

**TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**



**“Propuesta de Modelo de Gestión para el Programa de Mantenimiento por Contratos del  
Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica”**

**Informe de Práctica de Especialidad para optar por el título de Ingeniero en  
Mantenimiento Industrial, grado Licenciatura**

**Joaquín Alberto Montero Alvarado**

**Cartago, junio, 2019**



**Carrera evaluada y acreditada por**  
Canadian Engineering Accreditation Board  
Bureau Canadien d'Accréditation des Programmes d'Ingénierie

CARTA DE ENTENDIMIENTO


Fecha: 28 de mayo del 2019

Señores  
Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Sistema de Bibliotecas del Tecnológico

Yo Joaquín Alberto Montero Alvarado

carné No. 201014009,  si autorizo  no autorizo, al Sistema de Bibliotecas del Tecnológico (SIBITEC), disponer del Trabajo Final de graduación, del cual soy autor, para optar por el grado de Licenciatura, en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial, presentado en la fecha 05 de Junio del 2019, con el título Propuesta de Modelo de Gestión para el programa de mantenimiento por contratos del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica

para ser ubicado en el Repositorio Institucional y Catálogo SIBITEC, con el objetivo de ser visualizado a través de la red Internet.

Firma de estudiante:  \_\_\_\_\_  
Correo electrónico: jamonteroalvarado@gmail.com \_\_\_\_\_  
Cédula No.: 1-1431-0126 \_\_\_\_\_

## **Datos personales**

Nombre completo: Joaquín Alberto Montero Alvarado

Número de cédula: 1-1431-0126

Número de carné: 201014009

Dirección de residencia: De la entrada principal del Colegio Jorge Volio, 200 metros al este, Apartamentos Gaby #15.

Números de teléfono: 8868-3584

Correos electrónicos: jamoneroalvaradogmail.com

## **Información del proyecto**

Nombre del proyecto: Propuesta de Modelo de Gestión para el Programa de Mantenimiento por Contratos del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica

Profesor asesor: Ing. Julio Rojas

Horario de trabajo del estudiante: de lunes a viernes de 7:45 a.m. a 4:05 p.m.

## **Datos de la empresa**

Nombre: Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica

Actividad principal: atención de emergencias en el territorio nacional

Dirección: San José, avenida 3, calle 18

Contacto: Ing. Bryan Mesén

Teléfono: 2547-370

## Dedicatoria

A mi madre Milagro y a mi padre Joaquín, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, valores y motivación constante en busca de mis objetivos.

A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron en mi formación como persona y profesional.

## Agradecimiento

Quiero agradecer a mi familia por ayudarme todos estos años, a todas aquellas personas que han estado presentes a lo largo de mi vida, de forma directa o indirecta, brindando su apoyo y consejo.

Le agradezco al Tecnológico de Costa Rica y a mi Escuela de Ingeniería Electromecánica por la formación durante estos años de estudio.

Al ingeniero Julio Rojas, por su guía durante la formulación de este proyecto, por sus consejos, experiencia y dedicación. También al ingeniero Luis Gómez, por su apoyo en las dudas y consultas durante la realización de la práctica.

A mis compañeros de universidad, por las horas de estudio, buenos recuerdos y experiencias.

Al ingeniero Bryan Mesén y al Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, se les agradece la oportunidad brindada para desarrollar el proyecto, incluyéndome como parte del equipo de trabajo y por brindarme sus consejos y experiencia para la realización de este proyecto.

## Resumen

Este proyecto se desarrolló en el Departamento de Servicios Generales del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, específicamente en el Programa de Mantenimiento por contratos. Este programa se encarga de supervisar el mantenimiento tercerizado de los equipos de las estaciones de servicio ubicadas en todo el territorio nacional. El proyecto busca actualizar y optimizar la gestión de mantenimiento del programa, de modo que se cumplan los estándares y requerimientos de la institución.

Como metodología se realiza una evaluación mediante la norma COVENIN 2500-93 para determinar el estado actual del programa señalando las competencias y las deficiencias. Esto se utiliza como punto de partida para realizar el análisis correspondiente, definición de objetivos, estrategias, brechas y mejoras.

Seguidamente, se plantean los requisitos que debe contener el modelo de gestión de mantenimiento para el programa mediante múltiples fuentes consultadas, tomando en cuenta los objetivos organizacionales en busca de la mejor adaptación al programa como tal. La propuesta del modelo se basa en un Cuadro de Mando Integral identificando los indicadores necesarios para una gestión eficiente.

Dentro de las herramientas del modelo de gestión planteado se especifican la estandarización de la documentación necesaria del programa y el planteamiento del sistema de información de mantenimiento requerido. Finalmente, se formula una estrategia de implementación y cambio cultural, con el fin de proporcionar la metodología adecuada para garantizar un uso exitoso del modelo planteado.

Palabras clave:

Gestión, modelo de gestión, cuadro de mando integral, indicadores.

## Abstract

This project was developed in the Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, specifically in the maintenance program by contract. This program oversees supervision of the outsourcing maintenance of the equipment in each firefighting service station located throughout the country. The project seeks to update and optimize the maintenance management of the program so that the standards and requirements of the institution are met.

As a methodology, an evaluation is carried out using the Covenin 2500-93 standard to determine the current state of the program by indicating the virtues and deficiencies. This is used as a starting point for performing the corresponding analysis, defining objectives, strategies, which gaps exist and the necessary improvements to achieve high efficiency maintenance.

After the evaluation, the components and requisites for the maintenance management model are defined using multiple sources, considering the organizational objectives in search of the best model to adapt to the current program.

The model's proposal is based on a Balanced ScoreCard identifying the performance indicators needed for efficient management. Within the tools of the proposed management model are specified the standardization of the documentation of the program and the necessary requirements of the maintenance information system. Finally, a strategy of implementation and cultural change is formulated in order to provide the appropriate methodology to ensure a successful use of the proposed model.

