo las acciones de mantenimiento. Para la selección de dichos instrumentos se toma en cuenta las diferentes casas fabricantes y proveedores. Se dispone de sitios adecuados para el almacenamiento de instrumentos permitiendo el control de su uso.

Materiales. La organización de mantenimiento cuenta con un *stock* de materiales de buena calidad y con facilidad para su obtención y así evitar prolongar el tiempo de espera por materiales, existiendo seguridad de que el sistema opere en forma eficiente. Se posee una buena clasificación de materiales para su fácil ubicación y manejo. Se conocen los diferentes proveedores para cada material, así como también los plazos de entrega. Se cuenta con políticas de inventario para los materiales utilizados en mantenimiento.

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

2.2.2. Escala de medición

La norma descrita anteriormente detalla los principios básicos que deben ser evaluados con el fin de diagnosticar la gestión de mantenimiento de una empresa, sin embargo, esta no menciona de qué manera diagnosticar la gestión de mantenimiento según el puntaje obtenido.

Por lo tanto, se utiliza la escala de medición según Vásquez (s.f.), por medio de la cual se realiza la medición de acuerdo con una estimación de un nivel dentro de una escala entre 0 y 100, clasificando la gestión evaluada en cinco etapas, tal y como se detalla a continuación:

- *91-100% / Excelencia:* Existe una gestión de mantenimiento de clase mundial con las mejores prácticas operacionales.
- *81-90% / Competencia:* Existe una gestión de mantenimiento con tendencia a clase mundial, pero existen pequeñas brechas por cerrar. Es un sistema muy bueno con nivel de operaciones efectivas.
- *71-80% / Entendimiento:* Existe una gestión de mantenimiento básica, por encima del promedio. Se aplican algunas de las mejores prácticas de mantenimiento clase mundial.
- *51-70% / Conciencia:* Existe una gestión de mantenimiento básica, pero se desconocen las mejores prácticas de mantenimiento clase mundial o de las filosofías de mantenimiento existente. En promedio y con oportunidades para mejorar.
- *0-50% / Inocencia:* No existe una gestión de mantenimiento básica. Por debajo del promedio con muchas oportunidades de mejorar.

2.3. Evaluación del Departamento de Mantenimiento

2.3.1. Aplicación de la Norma COVENIN 2500-93

Para la aplicación de la norma COVENIN 2500-93, este mismo documento da las recomendaciones del procedimiento a seguir, por lo que la metodología de aplicación se describe a continuación:

1. Se realiza una entrevista al sector dirigente de la empresa para obtener una visión general de la situación real en lo que se refiere a Mantenimiento.
2. Se lleva a cabo un análisis cualitativo de las deficiencias encontradas.

3. Se realiza una entrevista al personal a cargo del Departamento de Mantenimiento, con el fin de obtener información detallada acerca de la gestión que se está llevando a cabo.
4. Se realiza la evaluación mediante el formato que la norma propone, restando los puntos correspondientes a cada uno de los deméritos encontrados y con ellos cuantificar la evaluación realizada.
5. Se llena la ficha de evaluación (descrita en apartados siguientes) para obtener la puntuación final.
6. Se analiza cada uno de los aspectos evaluados.

2.3.2. Situación actual de la Gestión de Mantenimiento en APACOOOP R.L.

En la Cooperativa de Productores Agrícolas y de Servicios Múltiples de la Zona de los Santos, R.L. no se cuenta con un Departamento de Mantenimiento interno, es decir, las diferentes actividades respecto de mantenimiento son llevadas a cabo por medio de tercerizaciones, tanto para los equipos de refrigeración, como para los demás equipos que posee la empresa.

Por lo tanto, actualmente las tareas de mantenimiento que se llevan a cabo son de carácter correctivo, es decir, en el momento en el que los equipos fallan, se solicita el servicio, para proceder con las reparaciones respectivas.

En lo que se refiere a documentación, las órdenes de trabajo son inexistentes, por lo que el reporte de fallas o averías se da de manera verbal. No hay registros históricos de los trabajos y reparaciones que se realizan a los equipos.

Debido a la situación que se ha descrito en lo que se refiere al contexto operacional de la empresa, no se cuenta con una bodega de repuestos. Los servicios contratados para la realización de las actividades de mantenimiento incluyen lo referente a repuestos, equipos, herramientas, instrumentos, materiales y demás artículos requeridos según la situación que se presente.

No existe una planeación adecuada de las tareas de mantenimiento, estas se realizan cuando se presenta una avería y las labores de mantenimiento preventivo son nulas.

Por otro lado, no existen indicadores de mantenimiento que sirvan de apoyo en la toma de decisiones y que permitan a la vez, evaluar el desempeño de las empresas o personas contratadas para la realización de las necesidades de mantenimiento.

2.3.3. Ficha de evaluación

En este apartado, se presenta la información respecto de la ficha de evaluación para que su uso sea el correcto, de acuerdo con lo planteado por la Norma COVENIN 2500-93.

El encabezado de la ficha incluye el nombre de la norma utilizada, el nombre o razón social de la empresa que se evalúa, el nombre del evaluador y la fecha en la que esta evaluación se realiza, así como el número de inspección que se realiza.

La ficha está organizada en columnas. En la columna A, se muestran las diferentes áreas que se consideran para la evaluación. La columna B, presenta los principios básicos a evaluar en cada una de las áreas consideradas. La columna C muestra las puntuaciones máximas posibles que puede obtener cada uno de los principios básicos evaluados. En la columna D se indica el valor de los deméritos obtenidos por la empresa en cada principio básico y en la columna E, se coloca la suma total de los deméritos alcanzados en la columna anterior. En la columna F, se coloca la diferencia entre la puntuación máxima de la columna C y el valor total de los deméritos de la columna E. Por último, en la columna G, se muestran las calificaciones de cada uno de los principios básicos y de las áreas evaluadas de manera porcentual, tanto numéricamente como por medio de un gráfico de barras horizontales. Esta información será claramente visualizada en la ficha de evaluación obtenida en esta fase del proyecto, tal y como lo muestra la siguiente figura.

SISTEMA DE MANTENIMIENTO FICHA DE EVALUACIÓN NORMA COVENIN 2500-93																
EVALUADOR: Maureen Cortés Cascante					FECHA: Enero-Junio 2016											
EMPRESA: Cooperativa de Productores Agrícolas y de Servicios Múltiples de la Zona de los Santos, R.L.					N° INSPECCIÓN: 001											
A	B	C	D							E	F	G%				
Área	Principio Básico	Pts	(D1+D2+...+Dn)							Total Deme.	Pts	%	Puntuación Porcentual Gráfica			
1	Organización de la empresa	1. Funciones y responsabilidades	60	0	0	0					0	60	100			
		2. Autoridad y Autonomía	40	0	0	0	5				5	35	87,5			
		3. Sistema de Información	50	0	2	0	0	5	10		17	33	66			
	Total obtenible		150	Total Obtenido							22	128	85			
2	Organización de Mantenimiento	1. Funciones y responsabilidades	80	15	15	15	10	10	15		80	0	0			
		2. Autoridad y Autonomía	50	0	0	0	10				10	40	80			
		3. Sistema de Información	70	15	15	10	10	10	10		70	0	0			
	Total obtenible		200	Total Obtenido							160	40	20			
9	Mantenimiento por Avería	1. Atención a las fallas	100	10	20	15	15	10	10		80	20	20			
		2. Supervisión y ejecución	80	20	15	5	10	5	5	5	10	75	5	6,25		
		3. Información sobre las averías	70	20	10	20	20				70	0	0			
	Total obtenible		250	Total Obtenido							225	25	10			
10	Personal de mantenimiento	2. Selección y formación	20	5	10						15	5	25			
		Total obtenible		20	Total Obtenido							15	5	25		
11	Apoyo Logístico	1. Apoyo Administrativo	40	0	0	0	0	0			0	40	100			
		2. Apoyo Gerencial	30	5	5	5					15	15	50			
		3. Apoyo General	20	0	0						0	20	100			
	Total obtenible		90	Total Obtenido							15	75	83			

Figura 2.1. Ficha de Evaluación realizada en la cooperativa APACOOP, R.L.

Fuente: Adaptación de la Norma COVENIN 2500-93. Microsoft Excel (2010).

2.3.4. Resultados de la evaluación realizada mediante la Norma COVENIN 2500-93.

En la Tabla 2.2, se muestran los resultados que se obtuvieron para cada una de las áreas (de manera global) que se evaluaron respecto de la gestión del mantenimiento en APACOOP, R.L. Para determinar la situación en cada una de ellas, se realiza la comparación del porcentaje obtenido en la evaluación con la escala de medición que se describió anteriormente y se determina la clasificación respectiva para cada una de ellas.

Tabla 2.2. Resultados de la evaluación del Departamento de Mantenimiento.

Áreas		Porcentaje Obtenido	Clasificación
1	Organización de la empresa	85	Competencia
2	Organización de Mantenimiento	20	Inocencia
9	Mantenimiento por Avería	10	Inocencia
10	Personal de Mantenimiento	25	Inocencia
11	Apoyo Logístico	83	Competencia

Fuente: Elaboración Propia. Microsoft Word (2010).

Tal y como se muestra en la tabla anterior, de manera general, se puede observar que la gestión del mantenimiento realizada hasta el momento por la cooperativa, se encuentra en una etapa de inocencia, esto debido a que la empresa no cuenta con un Departamento de Mantenimiento interno. Algunos de los aspectos que la norma considera no pueden ser evaluados en el caso particular que se presenta. Para apreciar de mejor manera los resultados obtenidos, se muestran los datos de manera gráfica y con ello tener una mejor visualización de la situación real que se presenta en la cooperativa.

Gráfica 2.1. Resultados obtenidos al evaluar la situación actual en APACOOOP R.L.



Fuente: Elaboración Propia. Microsoft Excel (2010).

De la Gráfica 2.1 y la Tabla 2.2, se observa que los puntos más altos corresponden a las áreas de organización de la empresa y apoyo logístico. Mientras las demás áreas obtuvieron calificaciones bajas, por lo tanto, son las áreas en las que se debe trabajar, pues es en estas donde las posibilidades de mejora son mayores y además, establecer las bases para la introducción de algunas de las áreas que por el contexto en el que se desempeña la cooperativa no pudieron ser evaluados.

2.3.5. Análisis de Resultados

En este apartado del documento, se realiza un análisis de los resultados obtenidos en la evaluación anterior. Para dicho análisis, se toma cada uno de los

principios básicos en cada una de las áreas evaluadas y se analizan detalladamente, con el fin de tener un panorama más claro de la situación actual de la empresa. Para realizar el análisis, se toma como referencia el trabajo de graduación del Ing. Richard Rodríguez Murillo, titulado *“Propuesta de mejoras para el departamento de mantenimiento de la planta de producción de empaques flexibles del Grupo Ecoplast S.A.”*, ya que en su trabajo, se aplica la norma COVENIN 2500-93. El análisis en dicho proyecto, se realiza presentando la información por medio de gráficos de barras, por lo que se decide utilizar la misma metodología, por la facilidad que estos permiten para la presentación de los datos obtenidos, así como la facilidad de interpretación de los mismos.

Organización de la empresa

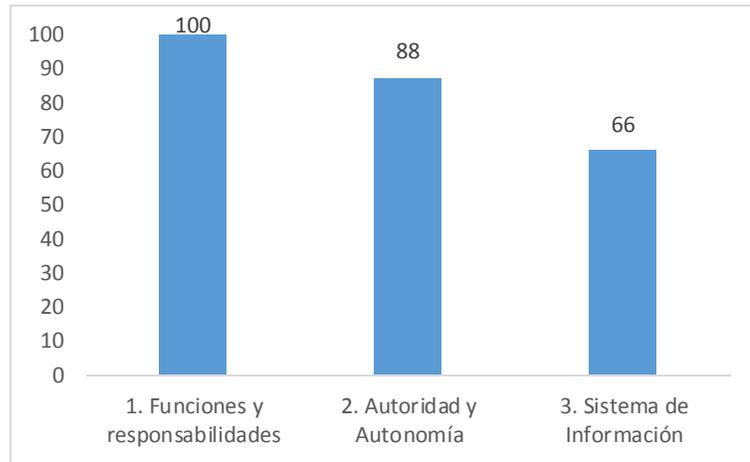
De acuerdo con lo que se observa en la Gráfica 2.2, se tiene que la organización de APACOOOP R.L., cuenta con un organigrama general y también existe el organigrama por departamentos; además, al tratarse de una empresa con pocos colaboradores, estos tienen clara la estructura organizacional de la misma. Además, se tiene por escrito las funciones y asignación de responsabilidades para las unidades estructurales de la organización.

En cuanto a la autoridad y autonomía, está claramente definida la línea de autoridad, así como las funciones para las personas en los diferentes puestos de trabajo, aunque al tratarse de una empresa pequeña y con pocos colaboradores, pero de servicios múltiples, en ocasiones una persona debe realizar diferentes funciones, que pueden no ser las del puesto para el cual fue contratado. Por otro lado, dependiendo del tipo de problema que se presente, la resolución del mismo no se puede llevar a cabo sin previo aviso a los niveles superiores.

Y en cuanto al principio básico de los sistemas de información, la cooperativa cuenta con diagramas de flujo para el sistema de información, donde se involucren los componentes estructurales que participan en la toma de decisiones. Además, existen

procedimientos normalizados para llevar y comunicar la información entre secciones o unidades, así como para su almacenamiento.

Gráfica 2.2. Análisis de Resultados-Organización de la empresa



Fuente: Elaboración Propia. Microsoft Excel (2010).

Organización del Mantenimiento

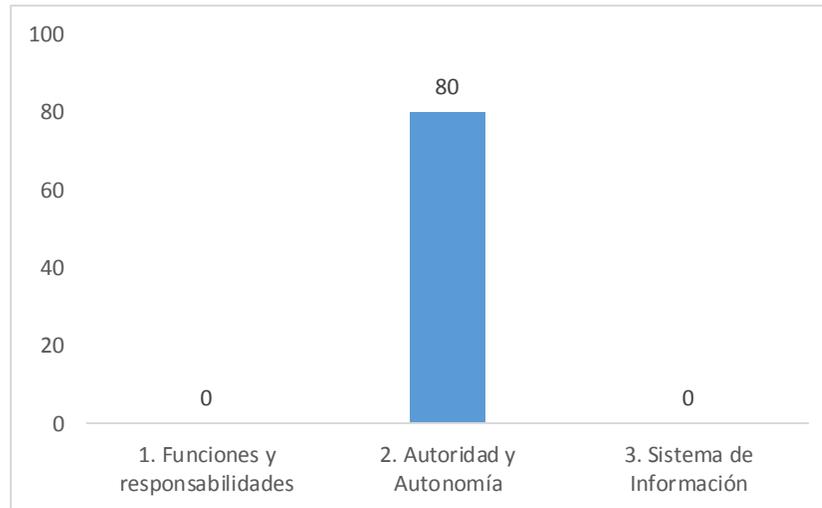
De acuerdo con lo que se muestra en la Gráfica 2.3, el principio básico de funciones y responsabilidades no fue tomado en cuenta, por la manera en la que se han gestionado las actividades de mantenimiento en APACOOOP R.L.

En el principio básico de autoridad y autonomía, los encargados de realizar el mantenimiento tienen claramente definida la línea de autoridad. Además, los problemas rutinarios, deben ser consultados con niveles superiores antes de ser resueltos, debido a que las actividades de mantenimiento son contratadas a personal externo.

Evaluando los sistemas de información en la organización de mantenimiento, esta no cuenta con flujogramas para dicho sistema en los que se definan los componentes estructurales que participan en la toma de decisiones. No se cuenta con ningún tipo de registro en lo que respecta a las actividades de mantenimiento que se

ejecutan y por lo tanto, no es necesario disponer de medios para el procesamiento de la información.

Gráfica 2.3. Análisis de Resultados-Organización de Mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia. Microsoft Excel (2010).

Mantenimiento por avería

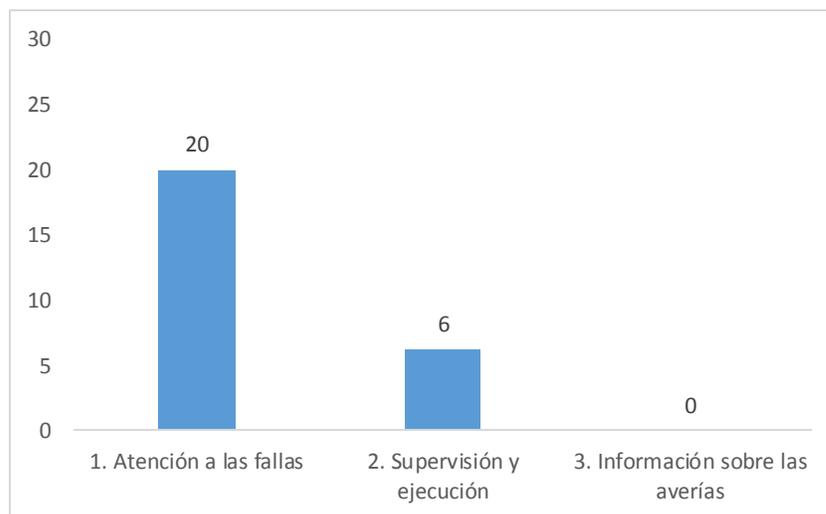
En la Gráfica 2.4, se puede observar que en lo que se refiere al área de atención de fallas en mantenimiento por avería, se tiene que las fallas no son atendidas en el momento en el que estas ocurren, ya que el tiempo de respuesta depende de la disponibilidad del personal que es contratado para este fin, sin embargo, la cooperativa no ha tenido problemas, como la pérdida de producto por una situación de este tipo. No se da el registro de fallas para el análisis de la avería atendida. No existe documentación relacionada con estas actividades, que permitan recopilar datos que con un adecuado procesamiento permita tomar decisiones y por lo tanto, tampoco se cuenta con procedimientos para la ejecución de actividades de mantenimiento. Sin embargo, la atención de fallas sigue un orden de prioridades con la participación de la unidad de producción de manera que la afectación a ella sea la menor posible.

En cuanto al principio básico de supervisión y ejecución, y considerando que los trabajos de mantenimiento son realizados por personal externo a la empresa, es de

vital importancia que este se realice, sin embargo, se encontró que no se da el seguimiento desde la generación de las acciones de mantenimiento por avería hasta la ejecución de las mismas. La supervisión en el transcurso de la reparación y puesta en marcha nuevamente del equipo atendido es generalmente nula. No hay registro de fallas ni del consumo de materiales y repuestos utilizados durante estas actividades. Aunque es importante mencionar que la contratación se realiza siempre al mismo personal, pues este es capaz de atender las fallas que hasta el momento se han presentado.

Al evaluar el área de información sobre la avería, se tiene que no existen procedimientos que permitan recopilar la información sobre las fallas atendidas. Las reparaciones se realizan pero no se recopilan datos de ningún tipo respecto de la actividad ejecutada.

Gráfica 2.4. Análisis de Resultados-Mantenimiento por Avería



Fuente: Elaboración Propia. Microsoft Excel (2010).

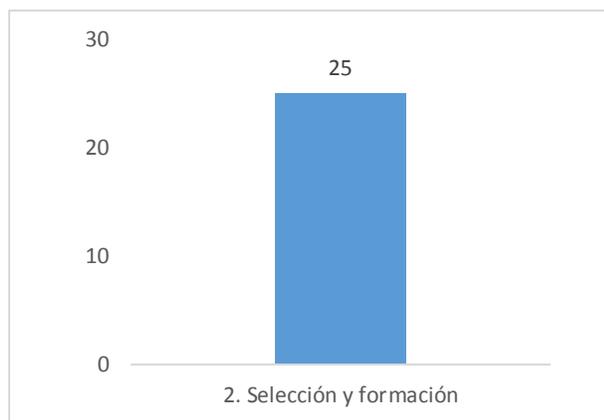
Personal de Mantenimiento

Tal y como se muestra en la Gráfica 2.5, en lo que respecta al principio básico de cuantificación de las necesidades de personal, este no fue evaluado, pues por el contexto operacional de la cooperativa, este principio no es aplicable.

En el principio básico de selección y formación, considerando que las actividades de mantenimiento se ejecutan mediante tercerización, esta se lleva a cabo de acuerdo con las características del trabajo por realizar. Por lo tanto, no se cuenta con procedimientos para la selección del personal y por la situación descrita, no existen periodos de adaptación del personal, de la misma manera, los cargos no se tienen por escrito.

El principio básico de motivación e incentivos, no es considerado ya que en el contexto operacional de la cooperativa, este no es aplicable.

Gráfica 2.5. Análisis de Resultados-Personal de Mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia. Microsoft Excel (2010).

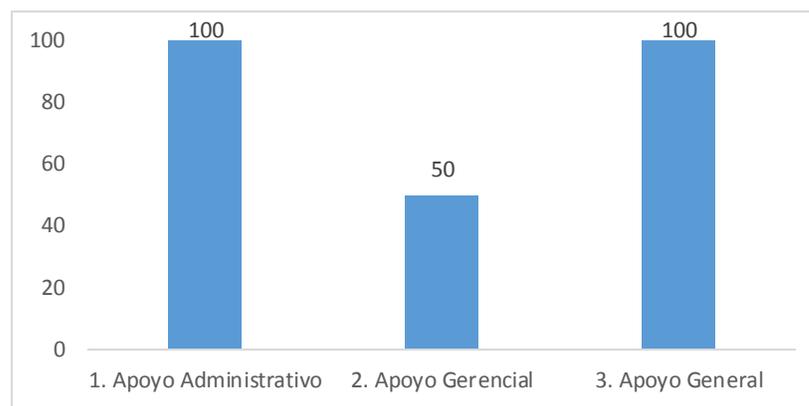
Apoyo Logístico

Como se muestra en la Gráfica 2.6, el primer principio básico evaluado en esta área es el apoyo administrativo. En este se encontró que los recursos que se asignan a la organización de mantenimiento son lo suficientes, pues aunque los trabajos son contratados, estos no son retrasados por problemas económicos, a pesar de que no se cuenta con un presupuesto determinado para actividades de mantenimiento. A pesar de la situación que se ha descrito, la tramitología no es extensa, pues se busca que los equipos vuelvan a su estado normal lo más rápido posible. Es importante mencionar, que el apoyo económico va dirigido no más allá de las reparaciones requeridas por los equipos.

En lo que a apoyo gerencial se refiere, la organización de mantenimiento no se encuentra dentro de la organización general y hasta el momento se ha visto el mantenimiento únicamente como la reparación de los sistemas.

Por último, el apoyo general se da de manera idónea, tal y como se muestra en la Gráfica 2.6, en la que la puntuación obtenida es de 100%.

Gráfica 2.6. Análisis de Resultados-Apoyo Logístico.



Fuente: Elaboración Propia. Microsoft Excel (2010).

2.3.6. Observaciones y Recomendaciones

Tal y como se observa en los resultados obtenidos de la evaluación realizada a la gestión de mantenimiento en APACOOOP R.L., esta se encuentra en una etapa de inocencia, de acuerdo con la puntuación obtenida en las diferentes áreas y en comparación con la escala de medición utilizada.