### Key Words

Management, Management model, Balance ScoreCard, Indicators

# Tabla de contenidos

1. Introducción .....	1
1.1 Justificación del proyecto.....	2
1.2 Objetivo del proyecto.....	3
1.2.1 Objetivo general.....	3
1.2.2 Objetivo específico.....	3
1.3 Descripción de la institución .....	4
1.3.1 Historia .....	4
1.3.2 Misión.....	5
1.3.3 Visión.....	5
1.4 Metodología.....	6
1.5 Cronograma.....	7
1.6 Alcances .....	7
1.7 Limitaciones .....	8
2. Marco teórico.....	8
2.1 Mantenimiento .....	8
2.2 Orden de trabajo.....	9
2.3 Sistema GMAO .....	10
2.3.1 Diseño de base de datos .....	12
2.4 Modelo de gestión .....	12
2.5 Mantenimiento autónomo .....	14
2.6 Norma COVENIN .....	16
2.6.1 Norma COVENIN 2500-93 .....	17
2.6.2 Norma COVENIN 2500-93 .....	19
2.7 Cuadro de mando integral .....	23



2.7.1 Perspectivas del Balance Scorecard .....	23
2.8 Norma UNE-EN 15341.....	25
2.8.1 Metodología para la selección y uso de indicadores clave de rendimiento del mantenimiento .....	26
2.9 ISO 27	
2.9.1 Normas Iso .....	27
2.10 Muestreo.....	30
3. Departamento de Servicios Generales.....	31
3.1 Estructura departamental.....	31
3.2 Gestión del programa de mantenimiento por contratos.....	32
4. Diagnóstico del departamento .....	37
4.1 Metodología para evaluación .....	37
4.2 Escala de evaluación .....	37
4.3 Formato de plantilla de evaluación de la norma COVENIN 2500-93 .....	38
4.4 Resultados de la auditoría.....	41
5. Análisis de resultados.....	42
5.1 Análisis de resultados norma COVENIN .....	42
5.1.1 Organización de la entidad .....	43
5.1.2 Organización de mantenimiento .....	43
5.1.3 Planificación de mantenimiento .....	44
5.1.4 Mantenimiento programado .....	45
5.1.5 Mantenimiento correctivo .....	46
5.1.6 Mantenimiento preventivo .....	47
5.1.7 Mantenimiento por avería .....	48
5.1.8 Personal de mantenimiento.....	49
5.1.9 Apoyo logístico .....	50
5.1.10 Recursos .....	51
6. Determinación de brecha y expectativas.....	52
6.1 Brechas.....	52

6.2 Expectativas .....	54
7. Propuesta de modelo de gestión .....	58
7.1 Modelo propuesto .....	58
7.2 Componentes del modelo de gestión propuesto para el Programa de Mantenimientos por contratos del Benemérito Cuerpo de Bomberos .....	60
7.2.1 Planificación .....	60
7.2.2 Gestión .....	61
7.2.3 Servicio .....	62
7.2.4 Análisis y mejora .....	62
7.3 Herramientas del modelo de gestión.....	63
7.3.1 Software de mantenimiento .....	63
7.3.2 Propuesta de procedimientos.....	73
7.3.3 Propuesta de Cuadro de mando integral .....	78
7.3.4 Objetivos estratégicos.....	79
7.3.5 Indicadores.....	80
7.3.6 Perspectivas del Cuadro de mando integral .....	80
8. Identificación de mejoras.....	84
8.1 Mantenimiento autónomo .....	89
8.2 Contratos críticos .....	90
8.2.1 Aires acondicionados .....	101
9. Análisis financiero .....	104
10. Estrategia de implementación .....	106
10.1 Fases de implementación .....	106
10.2 Cambio cultural .....	108
11. Conclusiones y recomendaciones .....	110
11.1 Conclusiones .....	110
11.2 Recomendaciones .....	111
12. Bibliografía .....	113

13. Anexos .....	116
13.1 Procedimientos .....	116
13.2 Anexo Parámetros y resultados de evaluación de la Norma COVENIN 2500-93 para el Cuerpo Benemérito de Bomberos de Costa Rica.....	129
13.3 Plantilla para el cálculo de visitas de inspección de mantenimiento preventivo .....	141
13.4 Hoja de trabajo RCM para portones del sistema de accesos automáticos.....	142
13.5 Hoja de RCM para aires acondicionados (Hoja 1 de 2) .....	144
13.6 Auditoría de sistemas.....	146

## **Índice de figuras**

---

Figura 1.1 Organigrama del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica.....	5
Figura 1.2 Cronograma de trabajo.....	7
Figura 2.1 Ejemplo de un modelo de gestión de mantenimiento .....	14
Figura 2.2 Indicadores clave de Rendimiento en Mantenimiento y los factores que los influncian. ..	26
Figura 2.3 Ciclo PHVA.....	28
Figura 6.1 Diagrama Ishikawa para determinación de brechas.....	57
Figura 7.1 Diagrama del modelo de gestión del Programa de Mantenimiento por contratos .....	59
Figura 7.2 Diagrama ER para la base de datos del programa de Mantenimiento por Contratos .....	64
Figura 7.3 Diseño lógico de la base de datos del Programa de Mantenimiento por contratos.....	65
Figura 7.4 Base de datos planteada en Microsoft Access.....	66
Figura 7.5 Panel de control para base de datos.....	67
Figura 7.6 Actividad de planteamiento de procesos y procedimientos .....	73
Figura 7.7 Definición de procedimientos del Programa de Mantenimiento por contratos .....	74

Figura 7.8 Resultado de la definición y clasificación de procedimientos .....	75
Figura 8.1 Plantilla cálculo de visitas de inspección.....	86
Figura 8.2 Tabla probabilidad de error asociado a coeficiente de confianza .....	86
Figura 8.3 Inspección para aires acondicionados.....	88
Figura 8.4 Formulario Correctivo Programa Mantenimiento por contratos .....	94
Figura 8.5 Formato de RCM utilizado .....	95
Figura 8.6 Formato actual de reporte de mantenimiento preventivo .....	97
Figura 8.7 Formulario planteado para mantenimiento preventivo portones automáticos .....	98
Figura 8.8 Visita de mantenimiento portones y accesos automáticos.....	100
Figura 8.9 Visita de mantenimiento de aires acondicionados .....	103

## Índice de tablas

---

<b>Tabla 1.1 Metodología del proyecto .....</b>	<b>6</b>
<b>Tabla 2.1 Tabla de etapas para implementación de un sistema GMAO.....</b>	<b>11</b>
<b>Tabla 2.2 Relación de actividades y responsabilidades en el M.A .....</b>	<b>15</b>
<b>Tabla 2.3 Factores por evaluar con la norma COVENIN 2500-93.....</b>	<b>22</b>
<b>Tabla 3.1 Contratos del programa de mantenimiento por contratos.....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla 3.2 Cantidad de averías por sistema durante el periodo 2018.....</b>	<b>34</b>
Tabla 4.1 Formato de ficha de evaluación para la norma COVENIN 2500-93 .....	39
<b>Tabla 4.2 Resumen de resultados auditoría COVENIN .....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 4.3 Escala de colores de evaluación de la norma COVENIN .....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 6.1 Resumen tabla de expectativas .....</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 7.1 Escala de priorización de funciones para GMAO.....</b>	<b>71</b>