Entre las causas que se considera que han provocado esta situación, está el hecho de que la cooperativa contaba únicamente con cuatro cámaras de refrigeración (no todas funcionan de manera continua), una máquina seleccionadora de aguacate, romanas, su flotilla vehicular y algunos otros equipos pequeños cuyas necesidades de mantenimiento son bajas y por lo tanto, la tercerización del servicio de mantenimiento le ha dado buenos resultados, pues nunca han tenido pérdidas económicas por la falla de alguno de estos equipos. Sin embargo, la gestión del mantenimiento no se ha tomado con la importancia respectiva, se ha puesto por completo en manos de terceros

y al no contar con personal capacitado para desempeñar funciones relacionadas con las actividades de mantenimiento y su gestión adecuada, no se ha propiciado la recopilación de información que permite realizar mejoras en este aspecto y a la vez, el seguimiento del desempeño obtenido en los servicios contratados, que sirvan de insumo para la toma de decisiones respecto de estos.

Sin embargo, con la situación descrita anteriormente, la empresa ha aumentado considerablemente el número de equipos, principalmente en el área de refrigeración, pues actualmente cuenta con nueve cámaras de refrigeración. Además, la empresa presta servicios de almacenaje en frío y congelado, por lo que a diferencia de la situación inicial, ahora el producto que transita en la empresa no es en su totalidad propiedad de la cooperativa, una parte es propiedad de terceros, pero de igual manera la cooperativa deberá responder en caso de algún daño ocasionado a estos.

Por lo tanto, dada la situación descrita anteriormente, se considera pertinente realizar la propuesta para la implantación de un Departamento de Mantenimiento en la cooperativa. Sin embargo, es importante mencionar que al tratarse de una cooperativa en la que no se ha implementado un Departamento de Mantenimiento, el proceso debe llevarse a cabo de manera progresiva. Iniciando con un Modelo de Gestión de Mantenimiento sencillo, pero que permita mejorar la puntuación de cada una de las áreas evaluadas anteriormente y con esto, integrar las áreas que por la manera en la que se ha realizado el mantenimiento no pudieron ser tomadas en cuenta y que sirva a la vez de base para la implantación de futuras mejoras más avanzadas en el Departamento de Mantenimiento, logrando así un proceso de mejora continua en el mismo.

Si bien la propuesta debe abarcar prácticamente todas las áreas evaluadas e incluir algunas bases para la introducción de las áreas que no pudieron ser evaluadas, el tiempo para el desarrollo del proyecto que se presenta, es limitado. Por lo tanto, se abarcarán las áreas más críticas, de acuerdo con la evaluación realizada y otras áreas de importancia para la puesta en marcha de un Departamento de Mantenimiento en la empresa.

Las actividades que se proponen en cada una de las áreas a tomar en cuenta, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2.3. Propuestas para cada una de las áreas a considerar.

Áreas		Puntuación Obtenida	Clasificación	Mejoras propuestas
2	Organización de Mantenimiento	20	Inocencia	Estructura organizacional. Misión y visión del departamento. Modelo Inicial de Gestión de Mantenimiento.
3	Planificación de Mantenimiento	-	-	Lista y codificación de equipos. Determinación actividades de mantenimiento preventivo. Procedimientos administrativos. Documentación.
5	Mantenimiento Programado	-	-	Procedimientos administrativos. Documentación. Análisis de criticidad de equipos. Modelo Inicial de Gestión de Mantenimiento.
7	Mantenimiento Correctivo	-	-	Documentación. Procedimientos administrativos.
8	Mantenimiento Preventivo	-	-	Análisis de criticidad de equipos. Determinación de actividades iniciales de mantenimiento preventivo. Procedimientos administrativos. Documentación. Modelo Inicial de Gestión de Mantenimiento.
9	Mantenimiento por Avería	10	Inocencia	Procedimientos administrativos. Documentación.
10	Personal de Mantenimiento	25	Inocencia	Cuantificación del personal requerido y bases para su selección.
12	Recursos	-	-	Base de datos para la bodega de repuestos y materiales. Procedimientos para gestión de bodega.

Fuente: Elaboración Propia. Microsoft Word (2010).

Capítulo 3. Propuesta de Departamento de Mantenimiento para APACOOOP R.L.

Para el desarrollo de este proyecto, primeramente se debe tener claro por qué es importante contar con un Departamento de Mantenimiento en una empresa y gestionarlo de manera adecuada. Para ello, de acuerdo con el libro “Organización y gestión integral de mantenimiento”, su autor Santiago García Garrido, indica que la gestión de mantenimiento es necesaria por las siguientes razones:

- a) La competencia obliga a rebajar costos. Se optimiza el consumo de materiales y empleo de mano de obra. Es posible dedicar la mayor cantidad de recursos a los equipos que tienen mayor influencia en la empresa. Permite mantener un punto de indisponibilidad que no interfiera con el plan de producción.
- b) Porque han aparecido gran cantidad de técnicas que es necesario analizar y determinar su implantación, considerando si traerá consigo una mejora en los resultados de la empresa y cómo deben estas ser desarrolladas, si es que resultan ser aplicables en el contexto en el que se desempeña la empresa.
- c) Porque los departamentos necesitan estrategias acordes con los objetivos de la dirección.
- d) Porque la calidad, seguridad e interrelaciones con el medio ambiente han tomado gran importancia en la gestión industrial.

Por otro lado, es importante mencionar que el objetivo de la gestión de mantenimiento, según Amendola (2006), consiste en incrementar la disponibilidad de los activos, a bajos costos, permitiendo que dichos activos funcionen de forma eficiente y confiable dentro de un determinado contexto operacional.

Es importante, lograr que las PyMEs (Pequeñas y Medianas Empresas), como es el caso de APACOOOP R.L., entiendan que el Departamento de Mantenimiento no representa un gasto, sino por el contrario, es un medio para lograr un aumento en los

ingresos percibidos por la empresa. Esto coloca a la empresa en una mejor posición ante las demás empresas, siendo cada vez más competitiva y por lo tanto, con mayores probabilidades de que el negocio crezca y perdure en el tiempo.

El desarrollo de las propuestas que se plantean en la Tabla 2.3, se basan en gran parte en el libro “Organización y Gestión Integral de Mantenimiento” del autor Santiago García Garrido. Este es, según el propio autor, un manual práctico para la implantación de sistemas de gestión avanzados de mantenimiento industrial. Las mejoras que se proponen, generan un cambio, por lo tanto es importante tener claro la manera en la que se debe gestionar dicho cambio. De acuerdo con el libro mencionado, el autor plantea una serie de fases para lograrlo. A continuación se describen estas fases, sin embargo, algunas de ellas no son aplicables para el trabajo que se desarrolla por los alcances de este.

Fase previa: Evaluación del Departamento de Mantenimiento

El primer paso consiste en definir la situación actual con el fin de plantear un punto de partida, pues de lo contrario no hay manera de saber cuáles son las mejores propuestas a bosquejar de manera que el impacto positivo sea el máximo posible y que realmente aporten a la mejora de la empresa como un todo. Es decir, tener un antes y un después para comparar y determinar el éxito obtenido con el proyecto planteado. Esta fase se desarrolló en apartados anteriores por medio de la aplicación de la Norma COVENIN 2500-93 para la evaluación de la Gestión de Mantenimiento en la cooperativa y el correspondiente análisis de los datos obtenidos.

Fase de Implantación

Para el desarrollo de esta fase, García (2003), propone trabajar en cinco áreas: puesta en marcha de un sistema de mantenimiento preventivo, puesta a punto de la instalación, organización del almacén de repuestos, organización de talleres y re-estructuración de la plantilla.

Sin embargo, por los alcances del proyecto, se trabajará en el caso particular que se presenta en tres de las áreas que el autor propone: las bases para la organización de los recursos humanos del departamento, desarrollo de un sistema de mantenimiento preventivo y las bases para la organización del almacén de repuestos. De igual manera, a continuación se presenta una breve descripción de cada una de las áreas planteadas por García (2003).

Organización de los recursos humanos del departamento. Es importante saber si se cuenta con el personal adecuado. En este punto, se considera si la organización con la que se cuenta es la adecuada, si el horario de trabajo del departamento es el que se requiere según las necesidades, si la cualificación del personal es la necesaria y si la cantidad es la correcta. Sin embargo, por lo alcances del proyecto, se abarca sólo algunas de estas áreas.

Puesta a punto de la instalación. Esta se refiere al realizar una puesta a cero de la planta, sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, los equipos con que se cuenta han sobrepasado y por mucho, su vida útil, por lo que una puesta a punto de la instalación no es viable, ya que el costo en el que se incurriría sería muy elevado. Sin embargo, se planea la renovación de los equipos de la planta, pero de manera progresiva. Por lo que las actividades por realizar no se incluyen, considerando además que este punto se sale de los alcances del proyecto, pues actualmente se requieren prevenir las fallas con el fin de mantener los equipos actuales en condiciones de funcionamiento mientras se avanza en el proceso de renovación mencionado anteriormente.

Puesta en marcha de un Plan de Mantenimiento Preventivo Inicial. Se elabora un plan de mantenimiento que si bien no es el óptimo, sentará las bases para que este sea mejorado, siendo lo más importante, que este se lleve a cabo y así crear una cultura preventiva en la organización.

Organización del Almacén de Repuestos. Se deben determinar los mínimos y máximos requeridos en el *stock* de repuestos y materiales conforme se da el

funcionamiento del departamento, la organización de los mismos, así como la implantación de registros de entrada y salida de estos.

Organización del taller. La empresa cuenta con un espacio determinado para la ubicación del taller, sin embargo, este se encuentra desordenado y sucio. Este punto no se encuentra dentro de los alcances del proyecto, pero sí se recomienda la implantación de la metodología 5 S, pues los beneficios a nivel de productividad, seguridad e imagen son muchos.

Fase de Desarrollo

Esta fase no es parte del proyecto, sin embargo, debe llevarse a cabo una vez que el Departamento de Mantenimiento se pone en funcionamiento. Tras la fase de implantación, es necesario desarrollar un sistema con una base más técnica.

Durante esta fase se debe llevar a cabo la re-elaboración del plan de mantenimiento, de manera que el planteado inicialmente se ajuste de mejor manera a la dinámica y necesidades de los equipos. Esto se logra gracias a que en esta fase ya se cuenta con un registro sobre fallos frecuentes y por lo tanto, las intervenciones más comunes, así como la información que los operarios y técnicos puedan aportar con el fin de mejorar el plan de mantenimiento que se ha aplicado. Como parte de las mejoras, es necesario desarrollar procedimientos acerca de la manera en la que las tareas deben ser ejecutadas, haciendo del conocimiento del personal estos procedimientos para una mejor aceptación durante esta fase.

Otra de las actividades por desarrollar en esta fase es la elaboración de la lista de repuestos mínimos determinando los repuestos críticos en los equipos determinados como críticos, los materiales con un nivel de rotación alto, así como los consumibles más frecuentes en la empresa.

Además, conforme se dé esta fase, se debe determinar cuáles son las actividades de mantenimiento que deben seguir siendo realizadas por contratación de

terceros, por razones propias del equipo, o por indisposición de conocimiento o medios técnicos para que sean realizados por el departamento propio.

De igual manera, la fase de desarrollo, debe involucrar un plan de formación del personal, tomando en cuenta cursos genéricos que permitan que el personal de mantenimiento aumente sus conocimientos generales en mantenimiento, cursos específicos asociados al conocimiento de equipos específicos instalados en la planta, sesiones formativas de corta duración acerca de temas específicos como por ejemplo la formación previa a la implantación de un procedimiento de trabajo y formación específica en seguridad referentes a normas de prevención de riesgos laborales de acuerdo con las instalaciones y equipos con que cuenta la empresa.

Fase de Optimización

Una vez que se ha dado la fase de desarrollo, es necesario analizar los resultados obtenidos, por lo que se debe revisar los niveles de disponibilidad de la planta, las averías que se han presentado, así como el costo económico del sistema implantado.

De dicho análisis, será posible determinar la posibilidad de mejoras técnicas relacionadas con las instalaciones, los planes de mantenimiento o las instrucciones de manejo de los equipos; mejoras organizativas referentes a las funciones del departamento o procedimientos de trabajo; y mejoras económicas mediante la optimización del recurso humano, disminución de tercerizaciones, reducción de consumo e inventarios de artículos para mantenimiento.

En la siguiente figura, se muestra de manera esquemática, las fases que se han descrito anteriormente, así como las fases posteriores para la adecuada gestión del cambio que implica la implantación de un Departamento de Mantenimiento.

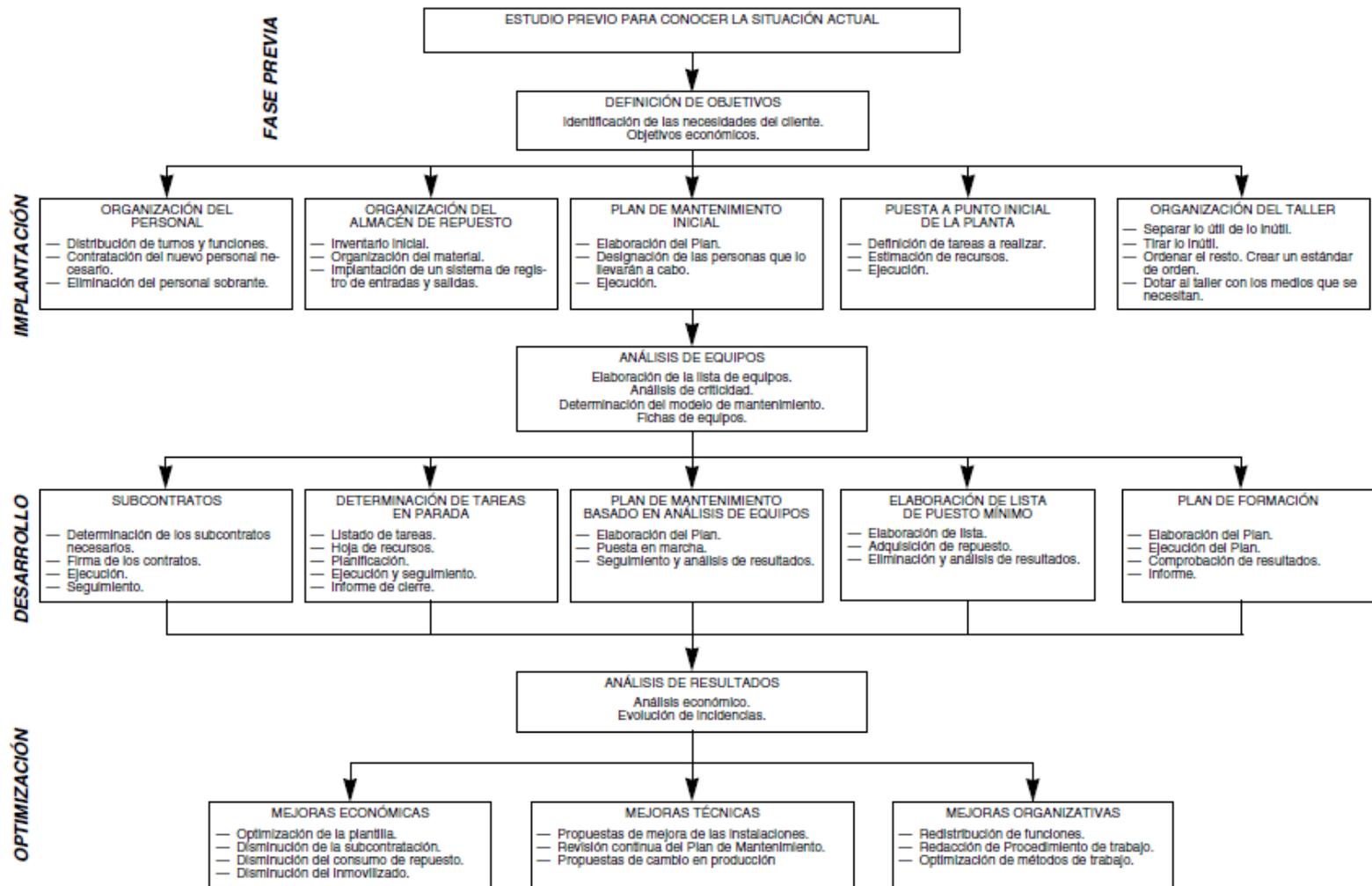


Figura 3.1. Fases para la gestión del cambio en el Departamento de Mantenimiento.

Fuente: Organización y gestión integral de mantenimiento. (García, 2003, p. 295)

3.1. Misión y Visión del Departamento de Mantenimiento.

Sin embargo, antes de iniciar con la fase de implantación, es necesario establecer la misión y visión a nivel del Departamento de Mantenimiento, es decir, que el personal de mantenimiento tenga claro el por qué y para qué de su trabajo y existencia dentro de la organización. Es importante establecer las bases del departamento, sobre las cuales se desempeñará, creando un sentimiento de pertenencia en sus colaboradores, aumentando a la vez, las posibilidades de éxito del proyecto planteado.

De acuerdo con diferentes autores, se puede decir que la visión se refiere a lo que la organización quiere llegar a ser en el futuro, partiendo de la situación en la que se encuentra la empresa actualmente, se indican las metas que se desea lograr; mientras que la misión es el propósito de la organización, su razón de ser, la manera en la que la organización llegará a su futuro deseado, indica el camino hacia el logro de la visión. Así, se plantean tanto la misión y visión del Departamento de Mantenimiento como sigue.

3.1.1. Misión del Departamento de Mantenimiento

Ser el departamento encargado de mantener los equipos e infraestructura de la planta con los niveles de servicio requeridos y con niveles de indisponibilidad que no interfieran con el proceso productivo, minimizando el costo requerido para ello y maximizando el aprovechamiento de los recursos humanos y materiales disponibles.

3.1.2. Visión del Departamento de Mantenimiento

Ser un departamento capaz de satisfacer los requerimientos de mantenimiento de la empresa manteniendo un proceso de mejora continua que permita ofrecer un servicio cada vez más optimizado, beneficiando de manera directa el desempeño global de la empresa.

3.2. Modelo Inicial de Gestión de Mantenimiento

Una vez determinadas la misión y visión del Departamento de Mantenimiento que se propone, se procede a la elaboración del Modelo Inicial de Gestión de Mantenimiento que responda de mejor manera a las necesidades de mantenimiento de acuerdo con el contexto operacional de la cooperativa.

Antes de iniciar, es importante definir qué es un modelo de mantenimiento. Según García (2003), un modelo de mantenimiento es la mezcla de los diferentes tipos de mantenimiento en proporciones determinadas, de manera que responda adecuadamente a las necesidades de cada equipo en concreto. Si bien cada equipo ocupará diferentes tipos de mantenimiento, en mezclas diferentes de estos, este mismo autor identifica cuatro modelos, complementados con otros dos tipos de modelos adicionales. Todos estos modelos incluyen inspecciones visuales y lubricación, al considerarse que la realización de estas tareas es rentable y de gran beneficio en cualquier equipo. A continuación se presenta una descripción de cada uno de los modelos planteados por García (2003):

Modelo correctivo: este modelo es aplicable en equipos con niveles de criticidad bajos, por lo que la reparación de las averías que se presenten en estos no significa mayor impacto en la empresa.

Modelo condicional: este incluye las actividades del modelo anterior, así como la realización de pruebas y ensayos de los cuales dependerá la programación de intervenciones posteriores en casos en los que se ha presentado un síntoma de fallo. Este es aplicable para equipos de poco uso o equipos importantes en el sistema productivo, pero con baja probabilidad de fallo.

Modelo sistemático: este contempla tareas a realizar sin importar la condición del equipo (incluso sin presentarse síntomas de fallo), realizar mediciones y pruebas para determinar la necesidad de otras tareas de mayor envergadura, así como la atención de las averías que se presenten. Su aplicación es para equipos de

disponibilidad media, con cierta importancia en el sistema productivo y cuyas averías, implican algunos trastornos.

Modelo de alta disponibilidad: este modelo es aplicable en equipos que bajo ninguna situación puede funcionar mal o peor aún, salir de funcionamiento, es decir, en equipos donde se busca *ceros averías*.

Sin embargo, se habla de dos modelos adicionales, los cuales pueden considerarse como modelos de mantenimiento *especiales*. El modelo de mantenimiento legal y el modelo de mantenimiento subcontratado a un especialista.

Modelo de mantenimiento legal: este se da en algunos equipos que están sometidos a normativas o regulaciones debido al riesgo que estos representan para las personas o el entorno. Por lo tanto, se exige la realización de una serie de tareas, pruebas e inspecciones que deben ser incluidas en el Plan de Mantenimiento de dicho equipo.

Modelo de mantenimiento subcontratado a especialistas: este se aplica cuando existen equipos a los cuales por falta de conocimientos suficientes o por falta de los medios necesarios, algunas o todas las tareas de mantenimiento deben ser subcontratadas a empresas especialistas.

Una vez descritos los modelos de mantenimiento que pueden ser considerados en la propuesta de Departamento de Mantenimiento que se está desarrollando, se propone inicialmente, un modelo de gestión de mantenimiento que se apoye en el mantenimiento preventivo, es decir, el modelo de mantenimiento sistemático, pues como se ha mencionado anteriormente, la mayor parte de los equipos han sobrepasado la vida útil y considerando además que por ser un departamento que va a iniciar su operación, se requerirá un proceso paulatino para llegar a un modelo de mantenimiento más avanzado, como lo puede ser basado en confiabilidad o alta disponibilidad.

El mantenimiento preventivo tiene como característica principal la de inspeccionar los equipos, detectar las fallas en su fase inicial y corregirlas de manera oportuna, es decir, son acciones dirigidas a evitar que se presenten averías en ellos, debido a las consecuencias que estas pueden acarrear sobre la producción. Otra característica de este tipo de mantenimiento, es que las actividades se llevan a cabo de manera periódica.

El mantenimiento preventivo trae consigo ventajas, como las que se mencionan a continuación:

- Reduce las fallas y tiempos muertos.
- Incrementa la vida útil de los equipos e instalaciones.
- Mejora la utilización de recursos.
- Reduce los niveles de existencias en almacén.
- Permite reducir costos.