<b>Tabla 7.2</b>	<b>Criterios de priorización de procedimientos .....</b>	<b>75</b>
<b>Tabla 7.3</b>	<b>Matriz de priorización de procedimientos .....</b>	<b>76</b>
<b>Tabla 7.4</b>	<b>Indicadores de la perspectiva financiera.....</b>	<b>80</b>
<b>Tabla 7.5</b>	<b>Indicadores de la perspectiva cliente.....</b>	<b>81</b>
<b>Tabla 7.6</b>	<b>Indicadores de la perspectiva procesos internos .....</b>	<b>81</b>
<b>Tabla 7.7</b>	<b>Indicadores de la perspectiva desarrollo y aprendizaje.....</b>	<b>81</b>
<b>Tabla 7.8</b>	<b>Descripción de los indicadores de la perspectiva financiera .....</b>	<b>82</b>
<b>Tabla 7.9</b>	<b>Descripción de indicadores de la perspectiva procesos internos.....</b>	<b>82</b>
<b>Tabla 7.10</b>	<b>Descripción indicadores de la perspectiva clientes.....</b>	<b>83</b>
<b>Tabla 7.11</b>	<b>Descripción indicador perspectiva desarrollo y aprendizaje .....</b>	<b>83</b>
<b>Tabla 8.1</b>	<b>Componentes de la ecuación para el cálculo de la muestra.....</b>	<b>87</b>
<b>Tabla 8.2</b>	<b>Resumen de reportes de avería por estación del año 2018 .....</b>	<b>91</b>
<b>Tabla 8.3</b>	<b>Tipos de averías reportadas durante el 2018 .....</b>	<b>92</b>
<b>Tabla 8.4</b>	<b>Cantidad de reportes por estación durante el 2018 .....</b>	<b>101</b>
<b>Tabla 8.5</b>	<b>Resumen de averías por tipo durante el 2018.....</b>	<b>102</b>
<b>Tabla 9.1</b>	<b>Desglose estimación del monto del contrato accesos automáticos para el 2017 .....</b>	<b>104</b>
<b>Tabla 9.2</b>	<b>Ahorro en mantenimiento correctivo en varios contratos producto de la aplicación del modelo de gestión .....</b>	<b>106</b>

## **Índice de gráficas**

---

<b>Gráfica 4.1</b>	<b>Gráfico radar de los resultados de auditoría por medio de la norma COVENIN 2500-93..</b>	<b>42</b>
<b>Gráfica 5.1</b>	<b>Resultados de la evaluación de la organización de la entidad.....</b>	<b>43</b>
<b>Gráfica 5.2</b>	<b>Resultados obtenidos de la evaluación de la organización de mantenimiento. ....</b>	<b>44</b>

Gráfica 5.3 Resultados objetivos de la evaluación de la Planificación de Mantenimiento.....	45
Gráfica 5.4 Resultados obtenidos de la evaluación del Mantenimiento Programado .....	46
Gráfica 5.5 Resultados obtenidos de la evaluación del Mantenimiento Correctivo.....	47
Gráfica 5.6 Resultados obtenidos de la evaluación del Mantenimiento Preventivo .....	48
Gráfica 5.7 Resultados obtenidos de la evaluación del Mantenimiento por Avería .....	49
Gráfica 5.8 Resultados obtenidos de la evaluación del personal de mantenimiento.....	50
Gráfica 5.9 Resultados obtenidos de la evaluación del apoyo logístico .....	51
Gráfica 5.10 Resultados evaluación de los recursos .....	52
Gráfica 6.1 Brechas de las áreas del Programa de Mantenimiento de Edificaciones del Benemérito Cuerpo de Bomberos.....	53
Gráfica 6.2 Expectativas establecidas para cada área del Programa de Mantenimiento por contratos .	55
Gráfica 8.1 Gráfica de pastel de tipos de averías de portones.....	92
Gráfica 8.2 Distribución de averías Aires Acondicionados .....	102

## **Índice de ecuaciones**

---

Ecuación 8.1 Ecuación del cálculo de una muestra .....	87
--------------------------------------------------------	----

## **1. Introducción**

Un sistema de gestión es una guía para administrar, ejecutar y mejorar continuamente una organización o departamento tanto en sus procesos como en procedimientos. Estos aspectos generan beneficios económicos para cualquier empresa reduciendo costos, tiempos de reparación, ejecución de presupuesto, entre otros, por lo que la gestión integral de mantenimiento ha aumentado la importancia en su uso en las últimas décadas. También se encuentra que los modelos de gestión ayudan a crear una base para determinar objetivos, prioridades y estrategias, al lograr que todos los integrantes trabajen bajo una visión compartida.

Cuando se necesita definir objetivos, estrategias, fiscalización de mantenimiento, una metodología importante para lograrlo es mediante el Cuadro de Mando Integral, generando una visión y misión compartida, y planteando objetivos de mejora.

Considerando el estado actual de cada empresa o institución mediante el uso de auditorías, se logra definir y plantear las áreas que requieren mayor intervención, logrando una mayor eficiencia en las labores de cada departamento. El modelo de gestión aplica metodologías como la jerarquización de equipos, determinación de indicadores de gestión, estandarización de documentos y acciones, al igual que disminuir costos o parámetros que afectan la gestión.

## **1.1 Justificación del proyecto**

La ausencia de un plan de gestión en el Programa de Mantenimiento por Contratos del Departamento de Servicios Generales del Benemérito Cuerpo de Bomberos ha ocasionado que no existiera una base sólida cuando fue creado el programa, dificultando el cumplimiento de las responsabilidades que le competen, lo que genera un ambiente donde no se trabaja con objetivos medibles ni la posibilidad de proyectar sus funciones dentro de la organización.

En este momento, el Departamento de Servicios Generales tiene a cargo el mantenimiento de alrededor de 80 edificaciones en diferentes zonas del país. Para cada una de estas edificaciones se tienen ciertos programas de mantenimiento por contrato con empresas privadas. El gran número de edificios y estaciones de servicio dificulta la posibilidad de supervisar y fiscalizar los trabajos de mantenimiento considerando que existen alrededor de 8 sistemas de equipos en cada edificación, como sistema de alarmas, agua potable, acceso a portones, entre otros.

Además de la falta de personal, no se manejan indicadores de desempeño, eficiencia de los trabajos ni disponibilidad de los equipos, por lo que es difícil para el programa evidenciar la gestión de los contratos o mostrar su valor dentro de la institución para que no sean vistos como un gasto. Esto generaría un cambio en la imagen del programa, al no considerarlo como un gasto, sino como una inversión importante y necesaria para el cumplimiento de los objetivos institucionales. Sin una buena supervisión de los contratos y los mantenimientos aplicados se puede incurrir en más gastos para el departamento en forma de mantenimiento correctivo, viáticos de kilometraje, mano de obra, entre otros, aumentando el presupuesto necesario y generando que el programa no sea eficiente en sus funciones. Esto también puede generar problemas a futuro, debido a que mayores gastos significan menores posibilidades de manejo de recursos para emergencias.

La propuesta de modelo de gestión brinda una forma de generar el conocimiento de las herramientas necesarias para una buena gestión. Se diseña un sistema con la base de datos como un mejoramiento del método empleado actualmente, ya que es la mejor forma de llevar un control tanto de procedimientos de mantenimiento realizados como de indicadores necesarios para una buena función del departamento.



## **1.2 Objetivo del proyecto**

### **1.2.1 Objetivo general**

Optimizar la gestión del Programa de Mantenimiento de Edificaciones del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica mediante el diseño de un nuevo y actualizado modelo de gestión de mantenimiento.

### **1.2.2 Objetivo específico**

- a. Determinar el grado de madurez de mantenimiento a través de un diagnóstico con el uso de la norma internacional COVENIN 2500-93.
- b. Determinar las características del modelo de gestión de mantenimiento para el Programa de Mantenimiento de Edificaciones del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica.
- c. Generar una propuesta para estandarizar la documentación del programa de mantenimiento por contratos en cumplimiento con la norma ISO 9001.
- d. Proponer un sistema de indicadores financieros, procesos, personal y gestión de mantenimiento.
- e. Generar una propuesta de metodología para la selección de un *software* de gestión de mantenimiento y una base de datos transitoria para la información del programa.

## **1.3 Descripción de la institución**

### **1.3.1 Historia**

En Costa Rica, desde 1543 se tiene conocimiento de incendios en el territorio nacional. Conforme se avanza en la historia del país, se indican sucesos de incendios tanto accidentales como provocados intencionalmente. Esto en conjunto con el gran incendio en la casa propiedad de don Francisco María Iglesias en 1864, evidenció la necesidad de formar un cuerpo de bomberos debidamente organizado. Por lo tanto, el 27 de julio de 1865, el Ayuntamiento de San José presentó al Poder Ejecutivo el primer Reglamento Oficial del Cuerpo de Bomberos, un mes después de traer de los Estados Unidos una bomba para incendios.

En 1924 se realizó la promulgación de la Ley de Monopolio de Seguros en favor del Estado, mediante la cual el Cuerpo de Bomberos pasó a ser una dependencia del Banco Nacional de Seguros hoy conocido como el Instituto Nacional de Seguros (INS) y a partir del 2010 con la puesta en marcha de la Ley de Fortalecimiento Económico del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, se inicia una etapa de expansión y mejoramiento de los servicios que brinda la institución, uno de los cuales es el seguimiento, fiscalización y mantenimiento de edificaciones.

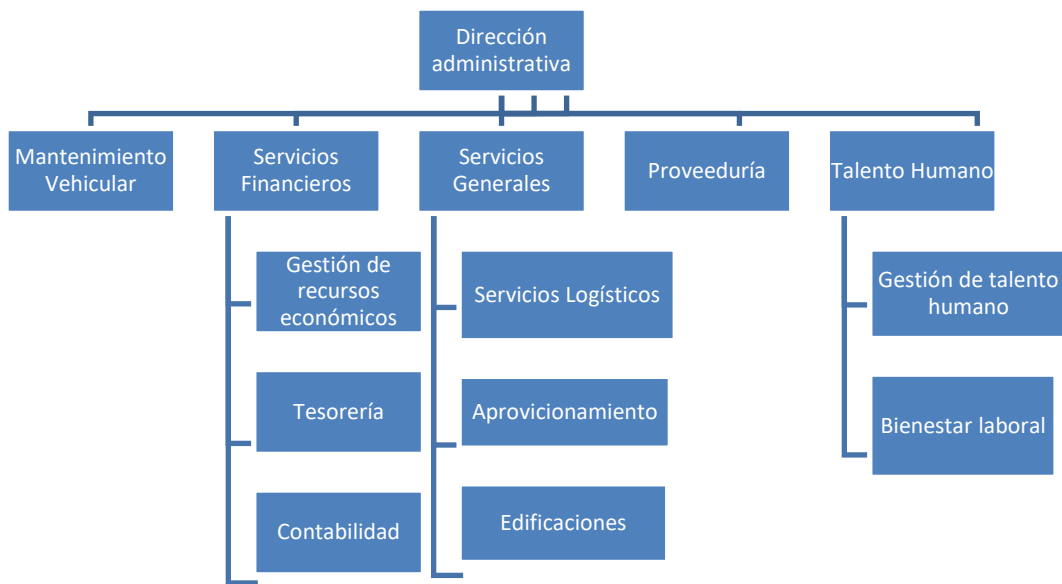


Figura 1.1 Organigrama del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica

Fuente: elaboración propia, Word

### 1.3.2 Misión

“Brindamos servicios de prevención y protección para salvaguardar la vida, los bienes y el medio ambiente” (Bomberos de Costa Rica, 2019, Misión).

### 1.3.3 Visión

“Brindamos servicios de prevención y protección para salvaguardar la vida, los bienes y el medio ambiente” (Bomberos de Costa Rica, 2019, Visión).

## 1.4 Metodología

*Tabla 1.1 Metodología del proyecto*

Objetivo	Actividad	Entregable
Determinar el grado de madurez de mantenimiento a través de un diagnóstico con el uso de normas internacionales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento del departamento.</li> <li>• Ejecución de un diagnóstico del programa de mantenimiento mediante la norma COVENIN.</li> <li>• Realiza el análisis de los resultados obtenidos.</li> <li>• Determinación de las brechas y expectativas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se obtiene el grado de madurez del Departamento de Mantenimiento para determinar las áreas que requieren mejora.</li> </ul>
Determinar las características del modelo de gestión de mantenimiento para el Programa de Mantenimiento por Contratos del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición del modelo de gestión por implementar para el Programa de Mantenimiento.</li> <li>• Con referencia a los resultados del diagnóstico y el modelo planteado, estudiar los puntos de mejora.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se obtiene la propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento para el Programa de Mantenimiento por Contratos del Benemérito Cuerpo de Bomberos.</li> </ul>
Generar una propuesta para estandarizar la documentación del programa en cumplimiento con la norma ISO 9001.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio de la norma ISO 9001 y los parámetros aplicables al departamento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formatos estandarizados para formularios, reportes, procedimientos, manuales y procesos necesarios.</li> </ul>
Proponer un sistema de indicadores de gestión de mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de la metodología del Balance Scorecard.</li> <li>• Realizar un FODA para el programa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicadores necesarios para todos los aspectos del programa y su medición.</li> </ul>
Generar una propuesta de metodología para la selección de un <i>software</i> de gestión de mantenimiento y una base de datos transitoria para la información del programa.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio de teoría de base de datos.</li> <li>• Revisión de metodologías para selección de <i>softwares</i> de mantenimiento.</li> <li>• Planteamiento de requisitos de operación del <i>software</i> para el programa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de la metodología adecuada para la selección de un <i>software</i> de mantenimiento.</li> <li>• Base de datos en Access para resguardar la información actual.</li> </ul>