Por lo tanto, se propone un Modelo de Gestión de Mantenimiento tal y como se muestra en la siguiente figura:

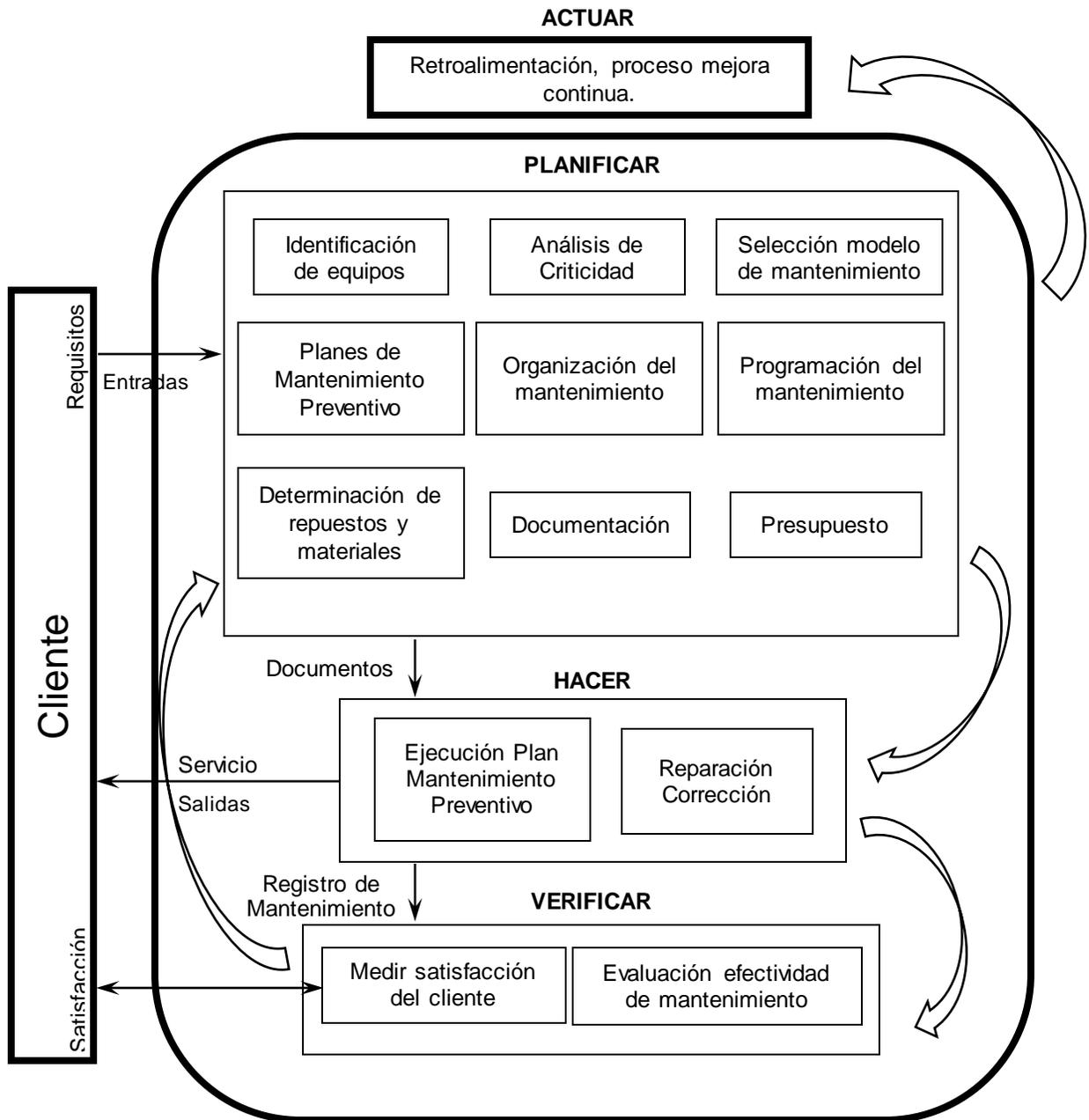


Figura 3.2. Modelo de Gestión de Mantenimiento propuesto.

Fuente: Elaboración propia. Microsoft Excel (2010).

A continuación se procede a explicar el modelo que se propone en la , el cual se basa en el modelo propuesto por Ortiz, Rodríguez e Izquierdo (2013) para la gestión de mantenimiento en pymes industriales.

Este modelo de gestión de mantenimiento se estructura de manera tal que se dé la alineación de objetivos en todos los niveles organizacionales para lograr la integración y correcta gestión de la unidad de mantenimiento.

Al tratarse de un Modelo de Gestión de Mantenimiento para una empresa pequeña y que apenas incursiona en el ámbito del mantenimiento, este debe ser tal que las capacidades y recursos de la empresa permitan su aplicación.

La secuencia del diagrama mostrado, inicia y termina con los clientes, es decir, el sector productivo de la cooperativa, pues de sus necesidades dependerán las necesidades de mantenimiento de la planta. Esto, considerando la alineación de objetivos de todos los departamentos con los objetivos generales de la empresa.

Por lo tanto, es necesario llevar a cabo la planificación del mantenimiento. En el caso de APACOOOP R.L., al proponer la implantación del Departamento de Mantenimiento, el proceso de *Planificar*, debe iniciar con la identificación de los equipos, el análisis de criticidad respectivo y de acuerdo con los resultados de este, seleccionar los modelos de mantenimiento adecuado para cada uno de ellos y con ello realizar los planes de mantenimiento preventivo, así como la estimación de los tiempos y personal requerido para ello. Luego se debe programar las actividades de mantenimiento. Además, se debe establecer los aspectos mínimos necesarios para la adecuada gestión de repuestos y materiales con el fin de optimizar la ejecución de las labores de mantenimiento establecidas. Para una adecuada gestión del mantenimiento es necesaria la elaboración de los documentos mínimos requeridos para que esto se logre. Además, es de gran importancia que la empresa tome en cuenta el concepto de mantenimiento en sus presupuestos, pues es de vital importancia para un buen desempeño del Departamento de Mantenimiento.

El apartado *Hacer*, se refiere a la ejecución de los planes de mantenimiento preventivo y las reparación y correcciones que deban realizarse, así como lo que se refiere a los planes de mantenimiento autónomo. Este es el punto en el que se brinda

el servicio a producción de acuerdo con sus necesidades y con el fin de que sus actividades se lleven a cabo de manera óptima.

Una vez realizadas las actividades de mantenimiento requeridas, es necesario *Verificar* el desempeño del departamento con el fin de retroalimentar y permitir un proceso de mejora continua en él. Es necesario para esto, el establecimiento de un sistema de indicadores de mantenimiento con el fin de medir la efectividad del mantenimiento, sin olvidar que se trata de una empresa que apenas empezaría con la función de un Departamento de Mantenimiento. Además, se debe verificar que el cliente esté satisfecho con el trabajo realizado.

De acuerdo con los resultados obtenidos durante este proceso, es necesario realizar las modificaciones y mejoras pertinentes. De esta manera, se debe *Actuar*, con el fin de mantener un ciclo de mejora continua que permita al departamento optimizar y adecuar sus labores según las necesidades de mantenimiento en el contexto operacional de la empresa, incrementando así la eficiencia de sus operaciones productivas.

De acuerdo con lo planteado inicialmente para realizar en este proyecto, ahora se procede a desarrollar algunas de las actividades necesarias para poner en marcha el Modelo Inicial de Gestión de Mantenimiento mostrado en la .

3.2.1. Identificación de Equipos

El primer paso para la ejecución del Modelo Inicial de Gestión de Mantenimiento planteado, es realizar la identificación de los equipos instalados en la empresa. Para lo cual se utiliza un sistema de codificación, de manera tal que el código asignado a cada equipo, permita su ubicación e identificación y a la vez mantener un control de los mismos junto con la información y características específicos de cada uno de ellos.

En este apartado del documento, se presenta la codificación propuesta para los equipos con los que cuenta la cooperativa. Para ello, se utilizan las recomendaciones

dadas por García (2003) en su manual. En este, el autor identifica dos tipos de codificaciones, las cuales se describen a continuación:

Sistemas de codificación no significativos: en este sistema se asigna un número o un código correlativo a cada equipo, pero este no aporta información adicional.

Sistemas de codificación significativos o inteligentes: se utilizan código que aportan información del equipo al que fue asignado.

Considerando que se busca una adecuada gestión de mantenimiento en la empresa, se decide aplicar una codificación del tipo significativa, ya que esta permite un mayor control y orden para la organización y realización de las actividades de mantenimiento pues su localización puede ser fácilmente distinguida con sólo tener el código del equipo, sistema o elemento a intervenir. En la siguiente figura se muestra la estructura que se propone para la codificación de los equipos instalados.

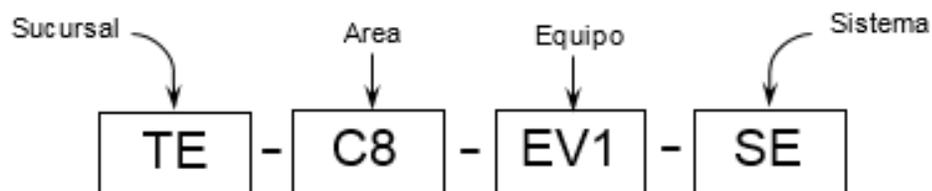


Figura 3.3. Ejemplo de codificación propuesta.

Fuente: Elaboración Propia. Microsoft Word (2010).

Para el desarrollo de la codificación propuesta, primeramente se realizó una división de la cooperativa en plantas, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3.1. División de la cooperativa en sucursales.

Sucursal	Código
Santa Cruz	SC
El Empalme	EM
El Abejonal	AB
El Tejar	TE

Fuente: Elaboración Propia. Microsoft Word (2010).

Luego, se procede a dividir las sucursales en áreas y la asignación de los códigos respectivos para cada una de ellas. En la Tabla 3.2, se muestra la división obtenida.

Tabla 3.2. División de las sucursales en áreas.

Sucursal	Área	Código
Santa Cruz	Cámara de Refrigeración 1	C1
	Área de Empaque	EM
	Área de Comercialización	CO
	Área General	GE
El Abejonal	Cámara de Refrigeración 1	C1
	Área de Comercialización	CO
	Área General	GE
El Tejar	Cámara de Refrigeración 3	C3
	Cámara de Refrigeración 4	C4
	Cámara de Refrigeración 6	C6
	Cámara de Refrigeración 7	C7
	Cámara de Refrigeración 8	C8
	Área de Empaque	EM
	Área de Comercialización	CO
	Área General	GE

Fuente: Elaboración Propia. Microsoft Word (2010).

En la tabla anterior, no se incluye la sucursal de El Empalme, ya que actualmente, en esta se lleva a cabo actividades relacionadas con línea de crédito y vivero, por lo que no se tienen equipos diferentes a los de oficina.

Luego, se procede con la realización de la lista de los equipos, que se encuentran en cada una de las sucursales, tal y como se muestra en la Tabla 3.3. Es importante aclarar, que se toma en cuenta los equipos que se relacionan con el área de acopio, almacenaje y distribución de producto (comercialización), pues en las demás áreas no existen equipos cuya demanda de mantenimiento sea significativa, como los son los artículos requeridos en vivero, equipo de oficina y supermercado.

Tabla 3.3. Lista de equipos en las diferentes sucursales de APACOOOP R.L.

Sucursal	Equipo	Cantidad	Código
Santa Cruz	Compresor	1	COM#
	Evaporador	1	EVA#
	Condensador	1	CON#
	Perra Hidráulica	2	PHI#
	Perra Manual	1	PMA#
	Romana	2	ROM#
	Romana de Gramos	1	RGR#
	Romana de Piso	1	RPI#
	Empacadora de Bandejas	1	EMP#
	Selladora Manual	1	SEL#
	Microondas análisis de materia seca	1	MIC#
	Picadora	1	PIC#
	El Abejonal	Compresor	1
Evaporador		1	EVA#
Condensador		1	CON#
Perra Hidráulica		1	PHI#
Perra Manual		1	PMA#
Romana		1	ROM#
El Tejar	Compresor	5	COM#
	Evaporador	5	EVA#
	Condensador	5	CON#
	Montacargas	1	MON#
	Selladora Manual	7	SEL#
	Romana	4	ROM#
	Romana de Piso	1	RPI#
	Perra Hidráulica	2	PHI#
	Conservadora Horizontal	1	HOR#

Fuente: Elaboración Propia. Microsoft Word (2010).

3.2.2. Análisis de criticidad

Considerando que no todos los equipos tienen la misma importancia dentro de la empresa, se realiza el análisis de criticidad de equipos, con el fin de determinar

cuáles son los equipos críticos dentro del proceso productivo, de manera que la mayor cantidad de recursos y esfuerzos sean dirigidos al mantenimiento de los equipos más importantes en la cooperativa. Considerando que los equipos instalados en la sucursal de El Tejar, como se ha mencionado anteriormente, han sobrepasado su vida útil, se realiza esta actividad para dichos equipos.

El análisis de criticidad se realiza de acuerdo con la metodología planteada por García (2003) en su manual "Organización y gestión integral de mantenimiento". Se establece una serie de niveles de criticidad, para la clasificación de los equipos, como se indica a continuación:

- a) Equipos críticos: estos son equipos en los que una parada o mal funcionamiento afecta significativamente los resultados de la empresa.
- b) Equipos importantes: se trata de equipos en los que una parada, avería o mal funcionamiento afecta los resultados de la empresa, pero cuyas consecuencias son asumibles.
- c) Equipos prescindibles: se refiere a equipos cuya incidencia en los resultados, es escasa, provocando cambios poco trascendentes o costos adicionales pequeños.

Ahora, es necesario establecer los criterios a evaluar para la respectiva clasificación de los equipos a considerar. Para ello, García (2003), considera la influencia de una posible anomalía en los siguientes aspectos:

- a) Producción: se evalúa si un posible fallo implica una parada total, una parada de una zona de la producción, si paraliza equipos pero con pérdidas asumibles o si no tiene influencia en la producción.
- b) Calidad: se valora si el fallo tiene una influencia decisiva en la calidad del producto, una influencia no problemática o una influencia nula.
- c) Mantenimiento: se toma en cuenta si las averías del equipo son caras y frecuentes o si el equipo presenta costos medios de mantenimiento o bien, se trata de un equipo con bajo costo, que generalmente no da problemas.

- d) Seguridad y medio ambiente: se considera si un fallo del equipo puede ocasionar accidente muy grave, ya sea para el medio o para las personas y que además tenga cierta probabilidad de fallo; si el fallo puede ocasionar un accidente, pero la probabilidad de que ocurra es baja o si se trata de un equipo que no tiene influencia en la seguridad.

Con las aclaraciones anteriores, García (2003) propone la utilización de la siguiente tabla para la evaluación de la criticidad de los equipos:

Tabla 3.4. Criterios para análisis de criticidad.

Tipo de Equipo	Seguridad y medio ambiente	Producción	Calidad	Mantenimiento
A: Crítico	Puede ocasionar accidente muy grave.	Su parada afecta al Plan de Producción.	Es clave para la calidad del producto.	Alto coste de reparación en caso de avería.
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (mensuales)		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos.	Averías muy frecuentes.
	Ha producido accidentes en el pasado.		Consume una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra o materiales)	

B: Importante	Necesita revisiones periódicas anuales.	Afecta a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar clientes o al Plan de Producción)	Afecta a la calidad, pero habitualmente no es problemático.	Coste medio en Mantenimiento.
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las probabilidades son remotas.			
C: Prescindible	Poca influencia en la seguridad.	Poca influencia en producción.	No afecta a la calidad	Bajo coste de Mantenimiento.

Fuente: Organización y gestión integral de mantenimiento. (García, 2003, p. 25)

Una vez realizado el análisis de criticidad, se procede con la selección del modelo de mantenimiento que se utilizará en cada uno de ellos. Para ello, García (2003), establece el siguiente diagrama con el fin de facilitar la selección del modelo de mantenimiento aplicable en cada uno de los casos que se presentan. El diagrama se muestra en la Figura 3.4.

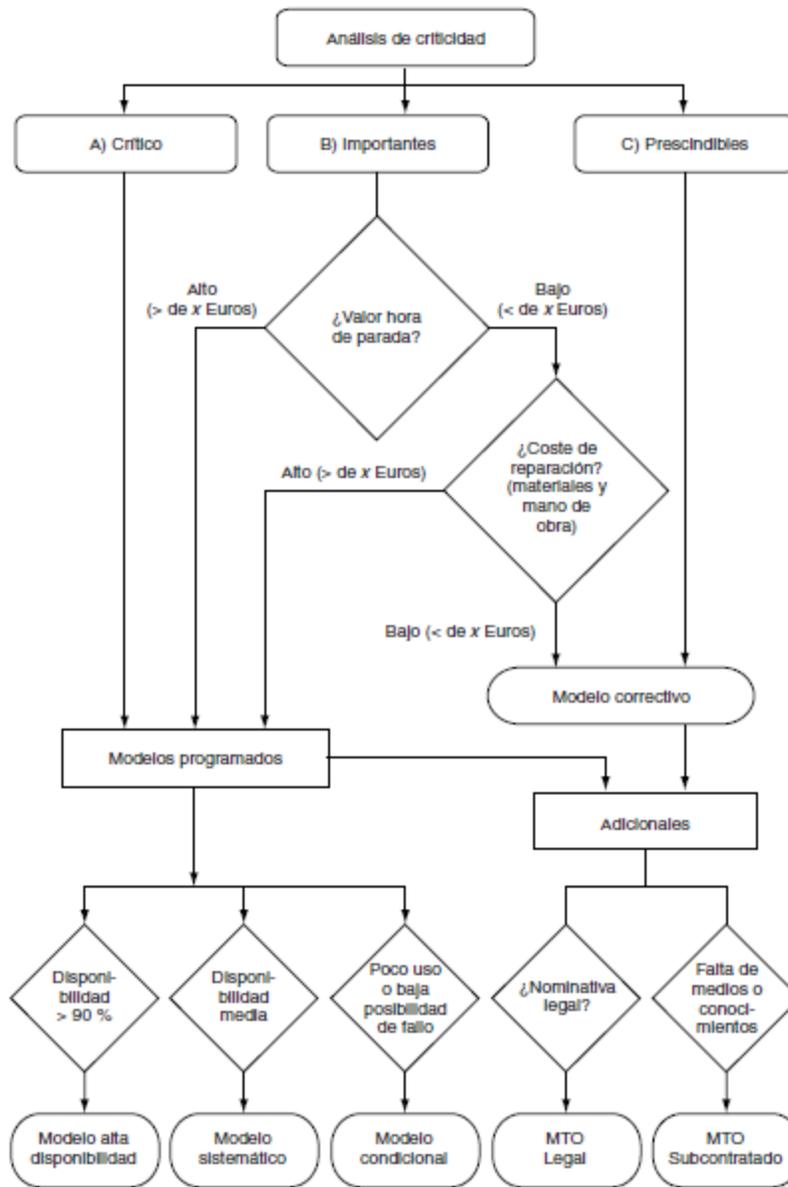


Figura 3.4. Selección del modelo de mantenimiento a emplear.

Fuente: Organización y gestión integral de mantenimiento. (García, 2003, p. 30)

A continuación se presenta la tabla de criticidad aplicada a los equipos de la sucursal de El Tejar de APACOOOP R. L., en la cual se determina además, el modelo de mantenimiento que aplica en cada uno de ellos, de acuerdo con lo establecido en la Figura 3.4. Es importante mencionar que dicha sucursal cuenta con siete selladoras de bolsas manuales, sin embargo, todas son iguales y con la misma importancia en el proceso productivo, por lo que se incluye en la tabla mostrada de manera general bajo el concepto de *Selladoras*. De la misma manera, se da con las romanas, pues se cuenta con romanas con capacidades de 2 toneladas, 150 kg, 50 kg y 5 kg, sin embargo su mantenimiento se da bajo un modelo de mantenimiento subcontratado a especialistas, ya que estas deben contar con un certificado otorgado únicamente por el fabricante de los equipos, por lo que se muestran de manera general bajo el concepto de *Romanas*.

Tabla 3.5. Análisis de criticidad de los equipos instalados en la sucursal de El Tejar de APACOOOP R.L.

Equipo	Criterio evaluado				Criticidad	Modelo de Mantenimiento
	Producción	Calidad	Mantenimiento	Seguridad y medio ambiente		
Compresor 3	B	B	B	B	B	Modelo Programado Sistemático
Compresor 4	B	A	B	B	A	Modelo Programado Sistemático
Compresor 6	B	B	B	B	B	Modelo Programado Sistemático
Compresor 7	B	B	B	B	B	Modelo Programado Sistemático
Compresor 8	A	A	A	B	A	Modelo Programado Sistemático

Evaporador 3	B	B	B	B	B	Modelo Programado Sistemático
Evaporador 4	B	A	B	B	A	Modelo Programado Sistemático
Evaporador 6	B	B	B	B	B	Modelo Programado Sistemático
Evaporador 7	B	B	B	B	B	Modelo Programado Sistemático
Evaporador 8	A	A	A	B	A	Modelo Programado Sistemático
Condensador 3	B	B	B	B	B	Modelo Programado Sistemático
Condensador 4	B	A	B	B	A	Modelo Programado Sistemático
Condensador 6	B	B	B	B	B	Modelo Programado Sistemático
Condensador 7	B	B	B	B	B	Modelo Programado Sistemático
Condensador 8	A	A	A	B	A	Modelo Programado Sistemático
Montacargas	B	B	C	C	B	Modelo Programado Sistemático
Selladoras	C	B	C	C	B	Modelo Correctivo

Romanas	A	C	C	C	A	Modelo Subcontratado a especialistas
Conservadora horizontal	C	A	B	C	A	Modelo Programado Sistemático

Fuente: Elaboración propia. Microsoft Word (2010).

3.2.3. Equipos seleccionados

Una vez que se determinó la criticidad de los equipos en planta, así como el modelo de mantenimiento que aplica para cada uno de ellos, se procede a realizar la selección de los equipos para los cuales se realizarán los planes de mantenimiento preventivo inicialmente, así como una codificación más específica en la que se incluye cada uno de los sistemas que constituyen dichos equipos.

De acuerdo con la Tabla 3.5, se selecciona el compresor, condensador y evaporador de la cámara de refrigeración 8, ya que estos son los equipos considerados como críticos según los criterios evaluados, sin embargo, también se toma en cuenta otros dispositivos del sistema que permiten el funcionamiento del conjunto como un todo.

Con el fin de tener un mejor entendimiento de los apartados siguientes, se presenta a continuación una descripción general de cada uno de los equipos determinados como críticos en la empresa.

Compresor

Según su configuración, en refrigeración se utilizan tres tipos de compresores: hermético, semi hermético y abierto. Y de acuerdo con un segundo criterio de clasificación se tienen los tipos recíprocos o reciprocantes, los rotatorios o rotativos, los centrífugos, los inverter y los scroll. En este caso se describe el tipo semi hermético y el tipo recíproco, ya que estos son los criterios que cumple el compresor que se determina como crítico durante el análisis de criticidad.

El compresor semi hermético, se distingue por tener accesibilidad a ciertos componentes para su revisión, desmontaje o cambio. El eje del motor es una

prolongación del cigüeñal y el conjunto motor-compresor está también dentro de una carcasa, pero provista de tornillería para su accesibilidad desde el exterior.

En cuanto al miembro compresor en los compresores recíprocos, se trata de un pistón de movimiento recíprocante. Es un compresor ideal para refrigerantes que requieren desplazamientos relativamente pequeños y para presiones condensantes relativamente altas. Pueden ser de simple o doble acción, dependiendo de si la compresión se realiza en un solo lado del pistón o alternativamente en ambos lados del pistón respectivamente.

Para un compresor recíprocante, el ciclo de compresión se da en cuatro etapas: succión, compresión, descarga y expansión. Estos tienen entre la parte superior del pistón y la placa de válvulas, un pequeño espacio para evitar que el pistón golpee contra la placa llamado volumen de claro. El ciclo se da de manera que cuando el pistón está en la parte superior de su carrera, tanto la válvula de succión como la de descarga permanecen cerradas. En el espacio de claro se encuentra contenido vapor a alta presión. Conforme el pistón se mueve hacia abajo en la carrera de succión, el vapor de alta presión experimenta una expansión, disminuyendo la presión en el cilindro a mayor volumen de la cámara. Al llegar casi al punto muerto inferior, la presión del vapor expandido es ligeramente menor que la presión en la tubería de succión, por lo que se abren las válvulas de succión. El vapor ingresa al cilindro hasta el punto inferior de la carrera del pistón. Este proceso ocurre a presión constante. Luego se cierran las válvulas de succión y comienza la carrera de compresión. El pistón comienza su carrera ascendente, hasta que la presión en el interior de la cámara es mayor que la presión del vapor en el cabezal, por lo que las válvulas de descarga se abren, trasegando el vapor a la tubería de gas caliente que se dirige hacia el condensador. Cuando el pistón llega otra vez a la parte superior, se completa el ciclo y vuelve a iniciar.

En la siguiente figura se muestra un compresor del tipo recíprocante.