## 1.7 Limitaciones

Entre las limitaciones del proyecto se encuentran las siguientes:

1. Gran cantidad de empresas subcontratadas, cada una con reportes y documentación personalizada. Estudiar cada una puede tomar un exceso de tiempo innecesario para la estandarización de documentos.
2. Carencia de modelos de gestión para departamentos de mantenimiento de bomberos. Se deberá estudiar modelos generales o similares y adaptar la información al departamento.
3. Poco historial debido a la juventud del programa tanto técnica como financiera. Se pretende estudiar la información actual.
4. Presupuesto fijo para el año 2019, cualquier mejoría o cambios pueden no ser económicamente viables para este año. Se plantea determinar cualquier mejora al departamento para ser considerada en la próxima generación de presupuesto.

## 2. Marco teórico

### 2.1 Mantenimiento

Como especifica Mora (2009, p. 38) en su libro *Mantenimiento, Planificación, Ejecución y Control*, la función principal del mantenimiento es maximizar la disponibilidad que se requiere para la producción de bienes y servicios, al preservar el valor de las instalaciones.

También agrega la siguiente definición:

...conseguir un determinado nivel de disponibilidad de producción en condiciones de calidad exigible, al mínimo coste, con el máximo nivel de seguridad para el personal que lo utiliza y lo mantiene y con una mínima degradación del medio ambiente. Al conseguir todos estos puntos se está ante una buena gestión integral de mantenimiento (Navarro y otros, 1997, p.38).

Si bien las definiciones sobre el significado de mantenimiento abundan, se puede concluir que al menos la mayoría tiene como base el mantener el estado de un equipo o servicio de forma que cumpla su función adecuadamente. Los objetivos del mantenimiento siempre deben estar definidos por ciertos criterios bases que engloban lo que se espera del mantenimiento, tales como disponibilidad de los equipos, costos más bajos, cumplimiento de normas de seguridad y eficiencia durante la vida útil del activo.

## **2.2 Orden de trabajo**

De acuerdo con García (2003):

La orden de trabajo es el documento en el que el mando de mantenimiento informa al operario o al técnico de mantenimiento sobre la tarea que tiene que realizar. Estas órdenes son una de las fuentes de información más importantes de mantenimiento, pues en ellas se recogen los datos más importantes de cada intervención. (p.250)

Las órdenes de trabajo son específicas para cada empresa, dependiendo de la actividad, de la organización, cantidad de mano de obra, equipos, etc. Lo importante es que sí se pueden definir ciertos datos necesarios para que este instrumento de información cumpla adecuadamente su función como:

- a. Número de orden correlativo
- b. El equipo o instalación en el que debe intervenir
- c. El trabajo que se debe realizar
- d. Herramientas y materiales necesarios
- e. Riesgos del trabajo, precauciones y los equipos necesarios
- f. Prioridad del trabajo
- g. Fecha y hora de emisión de la orden

## 2.3 Sistema GMAO

De acuerdo con Camps, Casillas, Dolors y Ginesta (2005):

Un sistema de gestión de base de datos relacional (SGBDR) da apoyo a la definición de datos mediante la estructura de datos del modelo relacional así como a la manipulación de estos datos con las operaciones del modelo; además asegura que se satisfacen las reglas de integridad que el modelo relacional establece.

Hoy en día la tendencia de las empresas y sus departamentos de mantenimiento es la informatización. Digitalizar la información es un estándar del siglo XXI que presenta en términos de mantenimiento ciertas ventajas y, por supuesto, inconvenientes de acuerdo con Garrido (2003), como se indica a continuación:

### Ventajas

- a. Control sobre la actividad de mantenimiento
- b. Control sobre el gasto
- c. Facilidad para la consulta de históricos
- d. Facilidad para la obtención de indicadores

### Desventajas

- a. Alta inversión inicial
- b. Burocratización del sistema
- c. Aumento del personal indirecto dedicado a tareas improductivas
- d. La información facilitada a menudo no es suficientemente fiable

Es importante determinar los objetivos que se pretenden con la informatización, ya que un Sistema de Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO) es un sistema o programa vacío que se necesitará personalizar, dicho de otra manera, es una herramienta utilizada por el personal para mejorar la productividad.



La recolección y la elaboración de datos necesarios para el funcionamiento de un programa de mantenimiento se debe realizar por medio de la implementación de un sistema informático que permita la gestión de todo lo relacionado con mantenimiento. Desde el momento en que se realiza un mantenimiento o se produce una avería, se registra el tipo de la avería, la urgencia, fecha y, por supuesto, la máquina o equipo en el que se presenta. Esto es de suma importancia, ya que con este historial es posible generar indicadores de gestión y así determinar la eficiencia de los programas y del departamento en cada momento.

Como especifican Cuatrecasas y Torrell (2010), se debe hacer hincapié sobre la importancia de dedicar el tiempo suficiente a planificar cómo deberá ser la aplicación informática, lo que se espera obtener al utilizarla, además de identificar cada una de las fases de la implantación. Se presenta en la tabla 2.1. un ejemplo de las etapas de implantación de una GMAO desde la perspectiva de la implementación de un programa de TPM.

*Tabla 2.1 Tabla de etapas para implementación de un sistema GMAO*

Etapa 1	Decisión de implantar un sistema GMAO y preparar plan desde TPM
Etapa 2	Decisión y creación del equipo de implantación
Etapa 3	Seleccionar un programa que se ajuste a nuestras necesidades
Etapa 4	Selección de un escenario de implantación
Etapa 5	Identificación de necesidades e interacciones con otros departamentos
Etapa 6	Formación y divulgación
Etapa 7	Implantación al resto e células productivas
Etapa 8	Estandarización del sistema y explotación de resultados
Etapa 9	Consolidación del sistema. Búsqueda de nuevos objetivos

Fuente: Cuatrecasas y Torres (2010).

### **2.3.1 Diseño de base de datos**

Un dato es conocido como la expresión mínima de un contenido respecto a un tema, por lo que una base de datos es un conjunto de datos que pertenecen a un mismo contexto y son almacenados de forma sistemática. El método o estructura más utilizado para el diseño de base de datos es el relacional, el cual tiene una estructura con un conjunto de esquemas que se relacionan por medio de atributos, claves, entre otros (Matarrita, 2018).