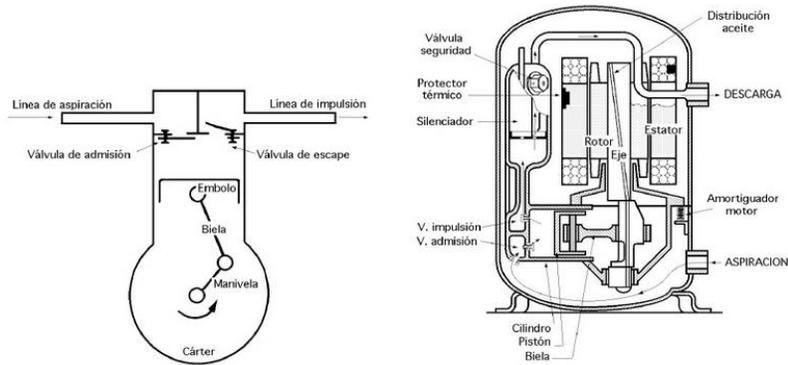


Figura 3.5. Funcionamiento de un compresor recíprocante.

Fuente: Sitio Web.

Evaporador

Según Pita (1992), los evaporadores son intercambiadores de calor que tienen como principal objetivo dentro del sistema de refrigeración la remoción continua y eficiente de calor del medio que se desea enfriar. Consiste en un recipiente (carcaza) que contiene una serie de tubos llamados serpentines por donde fluye la sustancia refrigerante procedente de una válvula de expansión, produciéndose la ebullición de dicho refrigerante a baja presión lo cual origina la extracción de calor de la cámara frigorífica debido a la diferencia de temperaturas.

Debido a la gran cantidad de aplicaciones de la refrigeración, se tiene una variedad de tipos de evaporadores, sin embargo, en este documento se describe el evaporador de convección forzada, ya que el evaporador considerado crítico en la cooperativa es de este tipo.

Los evaporadores de convección forzada contienen serpentines dentro de un cajón metálico, donde están instalados uno o varios ventiladores que cumplen la función de generar una circulación forzosa del aire. Un evaporador de este tipo se muestra en la siguiente figura:



Figura 3.6. Evaporador de convección forzada.

Fuente: Sitio Web.

Un aspecto importante a considerar en este equipo del sistema de refrigeración es la formación de escarcha en la superficie del evaporador, ya que esta limita la capacidad de convección forzada del mismo, lo que implica que se debe utilizar un método de deshielo adecuado para evitar inconvenientes por esta situación. En el caso del evaporador considerado crítico en la empresa, se utiliza deshielo por resistencia.

En la mayoría de las ocasiones el material seleccionado para manufacturar los evaporadores es un metal, ya que estos presentan un valor alto en su factor de conductancia, de manera que la transferencia de calor es alta. Los materiales más usados son el acero, cobre, aluminio y el hierro vaciado. El uso de estos, dependerá de que el material no sea atacado por el refrigerante que se utiliza.

Condensador

La principal función de un condensador es remover el calor que el refrigerante ha ganado en el evaporador y el compresor, de donde sale en forma de vapor sobrecalentado. Para que esta extracción de calor se dé de manera adecuada, el medio condensante debe estar a una temperatura suficientemente más baja que el refrigerante para lograr la transferencia de calor y llevarlo a su estado líquido. Como medios condensantes, se utiliza generalmente agua o aire o una combinación de ambos. Y de acuerdo con el medio condensante, los condensadores pueden clasificarse como condensadores enfriados por aire, enfriados por agua y

condensadores evaporativos. A continuación se describe el condensador enfriado por aire, que es el que se encuentra instalado en la cooperativa y es considerado como crítico.

Los condensadores enfriados por aire se construyen generalmente de tubos con aletas dispuestos en hileras de serpentines. El refrigerante fluye por los tubos y el aire fluye en dirección cruzada entre ellos. El uso de aletas se debe al bajo coeficiente de transferencia de calor del aire. La mayoría de los condensadores de este tipo, utilizan ventiladores, para aumentar el flujo de aire y disminuir el tamaño del condensador. El equipo descrito se muestra en la siguiente figura:



Figura 3.7. Evaporador de convección forzada.

Fuente: Sitio Web.

La aplicación de este tipo de condensadores es amplia, ya que minimiza problemas como la corrosión, su costo inicial es bajo, no requieren agua ni torre de enfriamiento y bombas.

Sin embargo, el equipo crítico se presenta como una unidad condensadora, en la cual el compresor y el condensador forman una unidad, como se muestra en la siguiente figura:



Figura 3.8. Evaporador de convección forzada.

Fuente: Sitio Web.

Otros elementos

Existen en los sistemas de refrigeración, otros elementos que desempeñan diferentes funciones de manera que el conjunto como un todo opere de manera adecuada. A continuación se presenta una descripción general de los más importantes de ellos.

La válvula de expansión termostática, es uno de estos elementos. Esta se utiliza para el control de flujo de refrigerante. Sus funciones son reducir la presión y la temperatura del líquido refrigerante, alimentar líquido a baja presión hacia el evaporador de acuerdo con la carga a refrigerar y además, se encarga de mantener constante el sobrecalentamiento a la salida del evaporador.

Además, se instalan indicadores de líquido, los cuales permiten determinar visualmente si el sistema está operando o no con la carga suficiente de refrigerante. Estos generalmente cuentan con un indicador de humedad, el cual revela la presencia de humedad en el sistema.

El filtro deshidratador también es parte del sistema de refrigeración. Este se instala en la línea de líquido con el fin de que elimine el agua que se presenta en el sistema en forma de humedad, así como ácidos y partículas sólidos de manera que el funcionamiento sea internamente limpio y seco, protegiendo a la vez, la válvula de expansión termostática.

Una vez dada una descripción general de los equipos que se seleccionaron como críticos y los principales elementos que los acompañan, se toma lo mostrado en la Tabla 3.5 y se procede a la identificación de los sistemas de cada uno de ellos, asignando la codificación respectiva de los mismos. En este caso, no se realiza la codificación de cada uno de los elementos, tal y como lo recomienda García (2003), ya que los sistemas presentados no son de gran complejidad, por lo que no se considera necesario, pues extendería el código de identificación proporcionando información excesiva y poco útil.

Tabla 3.6. Codificación de sistemas para los equipos seleccionados y las respectivas codificaciones finales.

Area	Código	Equipo	Código	Sistema	Código	Código Final	
Cámara de Refrigeración 8	C8	Compresor	COM1	Sistema <u>C</u> ompresión	SC	C8-COM1-SC	
				Sistema <u>E</u> léctrico	SE	C8-COM1-SE	
				Sistema <u>M</u> ecánico	SM	C8-COM1-SM	
				Elementos <u>E</u> státicos	EE	C8-COM1-EE	
				<u>I</u> nstrumentación	IN	C8-COM1-IN	
				Sistema <u>C</u> ontrol <u>E</u> léctrico	CE	C-8COM1-CE	
		Sistema <u>L</u> ubricación	SL	C8-COM1-SL			
		Condensador	CON1	Cámara <u>I</u> ntercambio <u>C</u> alor	IC	C8-CON1-IC	
					Sistema de <u>V</u> entilación	SV	C8-CON1-SV
					Sistema <u>C</u> ontrol <u>E</u> léctrico	CE	C8-CON1-CE
					Elementos <u>E</u> státicos	EE	C8-CON1-EE
		Evaporador	EVA1	Cámara <u>I</u> ntercambio <u>C</u> alor	IC	C8-EVA1-IC	
					Sistema de <u>V</u> entilación	SV	C8-EVA1-SV
					Sistema <u>C</u> ontrol <u>E</u> léctrico	CE	C8-EVA1-CE
					Elementos <u>E</u> státicos	EE	C8-EVA1-EE
Sistema de <u>D</u> eshielo	SD				C8-EVA1-SD		

Fuente: Elaboración Propia. Microsoft Word (2010).

Si bien, los elementos de cada uno de los sistemas no son tomados en cuenta para la codificación mostrada anteriormente, en la Tabla 3.7 se realiza un listado de estos con el fin de tener la información pertinente considerando que la empresa no cuenta con catálogos de fabricantes, manuales o similares que presten dicha información.

Tabla 3.7. Elementos que conforman los sistemas de los equipos seleccionados.

Equipo	Sistema	Elemento
Compresor	Sistema de Compresión	Pistones
		Cilindros
		Plato de válvulas
		Válvula de aspiración
		Válvula de descarga
	Sistema Eléctrico	Motor
	Sistema Mecánico	Cigüeñal
		Filtro de aspiración
		Biela
		Válvula Solenoide
		Ventilador de cabeza
		Filtro Secador
		Válvula de aceite
		Eje de excéntrica
		Eje de cigüeñal
		Separador de aceite
		Culata
	Elementos Estáticos	Bloque
	Instrumentación	Presostato de aceite
		Presostato de alta presión
		Presostato de baja presión
		Mirilla
		Visor de aceite
		Termostato
	Sistema de control eléctrico	Contactores
		Timer On-Delay
		Protección contra inversión de fase
		Disyuntores
		Guarda motor
		Fusibles
	Sistema de Lubricación	Filtro de aceite
		Bomba de aceite
		Resistencia del cárter

		Cárter
		Radiador del cárter
Condensador	Cámara Intercambio Calor	Serpentines
		Tanque recibidor
	Sistema de Ventilación	Ventiladores
		Motores
		Ejes
	Sistema Control Eléctrico	Contactores
		Protecciones térmicas
		Relés
		Disyuntores
	Elementos Estáticos	Estructura
Evaporador	Cámara Intercambio Calor	Serpentines
		Válvula Expansión Termostática
	Sistema de Ventilación	Ventiladores
		Motores
		Ejes
	Sistema de Control Eléctrico	Timer electromecánico
		Protección térmica
		Disyuntores
		Condensador de arranque
	Elementos estáticos	Estructura
	Sistema de Deshielo	Resistencia de deshielo
		Bandeja de drenado
		Resistencia tubería de drenado

Fuente: Elaboración Propia. Microsoft Word (2010).

3.2.4. Planes de Mantenimiento Preventivo.

Una vez que se ha realizado el análisis de criticidad y la selección del modelo de mantenimiento que se debe aplicar en cada uno de los equipos, se procede con la elaboración de los planes de mantenimiento preventivo para los equipos catalogados como críticos de acuerdo con el análisis realizado. En el caso específico, se realiza los planes preventivos para los equipos que forman parte de la cámara de refrigeración 8.

Inicialmente se evaluó la opción de realizar un análisis RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad) para estos equipos, sin embargo, esta se descartó por las siguientes razones:

- No existen registros de las fallas que se han presentado en los equipos y las maneras en las que estas han sido reparadas. Esta es información importante para la determinación de las causas de las averías en el momento de realizar un análisis como el mencionado.
- El personal encargado de mantenimiento y producción es reducido y su conocimiento acerca de las condiciones de funcionamiento de los equipos es escaso, pues son equipos nuevos para ellos. Además, el tiempo requerido para la realización de un RCM con es acorde con la jornada de trabajo de estos y el tiempo que puedan dedicar a dichas labores. Los recursos requeridos son bastantes, por lo que actualmente no es una buena opción a utilizar.
- Los equipos son muy antiguos y no se cuenta con los manuales del fabricante, por lo que no se tiene un panorama claro acerca de las capacidades y estado funcional iniciales de los equipos.

Para la elaboración de los planes de mantenimiento, García (2003) recomienda apoyarse en el manual del equipo, sin embargo, se mencionó anteriormente que no se cuenta con este material. Por lo tanto, los planes de mantenimiento que se proponen se basan en programas de mantenimiento de equipos similares tomando como principal referencia trabajos universitarios relacionados con el mantenimiento de este tipo de equipos, así como la experiencia del personal encargado del mantenimiento de estos en la empresa, y actividades de mantenimiento genéricas propuestas por García (2003) referentes a sistemas de seguridad, sistemas mecánicos, sistemas eléctricos, entre otros.

En lo que a la organización del mantenimiento preventivo se refiere, es necesario disponer de las herramientas y los materiales adecuados para el trabajo que se debe realizar, hacer un uso responsable de estos y el aprovisionamiento

ordenado de los mismos, ya que de ello depende la obtención de resultados óptimos y eficientes en las operaciones de mantenimiento.

Además, es importante recalcar que se trata de un plan de mantenimiento inicial, es decir, este debe optimizarse sobre la puesta en marcha del mismo con el fin de mantener un proceso de retroalimentación que permita obtener mejores resultados. Debe verificarse que este realmente se esté llevando a cabo y con ello, iniciar el proceso de retroalimentación y mejora del plan de mantenimiento planteado inicialmente.

Es importante mencionar que los equipos de refrigeración con los que operaba inicialmente la cooperativa, su uso ha sido de aproximadamente cinco años y el mantenimiento al que se han sometido ha sido de carácter correctivo, mientras que las cámaras adquiridas recientemente por la empresa, son equipos que ya han sobrepasado su vida útil y las labores de mantenimiento preventivo que se les ha realizado han sido básicas, pues la mayor parte del mantenimiento se da mediante la atención de averías o fallos. Cabe recordar que un buen mantenimiento cuesta menos que la reparación de una avería. Es decir, el mantenimiento preventivo se presenta como una opción para abaratar el mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo presenta ventajas, como las que se enlistan a continuación:

- Se disminuye la frecuencia de las paradas, ya que se aprovechan estas para realizar varias actividades al mismo tiempo.
- Las reparaciones se realizan en el momento oportuno tanto para el sector productivo como para el Departamento de Mantenimiento.
- Permite preparar y aprovisionar las piezas de recambio requeridos, herramientas, materiales y similares.
- Es posible distribuir el trabajo de mantenimiento, optimizando el recurso humano disponible y evitando picos de trabajo.

Ahora, se presentan las actividades de mantenimiento planteadas para los equipos seleccionados anteriormente. Es importante mencionar que los tiempos de

duración que se presentan en las siguientes tablas, son estimaciones realizadas de acuerdo con la experiencia del técnico encargado del mantenimiento de los equipos y en algunos casos, se optó por ejecutar ciertas actividades con mayor frecuencia debido al estado de los equipos en los que estas se realizarán. Sin embargo, dichos tiempos quedan sujetos a cambios, ya que con la información recolectada mediante las órdenes de trabajo de mantenimiento programado se deben realizar los ajustes necesarios a los planes de mantenimiento propuestos.

Es importante considerar, que una vez que los planes de mantenimiento preventivo han sido puestos en marcha, se recomienda consultar los métodos para la estimación de los tiempos estándar de mantenimiento, mediante la toma de muestras de los tiempos de ejecución de los trabajos realizados, de acuerdo con lo indicado en el libro “Sistemas de mantenimiento: planeación y control.” (Duffuaa, Raouf & Dixon Campbell, 2000) y con ellos mejorar los planes de acuerdo con la situación real que se presenta.

En las siguientes tablas, la periodicidad se muestra de manera abreviada, por lo que se aclara el significado de cada una de ellas, de esta manera:

- D: Diario
- S: Semanal
- 1M: Mensual
- 2M: Bimensual
- 3M: Trimestral
- 6M: Semestral
- A: Anual
- 2A: Bianual

3.2.4.1. Actividades de Mantenimiento Preventivo para el compresor

Tabla 3.8. Actividades de mantenimiento preventivo para el compresor.

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
Máquina: Compresor					
Actividad de Mantenimiento Preventivo		Periodicidad	Frecuencia	Personal	Duración (min)
Sistema de Compresión					
1	Revisar y limpiar las válvulas de lengüeta. Comprobar que no existan fugas.	A	1	TE	180
2	Inspeccionar el nivel de desgaste de los cilindros y los pistones, y tomar acciones de acuerdo con lo encontrado. Verificar que la parte superior del pistón no esté siendo sujeto de golpes de líquido. Revisar las holguras entre el eje y la biela y entre la biela y el raspín.	A	1	TE	
3	Verificar que los aros de compresión no estén desgastados y en caso contrario realizar la corrección.	A	1	TE	
4	Revisar los empaques y cambiarlos de ser necesario.	A	1	TE	
Sistema Eléctrico					
5	Comprobar el aislamiento de los devanados del motor.	6M	2	TE	20
6	Verificar que el voltaje de alimentación sea el adecuado.	S	52	TE	5
7	Verificar que la corriente consumida por el motor del compresor sea de 78 A.	S	52	TE	5
8	Revisar que el proceso de arranque de los motores se esté dando de manera correcta.	1M	12	TE	15
9	Inspeccionar visualmente que el entrehierro de los motores sea uniforme.	A	1	TE	30
10	Tomar la temperatura de funcionamiento del motor y tomar las acciones pertinentes.	1M	12	TE	5
11	Limpia las bornas del motor. Utilizar limpia contactos.	3M	4	TE	15
Sistema Mecánico					

12	Verificar que el nivel de aceite sea el correcto según lo indicado en el visor de aceite. Vaciar o realizar la recarga debida.	S	52	TE	5
13	Revisar que la línea de succión no se encuentre cubierta de escarcha.	S	52	TE	10
14	Limpieza del presostato de aceite. Lubricar utilizando un lubricante en spray.	1M	12	TE	40
15	Verificar que no haya formación de rocío o escarcha en la superficie del filtro secador.	S	52	TE	15
16	Verificar que la temperatura antes y después del filtro secante no varía.	S	52	TE	10
17	Verificar que el nivel de líquido sea el correcto de acuerdo con lo indicado en el visor de líquido: rellenar o vaciar hasta que el sistema cuente con 75 libras.	1M	12	TE	15
18	Revisar el visor para detectar la presencia de humedad, partículas de suciedad o si se observa únicamente vapor de refrigerante o una mezcla de burbujas de líquido y vapor.	1M	12	TE	10
19	Revisar que la válvula solenoide no esté más fría o a la misma temperatura que la tubería delante de esta.	1M	12	TE	10
20	Revisar que el compresor no emita un golpeteo al arranque o bien, durante su funcionamiento.	S	52	TE	10
21	Inspeccionar que las válvulas y tuberías se encuentren en buen estado.	3M	4	TE	20
22	Verificar el correcto funcionamiento del ventilador de cabeza del compresor y que la entrada de aire a este no se encuentre obstruida.	2M	6	TE	10
23	Cambio de filtro deshidratador.	A	1	TE	20
Sistema de Sujeción					
24	Verificar anclajes y sujeciones y ajustarlos para evitar vibraciones.	3M	4	TE	20
25	Limpiar la superficie del compresor.	1M	12	TE	60
Sistema de control de gases					
26	Verificar que los presostatos de alta y baja se encuentren en 360 psi y 15 psi, respectivamente.	1M	12	TE	10

Sistema de control eléctrico					
27	Revisar y resocar las conexiones eléctricas.	3M	4	TE	30
28	Comprobar el correcto funcionamiento de los contactores y el desgaste de los puntos de contacto, y de la misma manera con los demás dispositivos de control. Realizar las correcciones necesarias en caso de encontrar algún problema.	3M	4	TE	45
29	Verificar que los equipos estén conectados a tierra correctamente.	3M	4	TE	20
30	Verificar que no exista desbalance en el voltaje y la corriente que alimentan al motor.	1M	12	TE	10
31	Revisar el estado de los fusibles y de ser necesario realizar los reemplazos necesarios.	3M	4	TE	15
32	Revisar que el guardamotor funcione correctamente. Realizar las reparaciones pertinentes o el reemplazo del dispositivo.	3M	4	TE	15
33	Limpieza del protector contra inversión de fase. Revisar que no haya presencia de humedad.	A	1	TE	30
34	Comprobar el correcto funcionamiento del timer On-Delay	3M	4	TE	15
35	Realizar el disparo de los disyuntores eléctricamente.	6M	2	TE	15
Sistema de Lubricación					
36	Cambiar el aceite del cárter. Utilizar aceite 3GS Suniso, viscosidad 150 SUS.	2A	0,5	TE	60
37	Cambiar el filtro de aceite.	A	1	TE	45
38	Verifica la presión del aceite, la cual debe tener un valor de 45 psi.	1M	12	TE	10
39	Verificar que no haya formación de espuma en el aceite del cárter.	1M	12	TE	10
40	Verificar que los conductos encargados de permitir una lubricación adecuada de todas las partes, se encuentre limpios y libres de cualquier tipo de contaminación que impida dicho proceso. Pues los filtros bloquean el paso de partículas grandes, pero las pequeñas pueden traspasar y ocasionar problemas.	A	1	TE	30

41	Revisar el aspecto del aceite por medio del visor y tomar las medidas necesarias. El color de este debe ser transparente claro, en caso de observarse blanquecino, es porque ha absorbido refrigerante.	1M	12	TE	10
42	Revisar el correcto funcionamiento de la bomba de aceite	A	1	TE	15
43	Limpia el intercambiador de calor (radiador) del aceite del cárter	2M	6	TE	20

Fuente: Elaboración Propia (Microsoft Excel, 2010).

En lo que se refiere a las tareas relacionadas con el sistema de compresión, es importante considerar que si la presión del sistema durante las revisiones realizadas no han sufrido cambios, es decir, se ha mantenido constante, no es necesario desarmar el compresor para dichas tareas y con ello evitar las consecuencias negativas que el desarme de equipos puede traer consigo.

3.2.4.2. Actividades de Mantenimiento Preventivo para el evaporador.

Tabla 3.9. Actividades de mantenimiento preventivo para el evaporador.

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
Máquina: Evaporador					
Actividad de Mantenimiento Preventivo	Periodicidad	Frecuencia	Personal	Duración (min)	
Sistema de Sujeción					
1	Verificar anclajes y sujeciones y realizar los ajustes.	A	1	TE	15
2	Verificar que no haya formación de hielo en la superficie del evaporador.	D	365	TE	5
Cámara de intercambio de calor					
3	Limpia la superficie del serpentín del evaporador. No utilizar detergentes alcalinos o ácidos.	1M	12	TE	60
4	Verificar que el bulbo de la válvula de expansión se encuentre colocado de manera correcta, haciendo buen contacto con la línea de succión. Revisar que su aislamiento se encuentre en buenas condiciones.	A	1	TE	15

5	Verificar que el acceso de aire al evaporador no se encuentra obstaculizado. En caso contrario, tomar las acciones necesarias	D	365	TE	5
6	Dar un pequeño golpe con un mazo de baquelita a la válvula de expansión termostática para evitar que esta se bloquee.	6M	2	TE	5
7	Revisar que la válvula de expansión se encuentre ajustada a una presión menor a la que se requiere.	3M	4	TE	10
8	Inspeccionar y limpiar la bandeja de drenado y verificar que el drenado se dé de manera correcta.	6M	2	TE	40
9	Limpia el área de contacto entre el bulbo y el tubo.	6M	2	TE	15
10	Revisar que no existan abolladuras en los serpentines.	3M	4	TE	5
11	Verificar el sobrecalentamiento que se está presentando en el sistema y de ser necesario realizar el ajuste necesario.	6M	2	TE	30
12	Revisar que la resistencia de la tubería de la bandeja de drenado funcione correctamente.	3M	4	TE	5
Sistema de ventilación					
13	Verificar el correcto funcionamiento del ventilador del evaporador.	S	52	TE	15
14	Revisar el estado de las aspas, enderezarlas en caso de que se encuentren dobladas y realizar la limpieza pertinente.	3M	4	TE	30
15	Comprobar el aislamiento de los devanados del motor.	6M	2	TE	10
16	Lubricar los rodamientos de los motores.	3M	4	TE	10
17	Revisar las mallas de los ventiladores.	1M	12	TE	5
18	Verificar que los niveles de vibración de los ventiladores no sean excesivos.	1M	12	TE	5
19	Limpia las bornas del motor. Utilizar limpiador de contactos.	3M	4	TE	15
20	Revisar el estado de pintura y oxidación en la hélice y en la carcasa y corregir los problemas encontrados.	6M	2	TE	10
21	Revisar que el proceso de arranque de los motores se esté dando de manera correcta.	1M	12	TE	15

22	Tomar la temperatura de funcionamiento del motor y tomar las acciones pertinentes.	1M	12	TE	5
23	Inspeccionar visualmente que el entrehierro de los motores sea uniforme. Y de lo contrario, buscar la causa y corregir el problema.	A	1	TE	30
Sistema de control eléctrico					
24	Revisar y resocar las conexiones eléctricas.	3M	4	TE	30
25	Comprobar el correcto funcionamiento de los contactores y el desgaste de los puntos de contacto, y de la misma manera con los demás dispositivos de control. Realizar las correcciones necesarias en caso de encontrar algún problema.	3M	4	TE	60
26	Verificar que el voltaje de alimentación sea el adecuado.	S	52	TE	10
27	Verificar que la corriente consumida por los motores de los ventiladores sea de 5,8 A.	S	52	TE	10
28	Verificar que los equipos estén conectados a tierra correctamente.	3M	4	TE	20
29	Verificar que no exista desbalance en el voltaje y la corriente que alimentan al motor.	1M	12	TE	10
30	Limpieza de las protecciones térmicas y eliminar la presencia de humedad en el dispositivo.	6M	2	TE	30
31	Revisión de condensador de arranque de los motores del abanico del evaporador y en caso de ser necesario reemplazarlo.	3M	4	TE	5
32	Realizar el disparo de los disyuntores.	6M	2	TE	15
Sistema de deshielo					
34	Verificar que el proceso de desescarche se lleve a cabo de manera correcta. Verificar que no se presente escarcha en las aletas del evaporador y en caso contrario, realizar la limpieza pertinente.	D	365	TE	15
35	Ajustar la cantidad de ciclos de descongelamiento y duración de los mismos de acuerdo con las condiciones que se presenten.	D	365	TE	5
36	Lubricar el timer electromecánico.	2M	6	TE	15
37	Limpieza del timer electromecánico.	1M	12	TE	45

Fuente: Elaboración Propia (Microsoft Excel, 2010).