Para el diseño existen tres fases o etapas:

- a. Diseño conceptual
- b. Diseño lógico
- c. Diseño físico

Matarrita (2018) también indica la definición de las tres etapas mencionadas anteriormente, las cuales se citan a continuación.

En el diseño conceptual se obtiene una estructura de cómo será la base de datos independientemente de la tecnología que se empleará. Esta etapa tiene la función de enfocarse en la estructura que deberá llevar la base de datos sin contemplar nada más del diseño. El modelo más utilizado en el modelo entidad relación.

Por su parte, en el diseño lógico se parte de lo obtenido del diseño conceptual, asumiendo que cualquier inconveniente o problema de estructuración de la información se solucionó en el paso anterior. En esta etapa se enfocará más en la parte tecnológica del modelo de base de datos.

Finalmente, se llega al diseño físico, donde se transforma lo obtenido en la etapa anterior en un modelo de implementación físico mediante el uso de un *software*.

## **2.4 Modelo de gestión**

Un modelo de gestión de mantenimiento debe ser eficaz, eficiente y oportuno, es decir, debe estar alineado con los objetivos impuestos en base a las necesidades de la empresa,

minimizando los costos de mantenimiento (asociados con las pérdidas de producción). A su vez, debe ser capaz de operar, producir y lograr objetivos con el mínimo costo (minimizando los costes directos de mantenimiento), generando a su vez actividades que permitan mejorar los indicadores clave del proceso de mantenimiento, asociados a mantenibilidad y confiabilidad. (Viveros, Stegmaier, Kristjanpoller, Barberá y Crespo, 2013, p.126)

Dicho de otra manera, un modelo es una representación gráfica e idealizada sobre cómo debería funcionar un sistema. Representa la realidad generada para que se facilite su comprensión y estudio. Históricamente ha sido subvalorada la importancia de tener un modelo de gestión eficiente, puede inclusive verse como un mal necesario. Por esto, cuando se habla de modelos de gestión de mantenimiento, es importante relacionarlos con los objetivos empresariales y dirigirse a una mayor eficiencia.

De acuerdo con López y Crespo (2008), las características que todo modelo de gestión de mantenimiento debería tener son:

1. Enfoque de procesos de entrada-salida
2. Metodología clara para la implementación
3. Generación de documentos y registros
4. Vinculación de objetivos
5. Incorporación de técnicas de soporte
6. Enfoque a sistemas de GMAO
7. Flexibilidad para adoptar técnicas modernas
8. Gestión de recursos materiales, la evaluación y la mejora
9. Cíclico

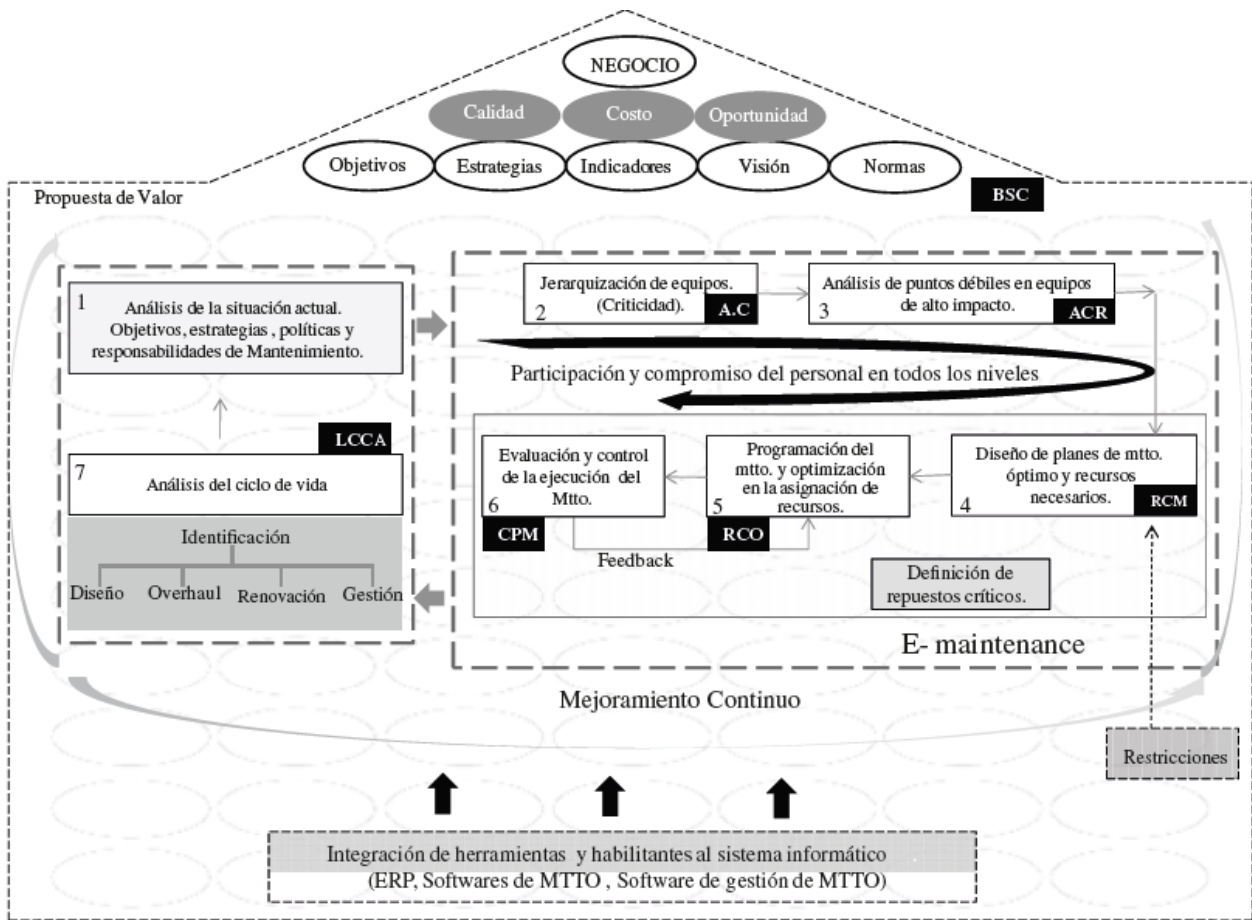


Figura 2.1 Ejemplo de un modelo de gestión de mantenimiento

Fuente: Viveros, Stegmaier, Kristjanpoller, Barberá y Crespo (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo

## 2.5 Mantenimiento autónomo

Según Cuatrecasas y Torrell (2010), la filosofía básica del mantenimiento autónomo es que la persona que opera con un equipo productivo se ocupe de su mantenimiento. Cuando en una empresa se adopta o se implementa el mantenimiento autónomo, el operario del área de producción asume tareas de mantenimiento para los equipos de los que está a cargo o al menos los que utiliza en el día a día. Muchas de esas tareas son del tipo preventivo, como limpieza, observaciones, ajustes, entre otros y se realizan basadas en dos objetivos: mantenimiento de las tareas básicas y la advertencia o encuentro de fallas.