3.2.4.3. Actividades de Mantenimiento Preventivo para el condensador

Tabla 3.10. Actividades de mantenimiento preventivo para el condensador.

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
Máquinas: Condensador					
Actividad de Mantenimiento Preventivo		Periodicidad	Frecuencia	Personal	Duración (min)
Sistema de Sujeción					
1	Verificar anclajes y sujeciones y realizar los ajustes necesarios.	A	1	TE	15
2	Limpiar el condensador, con aire comprimido (75 psi), con agua a presión (60 psi), o con ayuda (aluminol) o no de químicos.	1M	12	TE	60
Cámara de intercambio de calor					
3	Verificar que el acceso de aire al condensador no se encuentra obstaculizado. En caso contrario, tomar las medidas necesarias.	S	52	TE	5
4	Revisar que no existan abolladuras en los serpentines.	1M	12	TE	5
Sistema de ventilación					
5	Verificar el correcto funcionamiento del ventilador del condensador.	D	365	TE	5
6	Revisar el estado de las aspas, enderezarlas en caso de que se encuentren dobladas y realizar la limpieza pertinente.	3M	4	TE	30
7	Comprobar el aislamiento de los devanados del motor.	6M	2	TE	10
8	Lubricar rodamientos del ventilador.	3M	4	TE	10
9	Revisar las mallas protectoras de los ventiladores.	1M	12	TE	5
10	Verificar que los niveles de vibración de los ventiladores no sean excesivos.	1M	12	TE	5
11	Revisar el nivel de ruido y sobrecalentamiento de los rodamientos de los motores.	6M	2	TE	15
12	Limpiar las borneras del motor. Utilizar limpiador de contactos.	3M	4	TE	15
13	Revisar el estado de pintura y oxidación en la hélice y en la carcasa y corregir los problemas encontrados. Utilizar pintura anticorrosiva para el proceso de pintado.	6M	2	TE	20

14	Revisar que el proceso de arranque de los motores se esté dando de manera correcta.	1M	12	TE	15
15	Tomar la temperatura de funcionamiento del motor y tomar las acciones pertinentes.	1M	12	TE	5
16	Inspeccionar visualmente que el entrehierro de los motores sea uniforme. Y de lo contrario, buscar la causa y corregir el problema.	A	1	TE	30
Sistema de control eléctrico					
17	Revisar y resocar las conexiones eléctricas.	3M	4	TE	30
18	Comprobar el correcto funcionamiento de los contactores y el desgaste de los puntos de contacto, y de la misma manera con los demás dispositivos de control. Realizar las correcciones necesarias en caso de encontrar algún problema.	3M	4	TE	60
19	Verificar que el voltaje de alimentación sea el adecuado.	S	52	TE	10
20	Verificar que la corriente consumida por el motor del ventilador principal sea de 6 A.	S	52	TE	10
21	Verificar que la corriente consumida por el motor del ventilador auxiliar sea de 5,5 A.	S	52	TE	10
22	Verificar que los equipos estén conectados a tierra correctamente.	3M	4	TE	20
23	Verificar que no exista desbalance en el voltaje y la corriente que alimentan al motor.	1M	12	TE	10
24	Revisar el estado de los relés y de ser necesario realizar los reemplazos.	3M	4	TE	15
25	Limpieza de las protecciones térmicas y eliminar la presencia de humedad en el dispositivo.	6M	2	TE	30
26	Realizar el disparo eléctrico de los disyuntores del ventilador.	6M	2	TE	15

Fuente: Elaboración Propia (Microsoft Excel, 2010)

3.2.4.4. Otras Actividades de Mantenimiento Preventivo para las cámaras de refrigeración

Tabla 3.11. Otras actividades de mantenimiento preventivo para cámaras de refrigeración.

DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO					
Máquina: Elementos complementarios					
Actividad de Mantenimiento Preventivo		Periodicidad	Frecuencia	Personal	Duración (min)
1	Revisar que no existan fugas de refrigerante, en caso contrario, realizar las reparaciones pertinentes, así como la recarga del mismo.	2M	6	TE	60
2	Revisión y limpieza de cortinas plásticas de las puertas. Cambiarlas de ser necesario.	1M	12	TE	40
3	Revisar que no se presente mal olor en la cámara, eso indica que la humedad del aire es muy elevada debido a una carga muy baja en la misma.	D	365	TE	-
4	Limpieza general de las cámaras.	2S	26	TE	30
5	Realizar una limpieza profunda de las cámaras.	A	1	TE	360
6	Verificar el aislamiento de las tuberías de toda la instalación de refrigeración. Revisar el estado de la soportería de la tubería y de ser necesario realizar las reparaciones pertinentes.	6M	2	TE	45
7	Revisar el estado de las mangueras flexibles de presión. Si es necesario realizar su reemplazo.	3M	4	TE	60
8	Revisar que la tubería biex se encuentre en buen estado, sin oxidación y conectadas correctamente.	A	1	TE	10
9	Verificar el funcionamiento de los controles de seguridad.	3M	4	TE	15
10	Revisar que las palancas de cierre y apertura de puertas funcionen correctamente.	D	365	TE	-
11	Revisar que el separador de aceite no tenga corrosión y de ser necesario pintarlo. De igual manera con el tanque recibidor.	6M	2	TE	20
12	Verificar que las lámparas de la cámara cuenten con el protector de estas.	D	365	TE	-
13	Verificar el estado del acumulador de succión. Revisar su aislamiento térmico, que no presente corrosión y su estado general.	6M	2	TE	45

Fuente: Elaboración Propia (Microsoft Excel, 2010).

3.2.5. Planes de Mantenimiento Autónomo

Además de los planes de mantenimiento preventivo, se proponen planes de mantenimiento autónomo para dos equipos que actualmente presentan la posibilidad de ser sujetos de este tipo de mantenimiento. Estos dos equipos son una conservadora horizontal (congelador) y una selladora manual.

El mantenimiento autónomo consiste en aprovechar la experiencia y conocimiento de los encargados que trabajan con los diferentes equipos para que ellos se encarguen de realizar labores sencillas de mantenimiento pero de gran beneficio para el equipo, ya que ellos llegan a desarrollar la capacidad para detectar oportunamente fallas potenciales, sin embargo, esto no quiere decir que el operario deba desempeñar la función de un técnico, pero sí que el encargado del equipo deje atrás el pensamiento de que él únicamente se encarga de la operación del mismo. De esta manera, se logra alargar la vida útil de los equipos, incluyendo las siguientes actividades:

- Verificar que la operación del equipo se dé de manera normal, incluyendo su preparación y ajuste.
- Inspecciones de rutina, en las cuales se abarca la detección de defectos latentes, lubricación y reparaciones menores.
- Inspecciones periódicas.
- Actividades de mantenimiento preventivo.

Según Carvajal (2014), uno de los beneficios importantes del mantenimiento autónomo, es que este permite crear “conciencia y compromiso a la hora de medir el trabajo de mantenimiento.” Además, este mismo autor indica la importancia de hacer del conocimiento del personal la significación del desempeño correcto de su labor para el todo.

Se establecen a continuación actividades de mantenimiento autónomo, sin embargo estas son muy básicas, por lo que conforme el Departamento de Mantenimiento fortalezca su funcionamiento, es importante realizar capacitaciones de personal y hacer uso de herramientas como el control visual para generar en los

encargados de los diferentes equipos el conocimiento e interés para desempeñar actividades de mayor complejidad en las máquinas que estos operan. De esta manera, los planes que se proponen a continuación sean mejorados, así como extender la estrategia de mantenimiento autónomo a los demás equipos instalados en la empresa.

En el caso de los dos equipos, las labores serán asignadas al personal encargado de empaque en la sucursal de El Tejar.

3.2.5.1. Conservadora horizontal

Las labores de mantenimiento autónomo que se proponen para estos equipos se muestran a continuación. Este equipo es de vital importancia ya que es el que permite la exposición del producto al cliente, por lo que además de su función de conservar el producto, cumple una función de presentación ante el cliente por lo que las labores de limpieza son de especial importancia.

1. Limpiar diariamente el exterior del equipo con un trapo húmedo con agua para retirar el polvo y suciedad que este presenta y luego pasar un trapo seco. Repetir la limpieza hasta que en el trapo no queden partículas de polvo o suciedad. Además, se debe limpiar y secar las puertas corredizas de vidrio del equipo utilizando un trapo seco y de ser necesario lavarlas con agua y jabón y secarlas con un trapo seco. Es importante que la limpieza se realice con inspección, de manera que durante esta actividad sea posible detectar la variación de parámetros que puedan eventualmente provocar una falla.
2. Verificar que ambas puertas corredizas de vidrio se encuentren colocadas en el congelador y que estas estén cerradas después de cada movimiento de producto o limpieza del equipo.
3. Mensualmente, revisar que los empaques de las puertas corredizas de vidrio estén en buen estado para que la cierre de estas se dé de manera correcta.
4. Diariamente, revisar que las ranuras ubicadas en la parte inferior de las caras frontal y laterales del equipo, como las mostradas en la figura no se

encuentren obstruidas por algún objeto, que impida un adecuado flujo de aire.

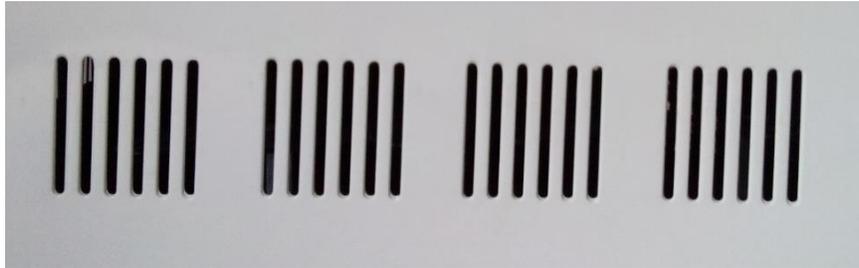


Figura 3.9. Panel del control de la conservadora horizontal.

5. Revisar diariamente que el controlador de temperatura en el panel del control (ubicado en la parte frontal del equipo, en la esquina inferior derecha) esté en 6 tal y como se muestra en la siguiente figura:



Figura 3.10. Panel del control de la conservadora horizontal.

6. Revisar diariamente que el congelador se encuentre al menos a 10 cm de distancia de las paredes y objetos que lo rodean.
7. Revisar semanalmente el espesor de escarcha dentro de la conservadora y en caso de que este sea de 5 mm o más, se debe subir el controlador de temperatura a 7 durante 6 horas para que el producto dentro del conservador baje aún más su temperatura. Transcurridas las 6 horas apagar y desenchufar el equipo, sacar el producto y dejar que se remueva la escarcha. Una vez que se ha removido la escarcha, limpiar con un trapo seco, enchufar el equipo, ajustar el controlador de temperatura, esperar 10 minutos para que la temperatura en el interior sea la adecuada e introducir nuevamente el producto.

8. Revisar semanalmente que el cable de conexión se encuentre en buen estado, es decir, que esté limpio, sin cortes y que el material aislante que lo recubre no esté degradado. De ser necesario, limpiarlo con un trapo seco o bien, comunicar el daño encontrado para su reparación.
9. Revisar que las luces del panel de control se encuentren funcionando. En el caso en que la luz roja no esté encendida, verificar que el congelador se encuentre enchufado y si aun así la luz no enciende, comunicar la avería encontrada para gestionar su reparación. La luz verde estará encendida mientras el compresor se encuentre trabajando, de lo contrario, se mantendrá apagada.
10. Revisar que no presente ruido excesivo producto de la vibración. Si es el caso, revisar que no se deba a que la superficie en la que se encuentra no es completamente plana y si el problema persiste comunicarlo para su reparación.

3.2.5.2. Termoselladora Manual

Esta es la herramienta que se utiliza para sellar las bolsas en las que se empaca la mora. Esta es una termoselladora manual de mesa, que cuenta con un temporizador electrónico para ajustar el rango de tiempo de sellado, una señal luminosa para indicar cuando el tiempo de sellado ha concluido. En esta, la limpieza es un aspecto importante para permitir una adecuada transferencia de calor y por lo tanto, el sellado adecuado de las bolsas. Las tareas de mantenimiento autónomo se muestran a continuación.

1. Antes de utilizar la termoselladora manual, revisar que el cable de conexión eléctrica no presente cortes y que el material aislante que lo recubre no esté degradado. En caso contrario, comunicar el daño encontrado para su reparación y utilizar otro equipo.
2. Después de finalizar la utilización del equipo y una vez que este se encuentre frío, limpiar con un trapo seco antes de guardarlo, considerando la zona de sellado para eliminar cualquier residuo del proceso de empaque.

3. Inspeccionar que el sellado de las bolsas se esté dando correctamente. En caso contrario ajustar el controlador de temperatura y si aun así el problema continúa, cambiar la resistencia de la termoselladora.

Para cambiar la resistencia se debe seguir el procedimiento que se describe a continuación:

1. Con la termo-selladora manual desenchufada y fría, quitar los tornillos mostrados en la siguiente figura.



Figura 3.11. Tornillos a quitar en la termo-selladora manual.

2. Una vez retirados los tornillos, se debe quitar el cobertor de la resistencia.
3. Con la ayuda de un desatornillador, quitar el tornillo que sujeta la resistencia por uno de sus extremos, mostrado en la siguiente figura. Una vez quitado este tornillo, la resistencia puede ser retirada.



Figura 3.12. Tornillos que sujeta la resistencia.

4. Se procede a colocar la resistencia nueva, se ajusta y se coloca nuevamente el tornillo que la sujeta en su extremo.

5. Se coloca el cobertor de la resistencia y se atornillan nuevamente las placas que sujetan dicho cobertor.
6. Se prueba el funcionamiento correcto de la termoselladora manual.
7. Se guardan las herramientas utilizadas para el cambio de la resistencia y se desechan las piezas cambiadas.

3.2.6. Organización del Mantenimiento

3.2.6.1. Estructura Organizacional

De acuerdo con diferentes autores, se considera que la estructura organizacional es de gran importancia, ya que de ella depende que el Departamento de Mantenimiento alcance los objetivos y metas preestablecidas, es decir, su misión y visión. Para ello, se requiere conocer algunas características que influyen en el tipo de estructura que se establece, las cuales se describen a continuación.

APACOOOP R.L., es una cooperativa cuyo personal está constituido por 32 empleados, pero este número puede aumentar dependiendo de la época del año y la demanda de producto que se presente en cada una de ellas. La empresa cuenta con el organigrama que rige los diferentes departamentos que la constituyen, sin embargo no existe en ella un Departamento de Mantenimiento. Actualmente, como se ha explicado en apartados anteriores, la cooperativa cuenta con cuatro sucursales operativas. Es importante mencionar que la cooperativa labora un turno diario comprendido entre las 6:00 am y las 5:00 pm.

Las estructuras organizacionales, según Mora (2009), pueden ser centralizada, descentralizada y mixta. El mantenimiento centralizado, se recomienda para empresas medianas y pequeñas, ya que permite un mejor control, donde el área de mantenimiento se encuentra en el mismo nivel jerárquico de la operación y que aplica en los casos de empresas que poseen una o pocas instalaciones físicas de operación. En el mantenimiento descentralizado, cada unidad de negocios de la empresa cuenta con su propio organismo de planeación, ejecución y control del mantenimiento; es típico encontrarlo en organizaciones de gran magnitud. Por último, el mantenimiento mixto, es una estructura organizacional

más compleja y difícil, y es útil en empresas que se encuentran en proceso de expansión y que por lo tanto buscan el mantenimiento descentralizado o bien en un proceso de reducción, por lo que buscan llegar a una estructura organizacional del primer tipo.

Por lo tanto, considerando las características de la empresa y las características de cada una de las estructuras organizacionales, se opta por proponer una estructura organizacional en la que el Departamento de Mantenimiento se presente de manera centralizada, tal y como se muestra en la siguiente figura. Y que además, dicho departamento se presente como un departamento independiente del departamento encargado de la parte de producción y comercialización, es decir, deben presentarse en el mismo nivel jerárquico, esto es importante, entre otros aspectos, para evitar que el mantenimiento sea visto dentro de la empresa como generador de gastos, como un componente pasivo.

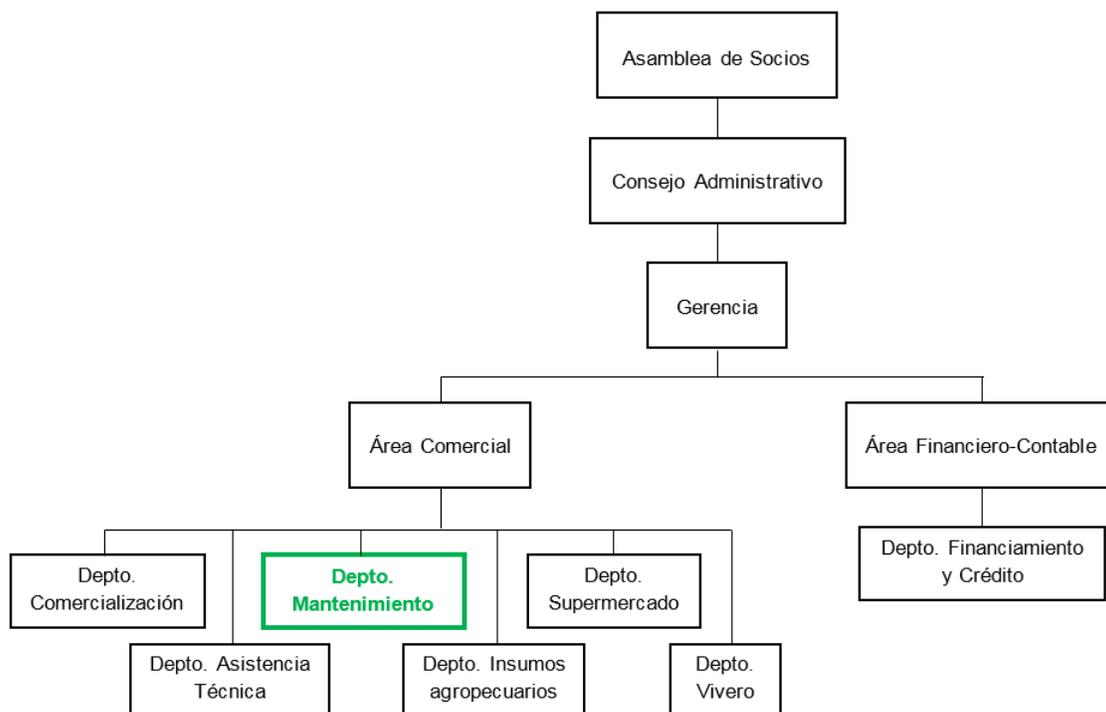


Figura 3.13. Estructura Organizacional propuesta.

Fuente: Elaboración propia. Microsoft Word (2010).

En el caso particular, se establece que la función de mantenimiento se dé de manera centralizada, es decir, se propone que todas las sucursales sean atendidas por un único Departamento de Mantenimiento. Esto se decide de esta manera, ya que no se presentan razones que deriven en la selección de otro tipo de estructura organizacional para APACOOOP R.L. Inicialmente se plantea una serie de posibilidades en cuanto a maneras en las que el Departamento de Mantenimiento puede ser organizado, sin embargo, al analizar las características de la empresa, se presenta la que mejor se ajusta a las necesidades de mantenimiento de esta, pues como es sabido toda empresa busca maximizar su productividad y con el mínimo costo y el componente humano que se encarga del mantenimiento es de gran importancia para lograr dicho objetivo.

Sin embargo, aunque se considera que la estructura organizacional de mantenimiento centralizada es la que mejor se adecua al contexto operativo de la cooperativa, este trae consigo ventajas y desventajas. Entre las principales ventajas, se tiene que permite distribuir de mejor manera la carga de trabajo en el tiempo y el espacio, permite reducir el inventario necesario, facilita la programación de tareas, así como estandarizar y normalizar tareas y su aplicación en los diferentes ámbitos de la empresa. Mientras que las desventajas, es que se reduce la agilidad en la respuesta del servicio, tiende a generar una mayor burocratización en el manejo de documentos y hay una mayor pérdida de tiempo al tratarse de una empresa con sucursales geográficamente dispersas.

3.2.6.2. Personal de Mantenimiento.

Se decide proponer un Departamento de Mantenimiento formado por un Técnico Electromecánico, el cual se encargará del mantenimiento de los equipos con los que cuenta la cooperativa, siendo casi en su totalidad cámaras de refrigeración. Por otro lado, para el procesamiento de la información generada, las recomendaciones de mejora en la gestión del mantenimiento, presentación de informes a la administración general de la cooperativa, colaboración para la mejora de los planes de mantenimiento iniciales, capacitación al personal técnico de manera que este tenga una visión clara de la tendencia de mantenimiento a

implantar y este visualice de mejor manera el porqué de sus funciones y otros similares, se propone la contratación del servicio profesional de un Ingeniero en Mantenimiento Industrial para esta labor, ya que un ingeniero en planta aumentaría considerablemente los costos y por las características actuales de la empresa no se considera necesario.

En lo que se refiere a las cámaras de refrigeración, es importante indicar que de las cinco cámaras que se encuentran ubicadas en la sucursal de El Tejar, al menos tres se encuentran trabajando todo el año, mientras que la que se encuentra en la sucursal de El Abejónal trabaja seis meses, al igual que una de las que se encuentran en la sucursal de Santa Cruz, mientras que la otra ubicada en esta sede trabaja todo el año, así mismo, la que está instalada en la sucursal de El Empalme, tiene más de un año de estar en desuso.

De acuerdo con lo anterior, se propone que el técnico encargado del mantenimiento realice sus funciones tres días por semana en la sucursal de El Tejar, y los otros dos días en las sucursales ubicadas en la Zona de los Santos. En caso de que se presente una emergencia mientras que el técnico se encuentre laborando en la otra zona de función de la cooperativa, este deberá trasladarse para la atención ágil de la situación que se presente. En el caso en el que se presenten dos situaciones con prioridad muy urgente de manera simultánea, se debe valorar si estas se ubican en la misma zona, si el técnico puede atender ambas sin que las afectaciones sean mayores y de lo contrario, se propone la tercerización del servicio para la atención de una de ellas.

En el caso de las actividades de mantenimiento preventivo que deben llevarse a cabo diariamente, estas serán asignadas a personal que labora permanentemente en la sucursal correspondiente, ya que estas son verificaciones sencillas que no requieren un amplio conocimiento técnico para ser ejecutadas.

Es importante aclarar que en lo que se refiere a los costos por salarios del personal de mantenimiento, este es un rubro cubierto por el Departamento de Comercialización, mientras que los costos incurridos directamente por labores de mantenimiento, serán cargados a la sucursal en la que estos fueron requeridos,

como lo son repuestos, materiales y similares. Esto se da de esta manera, pues es la forma en la que la cooperativa ha venido operando a nivel financiero.

En resumen, el Departamento de Mantenimiento, contará con un Técnico Electromecánico, como personal interno de la cooperativa y un Ingeniero en Mantenimiento Industrial, contratado por servicios profesionales.

3.2.6.3. Competencias y funciones del personal de mantenimiento

Una vez determinado el personal requerido para la puesta en marcha del Departamento de Mantenimiento, se procede a realizar algunas recomendaciones en lo que se refiere a las competencias de dicho personal.

Así, en el caso del Técnico Electromecánico, es importante que este cumpla con ciertos requisitos de acuerdo con las funciones que este debe desempeñar. De esta manera, las áreas de conocimiento del personal que vaya a ocupar este cargo deben ser mínimo las siguientes:

- Reparación eléctrica y mecánica de máquinas y equipos, tanto corrección de fallas como cambio de piezas.
- Instalación y desmontaje de máquinas y equipos.
- Instalaciones eléctricas, reparación e inspección y nociones de diseño de este tipo de instalaciones.
- Sistemas de refrigeración, reparación e inspección y bases del diseño de este tipo de sistemas.
- Interpretación de catálogos, manuales y similares proporcionados por los fabricantes de máquinas y equipos.
- Manejo intermedio de equipos de cómputo.
- Mecánica automotriz básica (deseable).

Es importante mencionar que en lo que respecta a actitudes del personal, el encargado de recursos humanos determinará el perfil según sus necesidades. De lo descrito anteriormente, se tiene que las principales funciones que este personal debe cumplir son las siguientes:

- Inspeccionar el estado de los sistemas de refrigeración y realizar las correcciones según sea necesario.
- Realizar la toma de datos e interpretarlos adecuadamente para tomar las medidas en caso de una situación anómala.
- Realizar reparaciones eléctricas y mecánicas de máquinas y equipos.
- Corregir fallas y cambio de piezas en las máquinas y equipos.
- Acatar los procedimientos administrativos de acuerdo con la actividad que deba ejecutar.
- Presentar informes de las fallas atendidas y correcciones realizadas, sus causas y soluciones.
- Realizar la instalación y desmontaje de máquinas y equipos.
- Selección de repuestos, materiales, herramientas y similares necesarios para la atención de fallas y correcciones.
- Inspeccionar el estado de las instalaciones eléctricas y realizar las correcciones necesarias.
- En caso de no tener el conocimiento requerido para atender una determinada situación que se presente, informar al encargado de planta para que este gestione la contratación de personal especializado.
- Mantener sus espacios de trabajo limpios y en orden.
- Cuando se le solicite, presentar informe de actividades realizadas.
- Cumplir medidas de seguridad establecidas por la cooperativa.
- Realizar otras tareas que le sean asignadas, según sus capacidades.

Ahora, en lo que se refiere a la persona encargada de la gestión de las actividades de mantenimiento contratada por servicios profesionales y cuyas funciones se mencionaron anteriormente, se considera necesario que sus áreas de conocimiento sean al menos las siguientes, según Jiménez (2016):

- Herramientas de análisis de fallas. Algunos de ellos pueden ser Análisis de Modos y Efectos de Falla, Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, Análisis de Causa Raíz.

- Ingeniería de Confiabilidad aplicada al mantenimiento. Esta permite de manera teórica hacer comprender a los responsables del mantenimiento, que los modos de fallo presentan diferentes patrones de fallo, según sea su naturaleza y que por lo tanto los tipos de estrategias de mantenimiento no pueden aplicarse de igual manera a todos los modos de fallo y que por medio de un modelado matemático, es posible determinar qué tipo de estrategia de mantenimiento es la técnicamente viable.
- Mantenimiento Basado en Condición. Esta área y su adecuada aplicación trae consigo la mejor relación costo-beneficio y podría ser una técnica, que a pesar del costo que esta representa, conforme se dé la evolución de la gestión del mantenimiento en la empresa, puede ser aplicado.
- Métodos de optimización del mantenimiento. Esto con el fin de mejorar el desempeño y resultados de los recursos invertidos en mantenimiento, involucrando diferentes departamentos de la organización. En este aspecto se considera el mantenimiento centrado en confiabilidad, mantenimiento productivo total, administración y programación del mantenimiento.

3.2.7. Programación del Mantenimiento

Si bien la puesta en marcha del Departamento de Mantenimiento que se propone no se dará en el corto plazo, se presentan en esta sección del documento recomendaciones para la programación de las actividades de mantenimiento preventivo que se establecieron anteriormente.

La programación debe establecerse de manera que pueda existir flexibilidad en la realización de las tareas de mantenimiento, evitando provocar inconvenientes en la producción y además, permitiendo la atención oportuna de los requerimientos de mantenimiento no programados que se pueden presentar. Por lo tanto, se recomienda realizar la programación de manera que actividades que implican el desarme de equipos para su ejecución o limpiezas profundas de equipos y similares, sean programadas para periodos en los que la producción de las frutas que ingresan a la empresa es baja. Es de vital importancia coordinar con el Departamento de

Producción para llevar a cabo el proceso de programación de las actividades de mantenimiento preventivo.

Es importante recalcar que la programación debe ser modificada de acuerdo con las necesidades reales y dinámicas de mantenimiento en el contexto operativo de la empresa y conforme los planes de mantenimiento preventivo se adaptan a las condiciones cambiantes de la empresa.

Sin embargo, no se conoce con certeza la fecha de puesta en marcha del departamento, por lo que no se realiza la propuesta de un programa de mantenimiento, pues las condiciones de producción son cambiantes a lo largo del año y debe ajustarse a esta situación. Aunque sí se recomienda, realizar el programa de mantenimiento preventivo y de manera semanal planificar las actividades respectivas a ejecutar y con ello, gestionar la disponibilidad de repuestos, materiales, herramientas y similares requeridos según las actividades correspondientes a la semana en cuestión.

3.2.8. Documentación de Mantenimiento.

La documentación es de gran importancia para lograr una gestión adecuada del mantenimiento, ya que durante la función del Departamento de Mantenimiento se genera gran cantidad de datos que es necesario recolectar, almacenar y procesar de manera correcta con el fin de que estos sean convertidos en información que sea de utilidad para la empresa y permita ser considerada para la toma de decisiones.

Así, se elaboran los documentos requeridos para llevar a cabo los procesos de mantenimiento correctivo, preventivo y contratación de externos. De la misma manera, se elaboran los procedimientos necesarios para desarrollar dichos procesos. En el caso particular se elabora la menor cantidad de documentos con el fin de recopilar la información realmente necesaria para el departamento considerando que se trata de una puesta en marcha del departamento, además, se busca evitar tener exceso de información, que al final sea de poca utilidad y que dificulte su procesamiento.

De acuerdo con las características de la cooperativa y las recomendaciones dadas por García (2003), se presentan a continuación los documentos diseñados y sus respectivos procedimientos.

3.2.8.1. Orden de Servicios de Mantenimiento (OSM).

Este documento puede ser llenado por cualquier persona de alguna de las sucursales que requiera un servicio de mantenimiento, bien sea relacionado con un equipo, infraestructura o algún otro en el que se considere que el Departamento de Mantenimiento puede colaborar. Este es entregado al Departamento de Mantenimiento, el cual procederá a realizar las acciones que considere pertinentes para atender las necesidades planteadas. En la Figura 3.14 se muestra la propuesta de diseño de este documento.

3.2.8.2. Orden de Trabajo para Mantenimiento Programado (OTMP).

Este documento debe completarse cuando tenga que llevarse a cabo actividades de mantenimiento preventivo u otras actividades programadas. En este deben indicarse los datos básicos para realizar el registro, así como las actividades que se van a realizar, con sus horas tanto de inicio como de finalización, con el fin de conocer la duración de este tipo de mantenimiento. También deben indicarse los materiales, herramientas y similares que se ha determinado previamente como necesarios para la ejecución de dicha actividad. Además, se presenta un espacio para que el ejecutante de las actividades anote las observaciones que considere pertinentes. En la Figura 3.15 se muestra el diseño del documento.

3.2.8.3. Orden de Trabajo para Mantenimiento No Programado (OTMNP).

Este documento va a ser creado por el encargado del Departamento de Mantenimiento después de haber recibido una orden de servicios de mantenimiento y determinado que el departamento es el que debe intervenir en dicha solicitud. Al igual que en el caso anterior, se deben indicar los datos básicos para la realización del registro, así como los síntomas encontrados o anomalías detectadas y que dieron origen a la solicitud, las actividades que deben ejecutarse y la prioridad de

estas. Además, se informa la solución dada al problema planteado, los tiempos requeridos, así como los repuestos y materiales utilizados. Este documento se encuentra estrechamente relacionado con la orden de servicios de mantenimiento.

Es importante que el encargado de generar este documento tenga claro la diferencia entre las prioridades mostradas:

- *Muy urgente*: esta categoría aplica a aquellas actividades que deben ejecutarse porque de lo contrario, los perjuicios ocasionados en la empresa son muy graves, ya sea en términos económicos, de seguridad o de productividad.
- *Urgente*: estas son las que provocan una alteración en el desempeño normal de las operaciones, pero que su consecuencia no es tan grave, por lo que su ejecución puede ser realizada inmediatamente después de que se han atendido todas las órdenes de trabajo catalogadas como muy urgentes.
- *Aplazable*: estas se refieren a aquellas actividades importantes, pero cuyas consecuencias permiten que su ejecución se dé una vez que las órdenes de trabajo muy urgentes y urgentes han sido finalizadas. En la Figura 3.16, se muestra el diseño propuesto para este documento.

3.2.8.4. Control de Costos de Mantenimiento.

Este documento debe ser completado por el encargado de mantenimiento. Como parte del encabezado, se debe indicar la sucursal en la cual se realiza el registro y el mes en el que se está llevando el control de los costos.

Seguidamente, se debe anotar el costo por concepto de mantenimiento que se ha incurrido durante el mes en cuestión y en la sucursal correspondiente en las áreas de equipos de refrigeración, equipos de empaque, equipos de comercialización, así como actividades ejecutadas en el área de servicios generales.

Luego, se debe anotar el monto de los costos de mantenimiento programado y los costos por mantenimiento no programado. En la última parte del documento, se debe distribuir el costo total de mantenimiento en los diferentes conceptos que

ORDEN DE TRABAJO MANTENIMIENTO PROGRAMADO				
				
Sucursal: _____				
Departamento: _____			N° OT: _____	
Equipo: _____			Fecha: _____	
Técnico: _____				
Actividades a ejecutar				
Actividad	Fecha y hora			¿Ejec?
	Inicio	Final	Total	
				<input type="radio"/>
Materiales y repuestos requeridos				
Código	Descripción		Cantidad	
Observaciones: _____				
_____			_____	
Autoriza			Realiza	

Figura 3.15. Orden de Trabajo-Mantenimiento Programado.

Fuente: Elaboración Propia, Microsoft Excel (2010).

 ORDEN DE TRABAJO MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO		
Sucursal: _____	N° OT: _____	
Departamento: _____	Fecha: _____	
Equipo: _____	Prioridad: <input type="radio"/> Muy urgente	
Técnico: _____	<input type="radio"/> Urgente	
Síntomas o causas encontradas: _____	<input type="radio"/> Aplazable	
Actividades a ejecutar: _____		
Estado de la OT: <input type="radio"/> Finalizada <input type="radio"/> Pendiente		
Información del trabajo realizado		
Fecha inicio: _____	Fecha fin: _____	
Hora inicio: _____	Hora fin: _____	
Solución del problema: _____		
Repuestos utilizados		
Código	Descripción	Cantidad
_____ Autoriza		_____ Realiza

Figura 3.16. Orden de Trabajo-Mantenimiento No Programado.
Fuente: Elaboración Propia, Microsoft Excel (2010).



CONTROL MENSUAL DE COSTOS DE MANTENIMIENTO

Sucursal: _____

Mes: _____

Equipo de Refrigeración	C	
Equipo de Empaque	C	
Equipo de Comercialización	C	
Servicios Generales	C	
TOTAL MENSUAL	C	
 Total Mantenimiento Programado	 C	
Total Mantenimiento No Programado	C	

Concepto	Total
Mano de Obra	C
Herramientas	C
Repuestos	C
Materiales	C
Consumibles	C
Soldadura y Afines	C
Químicos	C

Figura 3.17. Control de Costos de Mantenimiento.

Fuente: Elaboración Propia, Microsoft Excel (2010).

		CONTRATACIÓN DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO	
Sucursal:	_____	N° Contrat.:	_____
Departamento:	_____	Fecha:	_____
Equipo:	_____	Satisfactorio:	<input type="radio"/>
Prestador servicio:	_____		
Trabajo a realizar:	_____		
Costo: ₡	Garantía: _____		
_____ Supervisa			

Figura 3.18. Contratación de servicios de mantenimiento.

Fuente: Elaboración Propia, Microsoft Excel (2010).

3.2.9. Diagramas de Procesos de Mantenimiento.

Ahora, se establecen los procedimientos administrativos por seguir para la elaboración de los documentos que se han diseñado, los cuales son mostrados mediante diagramas de flujo.

Según el Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica, en la “Guía para la Elaboración de Diagramas de Flujo”, un diagrama de flujo “es la representación gráfica de flujo de un algoritmo o de una secuencia de acciones rutinarias”. Estos son utilizados con el fin de favorecer la comprensión de procedimiento al mostrarlo como un dibujo, incluso cuando se trate de personas nuevas en el desarrollo de las actividades planteadas. Estos diagramas dan información acerca de quién es el encargado de llevar a cabo cada una de las actividades que se plantean, cuál es la actividad que se debe ejecutar y cómo se debe realizar el proceso.

Para la elaboración de los diagramas de flujo, se utilizará la simbología establecida por el Instituto Nacional de Normalización Estadounidense (ANSI, por sus siglas en inglés), la cual se muestra en la siguiente figura:

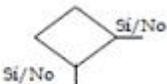
Símbolo	Significado	¿Para que se utiliza?
	Inicio / Fin	Indica el inicio y el final del diagrama de flujo.
	Operación / Actividad	Símbolo de proceso, representa la realización de una operación o actividad relativas a un procedimiento.
	Documento	Representa cualquier tipo de documento que entra, se utilice, se genere o salga del procedimiento.
	Datos	Indica la salida y entrada de datos.
	Almacenamiento / Archivo	Indica el depósito permanente de un documento o información dentro de un archivo.
	Decisión	Indica un punto dentro del flujo en que son posibles varios caminos alternativos.
	Líneas de flujo	Conecta los símbolos señalando el orden en que se deben realizar las distintas operaciones.
	Conector	Conector dentro de página. Representa la continuidad del diagrama dentro de la misma página. Enlaza dos pasos no consecutivos en una misma página.
	Conector de página	Representa la continuidad del diagrama en otra página. Representa una conexión o enlace con otra hoja diferente en la que continua el diagrama de flujo.

Figura 3.19. Simbología para la elaboración de diagramas de flujo.

Fuente: Guía para la Elaboración de Diagramas de Flujo (2009).

A continuación se presenta una propuesta de los procesos administrativos que debe seguir el Departamento de Mantenimiento, mediante diagramas de flujo. Se proponen el proceso a realizar para la atención de necesidades de mantenimiento imprevistas, es decir, labores de mantenimiento no programado y el proceso que se debe seguir para ejecutar las actividades de mantenimiento programado.

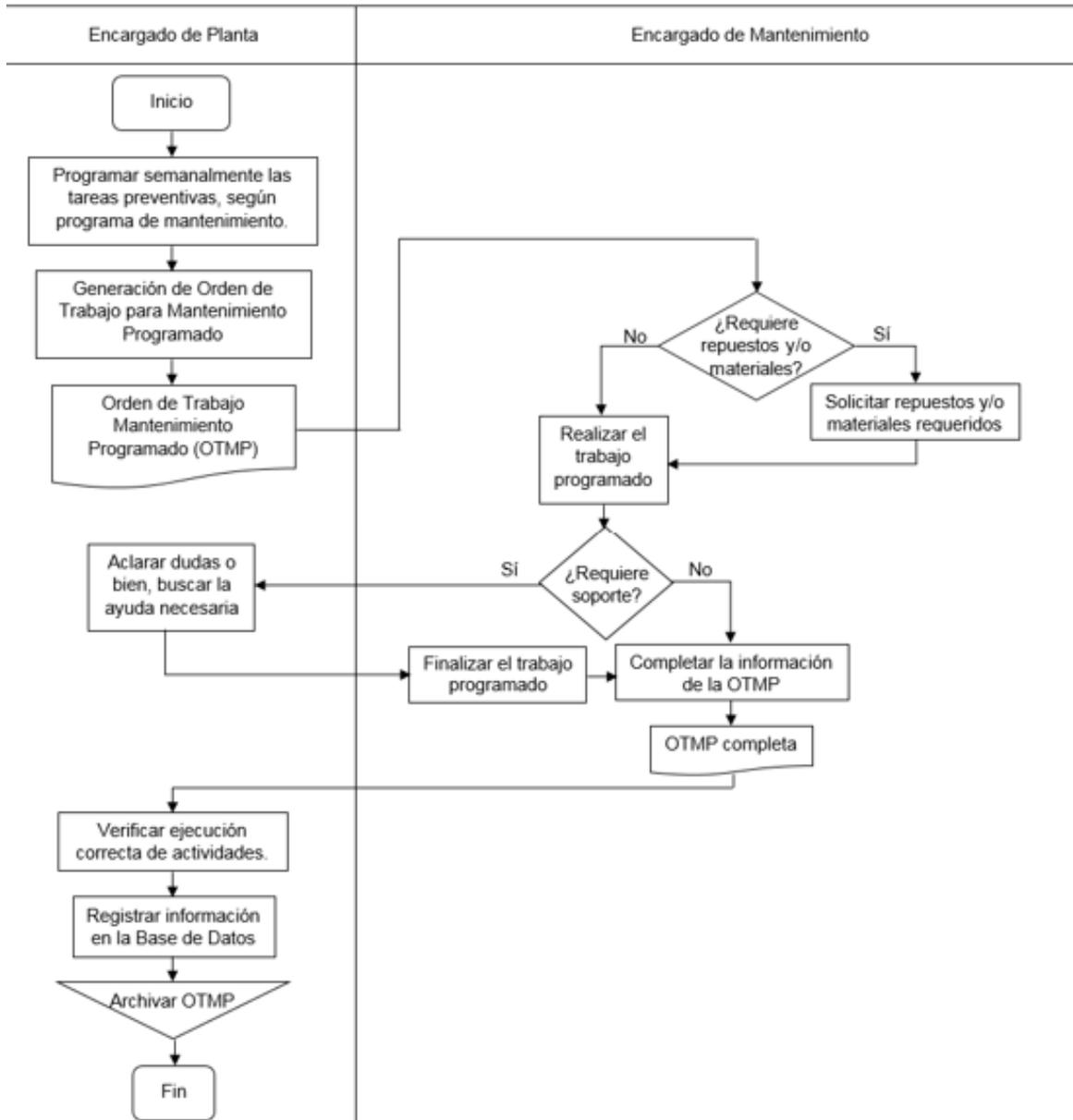


Figura 3.20. Diagrama de Flujo- Orden de Trabajo Mantenimiento Programado.

Fuente: Elaboración Propia, Microsoft Word (2010).

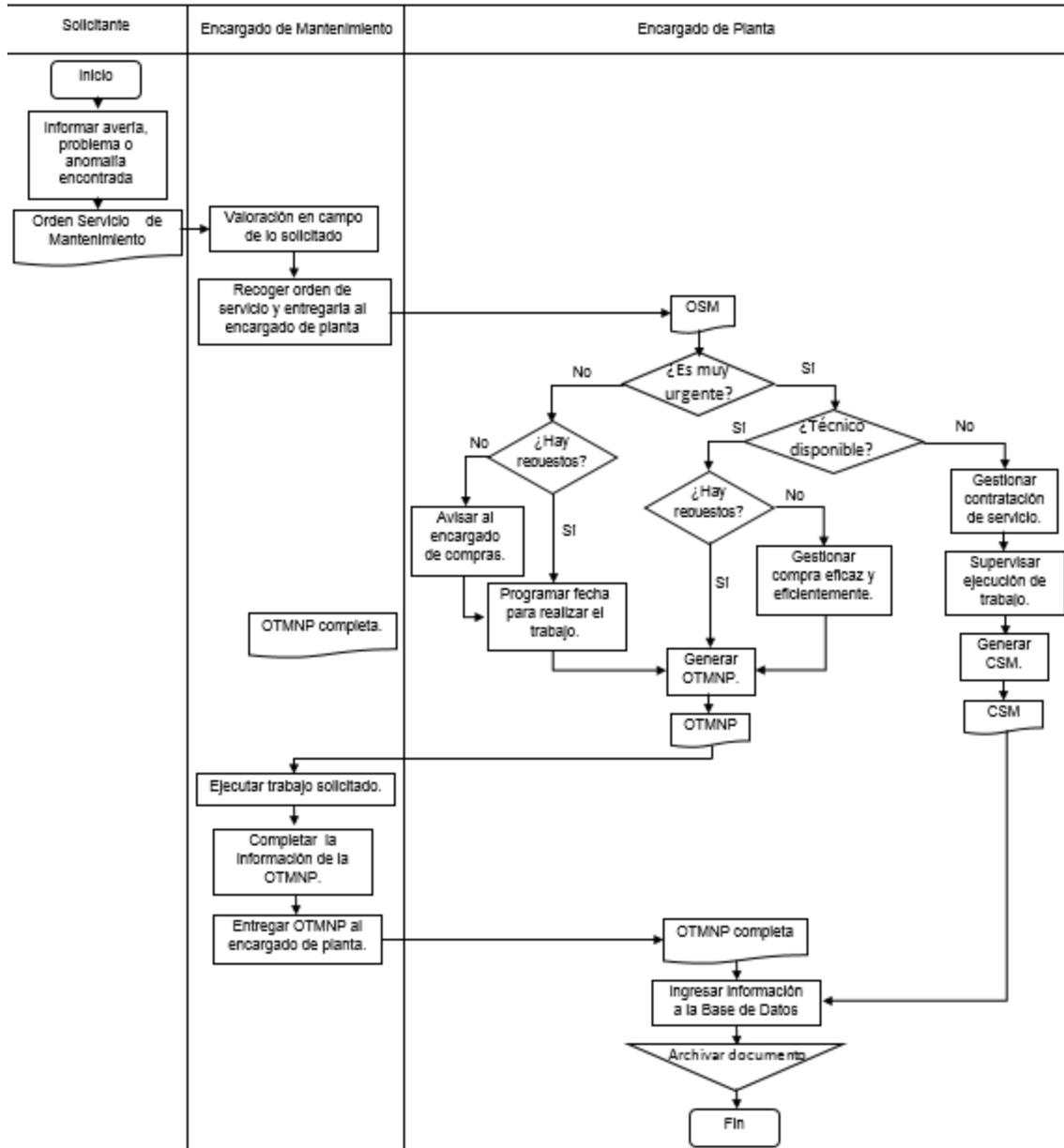


Figura 3.21. Diagrama de Flujo- Orden de Trabajo Mantenimiento No Programado.