Otra intención del mantenimiento autónomo es entrar en el área de gestión de los equipos, propiamente la eficiencia de estos, al involucrar al personal directo en los resultados del trabajo por realizarse.

La figura 2.2 ejemplifica la distribución de responsabilidades de mantenimiento entre el personal operativo y el de mantenimiento.

*Tabla 2.2 Relación de actividades y responsabilidades en el M.A*

ACTIVIDAD	MANT/MEJORA	PERSONAL PROD	PERSONAL MANT.
Producción	Preparación y ajuste	X	
	Operación	X	
Mantenimiento autónomo	Limpieza	X	
	Engrase	X	
	Aprietes mecánicos	X	
	Otros diarios	X	
Mantenimiento preventivo	Inspecciones y comprobaciones	X	
	Actividades periódicas de mantenimiento		X
Mantenimiento correctivo	Averías reparables desde puesto de trabajo	X	
	Averías no reparables desde puesto de trabajo		X
Mejoras	Operativas	X	X
	Automatización y calidad		X
	Chequeos y concepción global		X

Fuente: Cuatrecasas y Torres (2010).

Entre los beneficios de la implementación del mantenimiento autónomo se encuentran:

- Limpieza con inspección constante de la maquinaria y equipo.
- Detección oportuna y reportes inmediatos sobre la variación en parámetros de operación.
- Participación del operario de la máquina en las inspecciones de mantenimiento.
- Armonía en las relaciones con los técnicos de mantenimiento.
- Entendimiento de la labor que lleva a cabo el Departamento de Mantenimiento en los equipos.
- Seguimiento disciplinado de los procedimientos de encendido, operación y apagado de la máquina.
- Aportes al momento de reportar una falla.

- Revisión de la calidad y disponibilidad de los materiales que serán procesados por la maquinaria.
- Incremento en el control de la calidad del producto que sale de la máquina.
- Conciencia y compromiso a la hora de medir el trabajo de mantenimiento y reportarse las horas de parada de la maquinaria.

Las etapas para la implementación de un programa de mantenimiento son las siguientes de acuerdo con Cuatrecasas y Torrell (2010):

- a. Planificación de la formación: conceptos, fechas y duración
- b. Diseño de sencillos manuales de aplicación
- c. Formación, motivación e implicación del personal
- d. Diseño de las hojas de registro de datos
- e. Descripción de la ficha de operación del puesto de trabajo
- f. Descripción de herramientas y útiles del puesto de trabajo
- g. Diseño de planes de vigilancia de la producción
- h. Diseño de las tareas y frecuencias de las operaciones de mantenimiento
- i. Diagramas de actuación frente a la detección de defectos
- j. Hoja de instrucciones generales

## **2.6 Norma COVENIN**

La Comisión de Venezolana de Normas Industriales fue creada en 1958, con la intención de que fungiera como el organismo encargado de programar y coordinar las actividades de normalización y calidad en el país venezolano. Para elaborar las normas pertinentes existen comités y comisiones técnicas relacionadas con las áreas específicas que se necesita regular.

Entre las normas de particular interés para este proyecto se encuentran la COVENIN 2500-93 y la COVENIN 3049-93.

## 2.6.1 Norma COVENIN 2500-93

Esta norma establece un marco conceptual sobre lo que se requiere de la función de un departamento de mantenimiento, estableciendo criterios y principios básicos para dicha función. Para el análisis del mantenimiento es necesario tener en cuenta ciertas definiciones, con el fin de comprender más adecuadamente la función de este. Entre todas las que presenta esta norma, se indicarán solamente las relevantes para el análisis que posteriormente se presentará.

*Sistemas productivos (SP):* son aquellas siglas que identifican a los sistemas productivos en los cuales se pueden encontrar dispositivos, equipos e instalaciones sujetos a mantenimientos.

*Mantenimiento:* es el conjunto de acciones que permite conservar o restablecer un SP 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 SP 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.

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

*Políticas de mantenimiento:* son los lineamientos para lograr los objetivos de mantenimiento.

### 2.6.1.1 Tipos de mantenimiento

#### Mantenimiento correctivo

Este tipo de mantenimiento está asociado con la reacción a los eventos, ya que se realiza el mantenimiento a un equipo o componente que ha fallado. Rodríguez, Miguel y Sánchez (2001) lo definen como un mantenimiento cuya función es restaurar el estado operacional de un equipo o componente, en el que no se realiza un planeamiento previo, ya que se toman las decisiones hasta que ocurre la falla. De acuerdo con la norma COVENIN, este mantenimiento trata de eliminar las necesidades mediante la corrección de fallas a mediano plazo.

### Mantenimiento preventivo

De acuerdo con Duffuaa , Raouf y Campbell (2000, p.75), el mantenimiento preventivo se define como: “una serie de tareas planeadas previamente, que se llevan a cabo para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de las funciones para las que fue creado un activo. Puede planearse y programarse con base en el tiempo, el uso o la condición del tiempo”. Este tipo de mantenimiento se concentra en preservar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos con el fin de cumplir o incluso alargar la vida útil del activo.

### Mantenimiento por avería

Su objetivo es mantener en servicio adecuadamente los sistemas, minimizando sus tiempos de parada, es ejecutado por el personal de mantenimiento de la organización. La atención a las fallas debe ser inmediata y, por tanto, no da tiempo a ser “programada”, pues implica el aumento de costos y de paradas innecesarias del personal y equipos.

### Mantenimiento programado

Toma como base las instrucciones técnicas recomendadas por los fabricantes, constructores, diseñadores, usuarios y experiencias conocidas, para obtener ciclos de revisión, esto con el fin de determinar la carga de trabajo que es necesario programar.

### Mantenimiento contratado

Es una estrategia administrativa donde el centro decide contratar de forma parcial o total servicios a terceros para el mantenimiento preventivo o correctivo con el fin de conservar y mantener el recurso físico. Esta podrá combinarse con las otras categorías de mantenimiento y de tipo de orden de trabajo, con el objetivo de obtener indicadores y costos diferenciados.