Fuente: Elaboración Propia, Microsoft Word (2010).

3.2.10. Bases de Datos relacional.

Si bien se diseñaron los documentos para la recolección de información generada durante la operación del Departamento de Mantenimiento, se propone una base de datos relacional, ya que esta permite almacenar y organizar datos, que

luego pueden ser administrados y realizar con ellos diversas tareas de acuerdo con las necesidades de información específicas.

Para diseñar la base de datos, se utiliza Microsoft Access 2013 el cual se basa en un modelo de bases de datos del tipo relacional que consiste en mostrar los datos en forma de tablas y las respectivas relaciones entre estas. Este modelo de bases de datos es el uso más común.

De acuerdo con el documento “Access 2013. Guía práctica para el usuario”, los componentes de una base de datos son los que se describen a continuación.

- Tablas: estos son los elementos más importantes que integran una base de datos, ya que permiten ingresar información de manera ordenada y sistemática, además de buscarla y editarla posteriormente. Las tablas constituyen el fundamento del trabajo en Microsoft Access.
- Relaciones entre las tablas: esta es la manera en la que se relacionan las tablas y se presentan tres tipos de relaciones, descritas en seguida:
 - Uno a varios: dada la tabla A y la tabla B, la relación uno a varios quiere decir que los datos de un campo en la tabla A pueden tener múltiples registros en el campo de la tabla B.
 - Varios a varios: se tienen las tablas A y B, por lo que los datos de un campo en la tabla A pueden tener varios registros en la tabla B y viceversa.
 - Uno a uno: se presentan las tablas A y B, en este tipo de relación, a cada registro de la tabla A le corresponde un solo registro en la tabla B.

Es importante mencionar la integridad referencial, la cual garantiza la coherencia entre los datos relacionados, así como evitar que los datos relacionados sean eliminados o modificados accidentalmente.

Por otro lado, Microsoft Access presenta herramientas que facilitan el manejo de información, tal y como se describen a continuación.

- Formularios: estos permiten visualizar y presentar los datos almacenados en tablas o consultas de forma atractiva y que además permita obtener el máximo provecho de la base de datos.
- Consultas: estas son una herramienta que ofrece Microsoft Access mediante las cuales se puede seleccionar registros que cumplan una o varias condiciones, con el objetivo de utilizarlos para realizar operaciones como la visualización o la realización de cálculos.
- Informes: a través de los informes, se organiza la información con el objetivo de visualizarla tal como será impresa. Ofrecen la posibilidad de ser personalizados, así como distribuir y modificar los controles y crear etiquetas.
- Macros: estas permiten la automatización de tareas simples, que benefician el trabajo con la base de datos.
- Módulos: estos permiten realizar tareas más complejas mediante el uso de la programación.
- Controles: estos se refieren a los elementos encargados de presentar los datos en los formularios.

3.2.10.1. Requerimientos del sistema.

Antes de iniciar con el proceso de elaboración de la base de datos es de vital importancia determinar qué es lo que esta debe hacer, las funciones que debe desempeñar, de acuerdo con la necesidad de información de la empresa. A continuación se enlistan, de manera general, estas características de la base de datos:

1. Deberá ser fácil de utilizar, ya que los conocimientos de las personas encargadas del uso de esta herramienta en lo que se refiere al uso de equipos de cómputo son básicos.
2. El sistema debe ser capaz de registrar las órdenes de trabajo tanto de mantenimiento programado como no programado, con los datos respectivos de cada una de ellas, incluyendo la lista de repuestos y materiales utilizados.

3. Deberá permitir el registro de los servicios contratados para la realización de actividades de mantenimiento, con los datos correspondientes para su adecuada gestión.
4. En lo referente a los artículos de almacén, deberá permitir realizar el registro de entradas, salidas y devoluciones de estos, con el correspondiente efecto sobre la cantidad en stock según sea el caso y sobre el artículo específico involucrado.
5. Deberá permitir el registro de proveedores tanto de servicios como de artículos para la correspondiente relación en los registros de servicios contratados y entradas de artículos respectivamente.
6. El registro de entradas, salidas, devoluciones y órdenes de trabajo se podrá realizar en grupos de artículos con el fin de facilitar su utilización.
7. Los registros deben permitir su consulta de acuerdo con diferentes parámetros, en las diferentes áreas de la base de datos.
8. Debe permitir la generación de informes con la información más relevante y de habitual consulta según las necesidades del departamento.

En la Figura 3.22 se muestra el modelo relacional de la base de datos diseñada para el control de registro de actividades de mantenimiento y almacén de artículos relacionado.

3.2.10.2. Características del sistema.

El diseño de la base de datos se realizó de manera tal que el usuario, durante la utilización de la herramienta, tenga una interfaz amigable para el ingreso y manipulación de datos. Por lo tanto, la interfaz se diseña mediante los controles en los diferentes formularios que permiten la navegación a través de las funciones específicas que la base de datos desempeña.

En el caso particular y por la manera en la que administrativamente trabaja la cooperativa, se tendrá una base de datos en las diferentes sucursales, desde allí se realizarán los registros correspondientes a cada uno de ellas. Por lo que será necesario que uno de los equipos de cómputo en las diferentes sucursales tenga instalado Microsoft Access 2013.

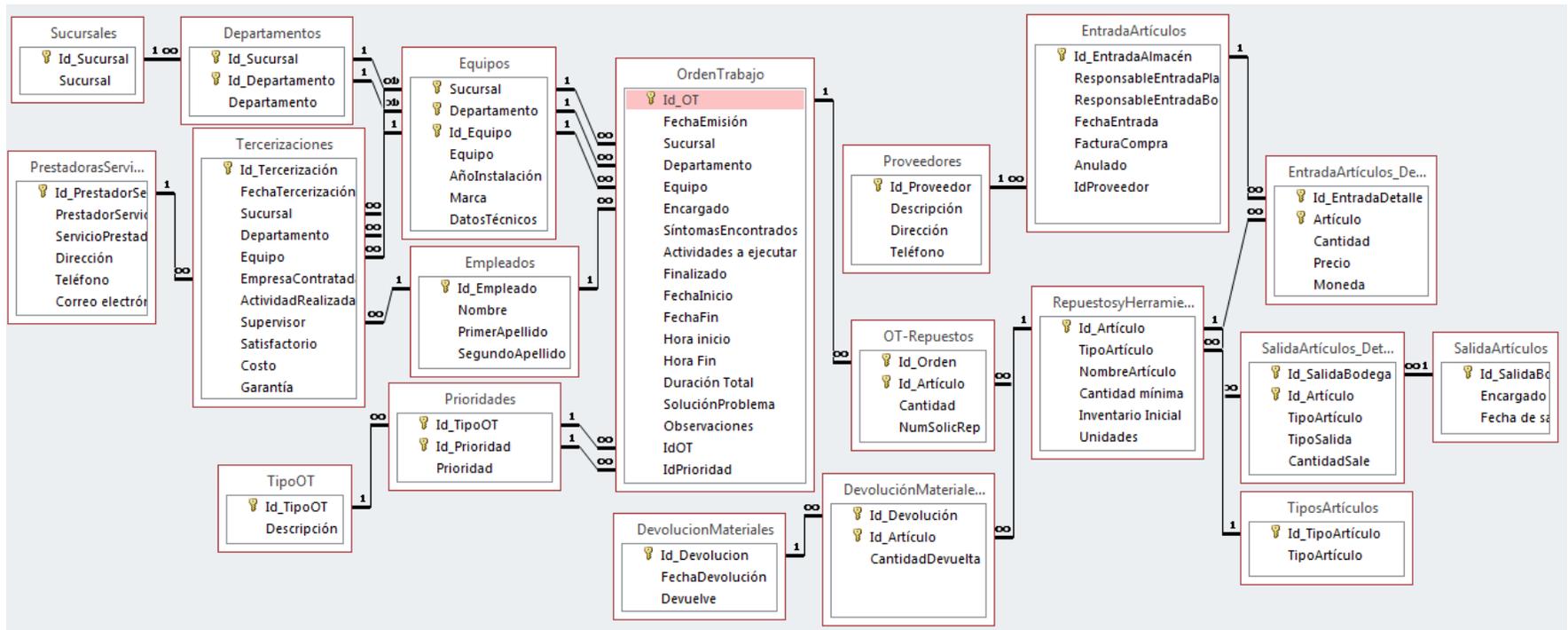


Figura 3.22. Modelo relacional de la base de datos diseñada.

Fuente: Elaboración Propia, Microsoft Access (2013).

Al iniciar, el sistema solicita el usuario y su contraseña para permitir el ingreso a la base de datos. El formulario en el que se realiza este registro, se muestra en la Figura 3.23.

The image shows a login form titled "Iniciar Sesión" in blue text. On the left side, there is an illustration of a yellow key with a silver ring. To the right of the key, there are two input fields: "Usuario:" followed by a white text box with a dropdown arrow on the right, and "Contraseña:" followed by a white text box. Below these fields are two green buttons: "Ingresar" and "Salir". The entire form is enclosed in a thin green border.

Figura 3.23. Inicio de sesión de la base de datos.

Fuente: Elaboración Propia, Microsoft Access (2013).

Este paso permite tener un control de las personas que utilizan la base de datos. Por el tipo de información manejada en la base de datos, se diseñó para dos tipos de usuarios, es decir, dependiendo del trabajador que se trate y las necesidades de información según su cargo, podrá tener acceso al sistema como "Administrador" o como "Usuario." En el primer caso, se tendrá acceso a todas las opciones que ofrece la base de datos, mientras que en el segundo, se tendrá acceso limitado únicamente a ciertas consultas de información.

Una vez que ha ingresado de manera satisfactoria al sistema, se muestra el menú principal con las opciones que el usuario tiene a su disposición de acuerdo con su nivel de acceso tal y como se muestra en la siguiente figura:



Figura 3.24. Menú principal del sistema para “Administrador.”
 Fuente: Elaboración Propia, Microsoft Access (2013).



Figura 3.25. Menú principal del sistema para “Usuario.”
 Fuente: Elaboración Propia, Microsoft Access (2013).

En el caso del “Administrador” se tienen las siguientes categorías principales:

Registro Nuevo: este permite un acceso rápido a las opciones más utilizadas del sistema, es decir, el registro de Órdenes de trabajo y Servicios contratados, así como la salida, entrada y devoluciones de artículos de almacén.

Consultar información: este permite acceder a las diferentes consultas que ofrece la base de datos, respecto de órdenes de trabajo, servicios contratados,

movimientos de artículos, equipos, departamentos, trabajadores y empresas. Las consultas se realizan utilizando diferentes filtros, de manera que el usuario obtenga como resultado la información precisa que desea consultar y en un tiempo corto.

Generar informe: esta opción permite la consulta e impresión de diferentes informes, en los que dependiendo el que desee generar, se solicitan los filtros requeridos para mostrar la información precisa que se requiere.

Editar información: esta función permite modificar y agregar los registros referentes a sucursales, departamentos, proveedores, tipos de artículos, máquinas y equipos, artículos de almacén y prestadores de servicio.

Usuarios y trabajadores: como su nombre lo indica, en esta función se puede llevar el control de los trabajadores de la cooperativa y los usuarios de la base de datos.

En el caso de los “Usuarios”, como se muestra en la Figura 3.25, se presenta la opción de realizar la consulta de información referente a órdenes de trabajo, contratación de servicios, movimientos de artículos, equipos, departamentos y empresas proveedoras de artículos y prestadoras de servicios.

La puesta en marcha de esta herramienta se realizará en el momento en el que el Departamento de Mantenimiento inicie su funcionamiento. Por lo que actualmente los registros disponibles son los referentes a equipos, departamentos, sucursales, herramientas en almacén, trabajadores y algunas empresas proveedoras de artículos y prestadoras de servicios. Por lo tanto, es importante mencionar, que se diseña un manual para el uso de la base de datos, de manera que en el momento en el que esta se vaya a poner en marcha, los trabajadores que tendrán esta herramienta a su disposición podrán consultar dicho manual e informarse acerca de cómo se utiliza, así como las funciones que esta ofrece de manera más detallada.

3.2.11. Indicadores de Mantenimiento.

Una vez que el Departamento de Mantenimiento ha iniciado sus funciones, es importante contar con indicadores de mantenimiento que permitan medir el

desempeño de su actividad de acuerdo con diferentes parámetros, de manera que los resultados obtenidos sean analizados de manera apropiada y puedan ser considerados para la toma de decisiones.

En este aspecto, para la evaluación de la efectividad del desempeño del Departamento de Mantenimiento, la literatura recomienda los muy conocidos indicadores de clase mundial, como lo son el tiempo medio entre reparaciones, el tiempo promedio entre fallas y el tiempo promedio de reparación. Sin embargo, en el caso que se presenta, se trata de una cooperativa en la que apenas se empieza a pensar en la gestión de mantenimiento, por lo que se considera recomendable iniciar con indicadores que se adecúen de mejor manera a la situación que se presenta, por lo tanto, se establecen los siguientes indicadores para empezar con el proceso y una vez consolidado el departamento implantar los indicadores anteriores con el fin de tener un mejor control del mismo mediante mediciones adecuadas a su progreso.

- ✓ Costo anual de mantenimiento: este es un parámetro importante en la elaboración de presupuestos anuales de costos de operación y mantenimiento de sistemas. Y se calculará como la suma del costo de mano de obra, repuestos, herramientas, materiales y similares requeridos para las labores de mantenimiento a lo largo de un período.
- ✓ Indicador de mantenimientos no conformes: permite conocer el grado de cumplimiento de las actividades de mantenimiento, es decir, conocer el porcentaje de cumplimiento de mantenimientos que se tiene programado y no programado; sin olvidar que la prioridad de las órdenes de trabajo que no han sido finalizadas debe ser tomada en cuenta. El resultado encontrado, debe ser evaluado con el fin de determinar las causas por las cuales estas no fueron completadas y gestionar de manera que se ejecuten a inicios del siguiente mes de acuerdo con la prioridad de estas.
- ✓ Indicador trabajo en mantenimiento programado: es el porcentaje de horas que se invierte en realizar el mantenimiento programado respecto del total de

horas que se tienen disponibles en la organización para labores de mantenimiento.

- ✓ Indicador trabajo en mantenimiento no programado: permite visualizar el porcentaje de horas que se invierte en realizar el mantenimiento no programado con respecto al total de horas que se tiene disponible en la organización para las actividades de mantenimiento.
- ✓ Indicador capacitación del personal de mantenimiento: es el porcentaje de horas que se han invertido en capacitar al personal de mantenimiento con respecto al total de horas que se tienen disponibles para trabajar.
- ✓ Indicador componente del costo de mantenimiento: representa el impacto del costo de mantenimiento (mano de obra, repuestos y otros materiales similares) con respecto al costo de producción de la cooperativa.
- ✓ Disponibilidad: este permite conocer el tiempo que el equipo puede funcionar de manera satisfactoria en el momento en el que este es requerido. Para ello, es necesario conocer el tiempo que el equipo debió estar disponible durante el mes, así como las horas que este salió de funcionamiento por fallas o bien, para realizar las actividades de mantenimiento requeridas y de esta manera obtener el resultado de las horas reales que el equipo estuvo disponible respecto de las horas que teóricamente debió estar disponible.

$$\%Disponibilidad = \frac{\text{Horas disponibles reales}}{\text{Horas disponibles teóricas}} \times 100$$

- ✓ Cumplimiento del presupuesto: es decir, al final del período, se determina si el presupuesto asignado para actividades de mantenimiento se cumplió y tomarlo como base para el establecimiento del presupuesto para el siguiente período.
- ✓ Producto perdido por fallos de equipos: determinar el porcentaje de producto respecto del total que se pierde por la salida de operación de alguno de los equipos.

3.3. Guía para la tercerización de actividades de mantenimiento.

Si bien se construyen las bases para el establecimiento de un Departamento de Mantenimiento, este proceso llevará tiempo, por lo que mientras tanto, las

actividades de mantenimiento seguirán siendo ejecutadas mediante tercerización. Incluso contando con un Departamento de Mantenimiento a lo interno de la empresa, no se está exento de una posible contratación de servicios por alguna razón especial. Por lo tanto, se elabora una guía con algunos aspectos básicos que el personal debe tomar en cuenta antes, durante y después de la contratación de un trabajo a terceros, tomando en cuenta la situación actual, en la cual no se cuenta con personal que cuente con conocimiento técnico respecto de las actividades ejecutadas. Esto es importante ya que actualmente el control de las actividades contratadas a terceros no se lleva a cabo en todas las contrataciones.

Considerando que el personal no cuenta con conocimiento técnico respecto de los equipos instalados, inicialmente se dan algunas características importantes, como ubicación y particularidades en apariencia, que permitan que el personal identifique los principales componentes de un sistema de refrigeración. Estos se muestran en fotografías para una mejor comprensión.

Por lo tanto, se recomienda tomar en cuenta las siguientes consideraciones antes de realizar la contratación de la prestadora del servicio con el fin de obtener los resultados esperados. Esta guía se enfoca principalmente a los equipos de refrigeración, pues como se ha mencionado antes, son el tipo de equipos predominantes en las instalaciones de la empresa. A continuación se enlistan los principales aspectos a considerar:

- ✓ Tomar en cuenta la experiencia que tiene el contratista en la realización de trabajos similares a los que se requieren.
- ✓ Considerar si el tiempo de respuesta del contratista satisface las necesidades de la empresa.
- ✓ Tener claramente definido las especificaciones del servicio que se debe contratar para obtener los resultados deseados; y de igual importancia, es comunicarlo de manera eficaz al prestador(a) del servicio contratado.
- ✓ Realizar las contrataciones de actividades de mantenimiento por contrato y no por horas hombre, pues esto no suele ser recomendable para la empresa que recibe el servicio.

- ✓ Establecer el tiempo máximo que puede retrasarse la realización de las actividades requeridas.
- ✓ Coordinar con el (la) prestador(a) del servicio la necesidad de equipo de seguridad según la actividad que se debe realizar y de ser necesario, gestionar la adquisición de los implementos de seguridad que permitan desarrollar las actividades contratadas evitando accidentes laborales.

Por otro lado, durante la ejecución de las actividades contratadas, es importante asignar personal que supervise periódicamente las labores que se están llevando a cabo y que además:

- ✓ Si es el caso, verificar que los equipos, repuestos y similares que deban ser reemplazados, sean nuevos.
- ✓ Verificar que el personal contratado esté utilizando el equipo de protección personal en los casos en que esto sea necesario, así como que acaten las normas de seguridad con el fin de evitar accidentes laborales.
- ✓ En caso de que se deba limpiar algún equipo o componente, verificar que se realice con artículos de limpieza en el estado adecuado, como por ejemplo trapos limpios, agua limpia.

Una vez que se han finalizado las tareas contratadas, se deben tomar en cuentas las recomendaciones que se enlistan a continuación para poder de esta manera aprobar el trabajo realizado como satisfactorio de acuerdo con lo solicitado por la cooperativa.

- ✓ Revisar que las presiones y temperaturas de trabajo se estén alcanzando de acuerdo con los valores requeridos.
- ✓ En caso de que se lleve a cabo el reemplazo de uno de los componentes o piezas, el contratista debe devolver a la cooperativa las piezas dañadas que fueron cambiadas.
- ✓ Si alguna de las tuberías de la instalación de la cámara debió ser cambiada, verificar que estas hayan sido aisladas.

- ✓ Recepción de los documentos pertinentes como facturas, catálogos de fabricante, garantía del trabajo entregado, comprobantes de pago y similares.
- ✓ En el caso en que se haya realizado el desmontaje y montaje de equipos, verificar que las sujeciones de los mismos se hayan realizado de manera correcta, es decir, que los equipos estén montados firmemente y que no van a provocar eventualmente un accidente.
- ✓ Además, considerando que la válvula de expansión termostática es un elemento de gran importancia para el correcto funcionamiento del sistema de refrigeración, se muestra por medio de dibujos y explicaciones sencillas la manera en la que esta debe ser colocada, con el fin de que se puede revisar el posicionamiento de esta una vez que han finalizado las actividades de mantenimiento.

Capítulo 4. Costos asociados al proyecto.

En este apartado se determinan los costos requeridos para la puesta en marcha del Departamento de Mantenimiento que se propone. Para ello, se consideran a continuación diferentes rubros que participan en dicho costo.

Iniciando por el concepto de mano de obra, en lo que se refiere a la estructura que se propone, se plantea la contratación de un técnico con las competencias adecuadas según las necesidades de mantenimiento de los activos de la cooperativa, donde se considera que un técnico electromecánico cumpliría con el perfil profesional requerido y laborará tiempo completo en la cooperativa. Además, se propone la contratación de un Ingeniero en Mantenimiento Industrial que se encargue de las funciones mencionadas en apartados anteriores, para lo cual se considera un tiempo de cuatro horas por mes para esta actividad.

Se considera que el salario mínimo para el primer semestre del 2016 es de ¢12.621,91 por jornada ordinaria para un electromecánico, según el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Mientras que el monto establecido por el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos para la prestación de servicios profesionales, es de ¢24.273 por hora. Por lo que por concepto de mano de obra, se requiere un monto de ¢4.446.800 por año. Este es un costo fijo anual durante el funcionamiento del departamento.

Además, considerando los tiempos estimados para cada una de las actividades de mantenimiento preventivo, se tiene que el tiempo requerido para su ejecución es de 388 horas por año, por lo que tomando el dato de costo de mano de obra, el costo de su ejecución es de ¢611.600 por año, lo cual representa el 20% del costo total por mano de obra anual.

Por otro lado, se muestra a continuación una lista previa de los repuestos que se recomienda tener en almacén para la puesta en marcha de los planes de mantenimiento propuestos.

Tabla 4.1. Costo de herramientas, repuestos y materiales iniciales para la puesta en marcha de los planes de mantenimiento propuestos.

Descripción	Costo
Materiales y repuestos	
Contactores	₪580.040,37
Fusibles	995
Disyuntores	347.053,37
TOTAL	₪928.088,74

Fuente: Elaboración Propia. Microsoft Excel (2010).

Ahora, se determina el costo de algunas herramientas que faltan para la ejecución de las actividades de mantenimiento de mejor manera, así como equipo de seguridad básico que se considera necesario tener para evitar accidentes laborales al personal encargado del mantenimiento en la empresa.

Tabla 4.2. Costo de herramientas y equipo de seguridad requeridos para la puesta en marcha de los planes de mantenimiento propuestos.

Descripción	Costo
Herramientas	
Pie de Rey	₪49.500
Torquímetro	35.000
Termómetro láser	16.900
Equipo de seguridad	
Casco	₪4.950
Escalera de abrir extensible	40.000
Kit anti caídas	47.500
TOTAL	₪193.850

Fuente: Elaboración Propia. Microsoft Excel (2010).

En el caso de los costos mostrados en la Tabla 4.2, son costos requeridos inicialmente y luego de manera esporádica, pues los artículos adquiridos tienen una larga vida de uso y sobre todo si se usan de manera correcta y se tienen los cuidados que estos requieren, la vida útil puede alargarse. Mientras que en el caso de los costos por concepto de repuestos, es un comportamiento dinámico, pues dependerá de las necesidades de mantenimiento de los diferentes equipos.

Es posible determinar un patrón de fallas para los equipos de acuerdo con un historial de fallas y con ello precisar de mejor manera los repuestos requeridos; sin embargo, al tratarse de la propuesta de un Departamento de Mantenimiento, se presenta una lista preliminar de los repuestos que se consideran necesarios para iniciar la implantación de los planes de mantenimiento y una vez que el departamento esté operando, se debe ir determinando los repuestos y materiales requeridos mantener en almacén de acuerdo con la experiencia.

De esta manera, se puede tener un monto más preciso de la inversión requerida para la puesta en marcha del Departamento de Mantenimiento propuesto, considerando tanto la mano de obra, como los repuestos, materiales y similares requeridos. Así, el costo inicial para la puesta en marcha de este proyecto es de ¢5.568.739,34.

Ahora bien, se tiene según los registros contables de la empresa, que desde inicios del año 2016 hasta el cierre del mes de mayo del mismo año, el costo por contrataciones de actividades de mantenimiento para los equipos en planta, tiene un valor aproximado de ¢5.000.000. Este monto contempla tanto mano de obra como materiales, repuestos y demás conceptos requeridos para la ejecución de las diferentes actividades de mantenimiento contratadas y no se tiene una división del monto por conceptos.

Por la razón anterior, no es posible realizar una comparación de ambos costos y determinar cuál opción es viable. Sin embargo, se deben considerar los beneficios que representa contar con encargados de mantenimiento a lo interno de la empresa y las ventajas que una adecuada gestión de las actividades de mantenimiento trae consigo. Es importante tomar en cuenta que de continuar con la manera en la que se lleva a cabo las actividades de mantenimiento actualmente, esta área de la empresa no presentará progreso en el tiempo y conforme disminuye la vida útil de los equipos, las necesidades de mantenimiento aumentan por lo que el costo de la atención de estas, también aumenta.

Por otro lado, es importante considerar que el costo de una eventual salida de operación de uno de los equipos de refrigeración, va más allá de los costos

propriadamente dichos por mano de obra, repuestos y similares para su correcta operación, pues se pone en peligro el producto almacenado en la cámara, el cual puede representar un costo de hasta ¢25.000.000. Por lo tanto, el costo que representa una salida de operación de los equipos críticos es muy elevado y supera por mucho el costo del mantenimiento requerido, además de otros aspectos no tangibles, como lo es la satisfacción del cliente y la imagen de la empresa ante ellos.

Además, considerando que la cooperativa beneficia con su funcionamiento a 224 productores de las zonas aledañas a la empresa, es de vital importancia que esta perdure en el tiempo, lo cual depende de la rentabilidad de la actividad productiva que esta desempeña. Por lo que la implantación del departamento propuesto, se presenta como una posibilidad para procurar dicha rentabilidad y que el beneficio social permanezca y sea mayor con el tiempo.

Conclusiones y Recomendaciones

Recomendaciones

A continuación se presentan algunas recomendaciones a tomar en cuenta tanto actualmente como en el momento en el que el Departamento de Mantenimiento sea establecido.

1. Se recomienda realizar la implantación del Departamento de Mantenimiento, de manera que el cambio no sea muy abrupto y que los demás departamentos y la organización en general puedan asimilar los nuevos cambios que esto implica.
2. Procurar en la medida de lo posible estandarizar los repuestos, materiales y similares que se requiera mantener en almacén de manera que un mismo repuesto sea útil en diferentes equipos.
3. Planificar la modernización de los equipos en el menor plazo posible, pues con los que se cuenta son muy antiguos y han sobrepasado por mucho su vida útil, por lo que su salida de funcionamiento puede darse en el momento menos esperado con las consecuentes afectaciones que esto implica.
4. Establecer señalización dentro de la sucursal de El Tejar requerida para procurar la seguridad, ya que actualmente sólo se cuenta con los extintores y considerando que se da el tránsito de montacargas y personal en zonas comunes, es importante la señalización con el fin de evitar accidentes.
5. Adquirir equipo de protección personal básico, ya que existen zonas en las cuales el personal encargado de las labores de mantenimiento debe transitar y que principalmente, por la altura y las rutas de acceso con que se cuenta, representan peligros para dichos colaboradores.
6. Establecer dentro del presupuesto anual de la empresa, una partida específica para el Departamento de Mantenimiento según las necesidades de cada una de las sucursales de la cooperativa.
7. Planificar con anticipación el cambio de refrigerante, el cual será obligatorio para el año 2020. Considerando el rediseño del sistema o bien el reemplazo

de la totalidad de los equipos, según sea necesario para el refrigerante por el cual se realice el cambio.

8. Es importante utilizar los documentos de mantenimiento que se plantearon, de manera que estos se conviertan en un medio de retroalimentación del departamento. De acuerdo con los datos recopilados en ellos, crear un historial de fallas, procesar los datos y plantear acciones para la mejora continua.
9. Periódicamente, revisar las actividades de mantenimiento preventivo, con el fin de determinar su validez y hacer las mejoras requeridas, pues como se ha mencionado anteriormente, este es un proceso dinámico que busca adecuarse de la mejor manera al contexto operativo de la empresa.
10. Codificar los repuestos conforme el almacén se va conformando y mostrar dicha codificación en el repuesto o en el estante de manera que su ubicación sea más fácil y rápida.

Conclusiones

1. Al realizar la evaluación de la Gestión del Mantenimiento en la cooperativa, se encontró que muchas de las áreas relacionadas directamente con el mantenimiento no pudieron ser evaluadas porque no existen y las que fueron evaluadas presentan grandes oportunidades de mejora.
2. Se establecieron las bases para la implantación de un Departamento de Mantenimiento para una cooperativa del sector agroindustrial.
3. Se plantea un Modelo Inicial de Gestión de Mantenimiento, el cual constituye un punto de partida para la operación del Departamento de Mantenimiento que se propone.
4. Se establece la estructura organizacional adecuada a las características de la cooperativa, en la que el Departamento de Mantenimiento se propone en el mismo nivel jerárquico que el departamento encargado de la producción.
5. Según el análisis de criticidad, el mantenimiento correctivo no es la mejor estrategia de mantenimiento, por lo tanto, se formulan planes de

- mantenimiento preventivo y autónomo que complementen el mantenimiento correctivo y se eviten algunos de los inconvenientes que este último implica.
6. Se diseñaron los documentos de mantenimiento y sus respectivos procedimientos administrativos para realizar el mantenimiento programado y no programado, con el fin de mantener un mejor control de las actividades de mantenimiento y sirvan a la vez de retroalimentación para el desempeño del departamento.
 7. Como complemento a la documentación diseñada, se crea una base de datos para el registro de actividades de mantenimiento y los artículos de almacén involucrados en ellas. Este permite que el procesamiento de datos se lleve a cabo con mayor facilidad y rapidez.
 8. Para la medición del desempeño del Departamento de Mantenimiento, se proponen indicadores de mantenimiento adecuados a la situación de la empresa y que permitan a la vez el proceso de retroalimentación y mejora continua al que debe ser sujeto dicho departamento.
 9. Se determinan los costos iniciales requeridos para la puesta en marcha del Departamento de Mantenimiento, los cuales son mayores a los costos generados por tercerización, pero las pérdidas que pueden generarse por la pérdida de producto debido a la falla de alguno de los equipos, supera por mucho el costo requerido para contar con un Departamento de Mantenimiento a lo interno de la organización.

Bibliografía

Alarcón, J. (2005). *Tratado práctico de refrigeración automática*. 12° Ed. Marcombo Boixareu Editores. Barcelona, España.

Amendola, L. (2006). *Gestión de proyectos de activos industriales*. Editorial Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España.

Arata, A. (2009). *Ingeniería y gestión de la confiabilidad operacional en plantas industriales*. Ril Editores. Santiago, Chile.

Beltrán, J., Carmona, M., Carrasco, R., Rivas, M. & Tejedor, F. (s.f.). *Guía para una gestión basada en procesos*. Recuperado el 01 de febrero del 2016 de <http://www.centrosdeexcelencia.com/dotnetnuke/portals/0/guiagegestionprocesos.pdf>

Calloni, J. (2007). *Mantenimiento eléctrico y mecánico para pequeñas y medianas empresas PyMES*. Editorial Nobuko. Buenos Aires, Argentina.

Carvajal, J. (2014). *Mantenimiento Productivo Total. Orientaciones para su implementación*. Cartago: Publicaciones TEC.

COVENIN (1993). *Manual para evaluar los sistemas de mantenimiento en la industria*. Comisión Venezolana de Normas Industriales, 2500-93.

COVENIN (1993). *Mantenimiento. Definiciones*. Comisión Venezolana de Normas Industriales, 3049-93.

Dossat, R. (1984). *Principios de refrigeración*. 3° Ed. TRANS-EDITIONS INC. México.

Duffua, S., Raouf, A. & Dixon Campell, J. (2000). *Sistemas de mantenimiento: planeación y control*. Editorial LIMUSA S.A. México, Distrito Federal.

Fleitas, P. (2013). *Access 2013. Guía práctica para el usuario*. 1° Ed. Fox Andina, DÁLAGA S.A. Buenos Aires, Argentina.

Franco, J. (2006). *Manual de Refrigeración*. Editorial Reverté. Barcelona, España.

García, S. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Ediciones Díaz de Santos, S.A. Madrid, España.

Jiménez, A. (2016). *Competencias del especialista moderno de mantenimiento*. Revista de Mantenimiento, 105, 6-11.

Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. (Julio, 2008). Guía para la elaboración de diagramas de flujo. Recuperado el 11 de marzo de 2016 de <https://documentos.mideplan.go.cr/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/6a88ebe4-da9f-4b6a-b366-425dd6371a97/guia-elaboracion-diagramas-flujo-2009.pdf>

Mora, A. (2009) *Mantenimiento. Planeación, ejecución y control*. 1° Ed. Editorial Alfa Omega. Bogotá, Colombia.

Ortiz, A., Rodríguez, C., Izquierdo, H. (2013). *Gestión de mantenimiento en pymes industriales*. Revista Venezolana de Gerencia, 61, 86-104

Plaza, A. (2009). *Apuntes teóricos y ejercicios de aplicación de gestión del mantenimiento industrial*. Editor: Alejandro Plaza Tovas. Madrid, España.

Pita, E. (1992). *Principios y sistemas de refrigeración*. 2° Ed. Editorial LIMUSA. España.

Romero, S. (2012). *Mantenimiento preventivo de instalaciones frigoríficas*. Editorial Innovación y Cualificación S.L. Andalucía, España.

Tavares, L. (s f). *Administración moderna del mantenimiento*. Publicaciones Novo Polo. Brasil.

Vásquez, E. (s f). *Instrumento de Medición para Diagnosticar la Gestión del Mantenimiento*. Recuperado el 28 de enero de 2016 de <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/diagnostico-gestion.pdf>

Velásquez, A. (2003). *Modelo de Gestión de operaciones para pymes innovadoras*. Revista Escuela de Administración de Negocios, 47, 66-87.

Apéndices

1. Criterios de Evaluación según la norma COVENIN 2500-93.

Áreas, principios básicos y deméritos	Máximo disponible		Deméritos
Área 1. Organización de la empresa.			
1.1. Funciones y responsabilidades			
Principio básico: La empresa posee un organigrama general y por departamentos. Se tienen definidas por escrito las descripciones de las diferentes funciones con su correspondiente asignación de responsabilidades para todas las unidades estructurales de la organización (guardando la relación con su tamaño y complejidad en producción)	60		
Deméritos			
1.1.1. La empresa no posee organigramas acordes con su estructura o no están actualizados; tanto a nivel general como a nivel de departamentos.		20	0
1.1.2. Las funciones y la correspondiente asignación de responsabilidades, no están especificadas por escrito, o presentan falta de claridad.		20	0
1.1.3. La definición de funciones y la asignación de responsabilidades no llega hasta el último nivel supervisor necesario, para el logro de los objetivos deseados.		20	0
1.2. Autoridad y Autonomía			
Principio básico: Las personas asignadas al desarrollo y cumplimiento de las diferentes funciones, cuentan con el apoyo necesario de la dirección de la organización, y tienen la suficiente autoridad y autonomía para el cumplimiento de las funciones y responsabilidades establecidas.	40		
Deméritos			
1.2.1. La línea de autoridad no está claramente definida.		10	0
1.2.2. Las personas asignadas a cada puesto de trabajo no tienen pleno conocimiento de sus funciones.		10	0
1.2.3. Existe duplicidad de funciones.		10	0
1.2.4. La toma de decisiones para la resolución de problemas rutinarios en cada dependencia o unidad, tiene que ser efectuada previa consulta a los niveles superiores.		10	5

1.3. Sistemas de información				
	Principio básico: La empresa cuenta con una estructura técnica administrativa para la recolección, depuración, almacenamiento, procesamiento y distribución de la información que el sistema productivo requiere.	50		
Deméritos				
	1.3.1. La empresa no cuenta con un diagrama de flujo para el sistema de información, donde estén involucrados todos los componentes estructurales partícipes en la toma de decisiones.		10	0
	1.3.2. La empresa no cuenta con mecanismos para evitar que se introduzca información errónea o incompleta en el sistema de información.		5	2
	1.3.3. La empresa no cuenta con un archivo ordenado y jerarquizado técnicamente.		5	0
	1.3.4. No existen procedimientos normalizados (formatos) para llevar y comunicar la información entre las diferentes secciones o unidades, así como almacenamiento (archivo) para su cabal recuperación.		10	0
	1.3.5. La empresa no dispone de los medios para el procesamiento de la información con base en los resultados que se deseen obtener.		10	5
	1.3.6. La empresa no dispone de los mecanismos para que la información recopilada y procesada llegue a las personas que deben manejarla.		10	10
Área 2. Organización de mantenimiento.				
2.1. Funciones y responsabilidades.				
	Principio básico: La función mantenimiento, está bien definida y ubicada dentro de la organización y posee un organigrama para este departamento. Se tienen por escrito las diferentes funciones y responsabilidades para los diferentes componentes dentro de la organización de mantenimiento. Los recursos asignados son adecuados, a fin de que la función pueda cumplir con los objetivos planteados.	80		
Deméritos				
	2.1.1. La empresa no tiene organigramas acordes a su estructura o no están actualizados para la organización de Mantenimiento.		15	15
	2.1.2. La Organización de mantenimiento, no está acorde con el tamaño del SP, tipo de objetos a mantener, tipo de personal, tipo de proceso, distribución geográfica, u otro.		15	15

	2.1.3. La unidad de mantenimiento no se presenta en el organigrama general, independiente del departamento de producción.		15	15
	2.1.4. Las funciones y la correspondiente asignación de responsabilidades no están definidas por escrito o no están claramente definidas dentro de la unidad.		10	10
	2.1.5. La asignación de funciones y de responsabilidades no llegan hasta el último nivel supervisor necesario, para el logro de los objetivos deseados.		10	10
	2.1.6. La empresa no cuenta con el personal suficiente tanto en cantidad como en calificación, para cubrir las actividades de mantenimiento.		15	15
2.2. Autoridad y autonomía.				
	Principio básico: Las personas asignadas para el cumplimiento de las funciones y responsabilidades cuentan con el apoyo de la gerencia y poseen la suficiente autoridad y autonomía para el desarrollo y cumplimiento de las funciones y responsabilidades establecidas.	50		
Deméritos				
	2.2.1. La unidad de mantenimiento no posee claramente definidas las líneas de autoridad.		15	0
	2.2.2. El personal asignado a mantenimiento no tiene pleno conocimiento de sus funciones.		15	0
	2.2.3. Se presentan solapamientos y/o duplicidad en las funciones asignadas a cada componente estructural de la organización de mantenimiento.		10	0
	2.2.4. Los problemas de carácter rutinario no pueden ser resueltos sin consulta a niveles superiores.		10	10
2.3. Sistema de información.				
	Principio básico: La organización de mantenimiento posee un sistema que le permite manejar óptimamente toda la información referente a mantenimiento (registro de fallas, programación de mantenimiento, estadísticas, costos, información sobre equipos, u otra).	70		
Deméritos				
	2.3.1. La organización de mantenimiento no cuenta con un flujograma para sus sistemas de información donde estén claramente definidos los componentes estructurales involucrados en la toma de decisiones.		15	15
	2.3.2. La organización de mantenimiento no dispone de los medios para el procesamiento de la información de las diferentes secciones o unidades con base en los resultados que se desean obtener.		15	15

	2.3.3. La organización de mantenimiento no cuenta con mecanismos para evitar que se introduzca información errada o incompleta en el sistema de información.		10	10
	2.3.4. La organización de mantenimiento no cuenta con un archivo ordenado y jerarquizado técnicamente.		10	10
	2.3.5. No existen procedimientos normalizados (formatos) para llevar y comunicar la información entre las diferentes secciones o unidades, así como su almacenamiento (archivo) para su cabal recuperación.		10	10
	2.3.6. La organización de mantenimiento no dispone de los mecanismos para que la información recopilada y procesada llegue a las personas que deben manejarla.		10	10
Área 9. Mantenimiento por avería.				
9.1. Atención a las fallas				
	Principio básico: La organización está en capacidad para atender de una forma rápida y efectiva cualquier falla que se presente. La organización mantiene en servicio el sistema, logrando funcionamiento a corto plazo, minimizando los tiempos de parada, utilizando para ellos planillas de reporte de fallas, órdenes de trabajo, salida de materiales, órdenes de compra y requisición de trabajo, que faciliten la atención oportuna al objeto averiado.	100		
Deméritos				
	9.1.1. Cuando se presenta una falla esta no se ataca de inmediato provocando daños a otros sistemas interconectados y conflictos entre el personal.		20	10
	9.1.2. No se cuenta con instructivos de registros de fallas que permitan el análisis de las averías sucedidas para cierto período.		20	20
	9.1.3. La emisión de órdenes de trabajo para atacar una falla no se hace de manera rápida.		15	15
	9.1.4. No existen procedimientos de ejecución que permitan disminuir el tiempo fuera de servicio del sistema.		15	15
	9.1.5. Los tiempos administrativos, de espera por materiales o repuestos, y de localización de la falla están presentes en alto grado durante la atención de la falla.		15	10
	9.1.6. No se tiene establecido un orden de prioridades en cuanto a atención de fallas con la participación de la unidad de producción.		15	10
9.2. Supervisión y ejecución.				

	Principio básico: Los ajustes, arreglos de defectos y atención a reparaciones urgentes se hacen inmediatamente después de que ocurre la falla. La supervisión de las actividades se realiza frecuentemente por personal con experiencia en el arreglo de sistemas, inmediatamente después de la aparición de la falla, en el período de prueba. Se cuenta con los diferentes recursos para la atención de las averías.	80		
	Deméritos			
	9.2.1. No existe un seguimiento desde la generación de las acciones de mantenimiento por avería hasta su ejecución.		20	20
	9.2.2. La empresa no cuenta con el personal de supervisión adecuado para inspeccionar los equipos inmediatamente después de la aparición de la falla.		15	15
	9.2.3. La supervisión es escasa o nula en el transcurso de la reparación y puesta en marcha del sistema averiado.		10	5
	9.2.4. El retardo de la ejecución de las actividades de mantenimiento por avería ocasiona paradas prolongadas en el proceso productivo.		10	10
	9.2.5. No se llevan registros para analizar las fallas y determinar la corrección definitiva o la prevención de las mismas.		5	5
	9.2.6. No se llevan registros sobre el consumo, de materiales o repuestos utilizados en la atención de averías.		5	5
	9.2.7. No se cuenta con las herramientas, equipos e instrumentos necesarios para la atención de las averías.		5	5
	9.2.8. No existe personal capacitado para la atención de cualquier tipo de falla.		10	10
	9.3. Información sobre las averías.			
	Principio básico: La organización de mantenimiento cuenta con el personal adecuado para la recolección, depuración, almacenamiento, procesamiento y distribución de la información que se derive de las averías, así como, analizar las causas que las originaron con el propósito de aplicar mantenimiento preventivo a mediano plazo o eliminar la falla mediante mantenimiento correctivo.	70		
	Deméritos			
	9.3.1. No existen procedimientos que permitan recopilar la información sobre las fallas ocurridas en los sistemas en un tiempo determinado.		20	20

	9.3.2. La organización no cuenta con el personal capacitado para el análisis y procesamiento de la información sobre fallas.		10	10
	9.3.3. No existe un historial de fallas de cada objeto de mantenimiento, con el fin de someterlo a análisis y clasificación de las fallas; con el objeto, de aplicar mantenimiento preventivo o correctivo.		20	20
	9.3.4. La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento por avería basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento.		20	20
Área 10. Personal de mantenimiento.				
	10.2. Selección y formación.			
	Principio básico: La organización selecciona su personal atendiendo a la descripción escrita de los puestos de trabajo (experiencia mínima, educación, habilidades, responsabilidades, u otra). Se tienen establecidos programas permanentes de formación y actualización del personal, para mejorar sus capacidades y conocimientos.	20		
	Deméritos			
	10.2.1. La selección no se realiza de acuerdo con las características del trabajo a realizar: educación, experiencia, conocimiento, habilidades, destrezas y actitudes personales en los candidatos.		10	5
	10.2.2. No se tienen procedimientos para la selección de personal con alta calificación y experiencia que requiere la credencial del servicio determinado.		10	10
Área 11. Apoyo logístico.				
	11.1. Apoyo administrativo.			
	Principio básico: La organización de mantenimiento cuenta con el apoyo de la administración de la empresa; en cuanto a recursos humanos, financiero y materiales. Los recursos son suficientes para que se cumplan los objetivos trazados por la organización.	40		
	Deméritos			
	11.1.1. Los recursos asignados a la organización de mantenimiento no son suficientes.		10	0
	11.1.2. La administración no tiene políticas bien definidas, en cuanto al apoyo que se debe prestar a la organización de mantenimiento.		10	0

11.1.3. La administración no funciona en coordinación con la organización de mantenimiento.		10	0
11.1.4. Se tienen que desarrollar muchos trámites dentro de la empresa, para que se le otorgue los recursos necesarios a mantenimiento.		5	0
11.1.5. La gerencia no posee políticas de financiamiento referidas a inversiones, mejoramiento de objetos de mantenimiento u otros.		5	0
11.2. Apoyo gerencial.			
Principio básico: La gerencia posee información necesaria sobre la situación y el desarrollo de los planes de mantenimiento formulados por el ente de mantenimiento, permitiendo así asesorar a la misma, en cualquier situación que atañe a sus operaciones. La gerencia le da a mantenimiento el mismo nivel de las unidades principales en el organigrama funcional de la empresa.	30		
Deméritos			
11.2.1. La organización de mantenimiento no tiene el nivel jerárquico adecuado dentro de la organización en general.		10	5
11.2.2. Para la gerencia, mantenimiento es sólo la reparación de los sistemas.		10	5
11.2.3. La gerencia considera que no es primordial la existencia de una organización de mantenimiento, que permita prevenir las paradas innecesarias de los sistemas; por lo tanto, no le da el apoyo requerido para que se cumplan los objetivos establecidos.		10	5
11.3. Apoyo general.			
Principio básico: La organización de mantenimiento cuenta con el apoyo de la organización total, y trabaja en coordinación con cada uno de los entes que la conforman.	20		
Deméritos			
11.3.1. No se cuenta con apoyo general de la organización, para llevar a cabo todas las acciones de mantenimiento en forma eficiente.		10	0
11.3.2. No se aceptan sugerencias por parte de ningún ente de la organización que no esté relacionado con mantenimiento.		10	0