### 2.6.2 Norma COVENIN 2500-93

Esta norma presenta un método cuantitativo, para facilitar la evaluación de departamentos o programas de mantenimiento. Principalmente está enfocada en los departamentos de mantenimiento de empresas manufactureras, pero puede adaptarse a la realidad de cada empresa. Esto se puede realizar seleccionando adecuadamente los puntos que competen de acuerdo con el tipo de servicio o proceso productivo de la organización. Para evaluar la capacidad de gestión de mantenimiento de una empresa, esta norma utiliza el análisis de 12 áreas donde se establecen ciertos criterios de ponderación de principios necesarios para lograr los objetivos de mantenimiento.

Estas 12 áreas están incluidas y distribuidas entre los siguientes cuatro factores principales:

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

En la tabla 2.3 se muestran los factores y su subdivisión en áreas de acuerdo con la norma.

Para aplicar esta norma y generar el análisis comparativo entre lo que es y lo que debería ser el departamento de mantenimiento, se deben tener dos conceptos muy claros:

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 del mantenimiento” (COVENIN, 1993, p. 1).

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” (COVENIN, 1993, p. 1).

Una vez comprendidos todos los conceptos, en esta sección se puede desarrollar la metodología de aplicación de la norma. Para la ponderación de los principios básicos, es necesario tomar en cuenta varias consideraciones:

- a. El evaluador debe realizar una entrevista con el coordinador de mantenimiento de la organización o el departamento.
- b. El evaluador debe mantener una entrevista con el dirigente de mantenimiento de la organización, con el objetivo de analizar los aspectos cualitativos recopilados de los diferentes principios básicos.
- c. En el contacto inicial, no se debe realizar un análisis profundo de la situación, por lo que no se deben considerar todavía los posibles deméritos que puedan existir.
- d. Si el evaluador encuentra en el primer contacto que el principio básico existe, automáticamente se asignará la puntuación completa.
- e. Si no se percibe la existencia del principio básico, el evaluador asignará cero como puntuación.

### **Criterios para la ponderación de los deméritos**

La ponderación de los deméritos se realiza de acuerdo con estas dos consideraciones:

- a. El evaluador debe realizar una investigación exhaustiva y minuciosa en la organización, con la cual se considere la existencia del demérito y cada uno de los detalles acerca de este que puedan contribuir a disminuir la eficiencia del principio básico.
- b. Los deméritos identificados deben restar la puntuación al principio básico, de forma que el evaluador pueda tomar la decisión de restar un valor desde cero hasta el valor máximo del demérito, dependiendo del nivel de existencia del demérito.

Una vez realizada la auditoría, se debe adjuntar una hoja resumen que contiene el resultado de la evaluación realizada en la empresa, llenando cada una de las casillas en blanco del formato que se adjunta al final de la norma. La columna que tiene una consideración particular es la de los deméritos (columna D), debido a que se debe presentar la sumatoria de cada uno de los puntajes correspondientes.

Finalmente, se debe presentar un reporte de la auditoría realizada, el cual está compuesta por un resumen, una sección de observaciones y recomendaciones sobre algunas de las áreas, los diferentes deméritos por área y la ficha de evaluación (Comisión Venezolana de Normas Industriales, 2001).

Tabla 2.3 Factores por evaluar con la norma COVENIN 2500-93

Factor	Área	Principio básico
Organización de la empresa	Organización dentro de la institución	Funciones y responsabilidades
		Autoridad y autonomía
		Sistema de información
	Apoyo logístico	Apoyo administrativo
		Apoyo gerencial
		Apoyo general
Organización de las funciones de mantenimiento	Organización de mantenimiento	Funciones y responsabilidades
		Autoridad y autonomía
		Sistema de información
Planificación, Programación y Control de las Actividades de Mantenimiento	Planificación de mantenimiento	Objetivos y metas
		Políticas para información
		Control y evaluación
	Mantenimiento rutinario	Planificación
		Programación e implementación
		Control y evaluación
	Mantenimiento programado	Planificación
		Programación e implementación
		Control y evaluación
	Mantenimiento circunstancial	Planificación
		Programación e implementación
		Control y evaluación
	Mantenimiento correctivo	Planificación
		Programación e implementación
		Control y evaluación
	Mantenimiento preventivo	Determinación de los parámetros
		Planificación
		Programación e implementación
		Control y evaluación
	Mantenimiento por avería	Atención a fallas
		Supervisión y ejecución
Información sobre averías		
Competencia del personal y recursos	Personal de mantenimiento	Cuantificación de las necesidades del personal
		Selección y formación
		Motivación e incentivos
	Recursos	Equipos
		Herramientas
		Instrumentos
		Materiales
		Repuestos

Fuente: Comisión Venezolana de Normas Industriales (2001).

## **2.7 Cuadro de mando integral**

Hoy en día las organizaciones están presionadas por mejorar su gestión o capacidad de operación y al mismo tiempo mejorar su rentabilidad o uso de recursos. Por esta y otras razones, el mantenimiento adecuado de equipos debe considerarse una gran inversión y no como un gasto más dentro de la entidad. Es clave en el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la organización y crea un valor agregado al cliente mediante la entrega de mejores servicios.

### **2.7.1 Perspectivas del Balance Scorecard**

#### Perspectiva financiera

En un mundo regido por las ganancias de capital o utilidades, la perspectiva financiera dentro del Balance Scorecard es de suma importancia. Esta perspectiva sirve de enfoque para el desarrollo de las otras perspectivas, midiendo si la ejecución de estas está generando resultados satisfactorios. De forma más concreta, se puede determinar que esta perspectiva define indicadores con los cuales es posible determinar el impacto financiero de las acciones tomadas. Los indicadores financieros para el área de mantenimiento, a su vez, se pueden agrupar en indicadores de efectividad y costes de mantenimiento (Amendola, 2012).

#### Perspectiva del cliente

En esta perspectiva se pretende resolver o responder a las exigencias, expectativas o necesidades del cliente. Este puede ser interno o externo dependiendo del negocio de la empresa. Aun si los indicadores financieros están en buen estado, si la satisfacción del cliente no es la adecuada, se encontrarán problemas a futuro. Traduce la estrategia y visión en objetivos sobre satisfacción del cliente.

### Perspectiva de procesos internos

Esta perspectiva se basa en identificar cuáles son los procesos dentro de la institución o empresa en donde hay mayor influencia del mantenimiento. Esto permite determinar las ventajas y deficiencias de forma que se puedan solucionar y cumplir las metas establecidas. Con esto, es posible lograr la satisfacción de los clientes. Usualmente se establecen los indicadores de esta perspectiva después de haber realizado las primeras dos perspectivas.

### Perspectiva de aprendizaje y crecimiento personal

Se refiere a los objetivos e indicadores que sirven como plataforma para un mejor desempeño futuro de la empresa. Hace referencia a la importancia de los activos intangibles como su personal, con sus capacidades, competencias, cultura y motivación. Se debe invertir para crear valor futuro.

El Cuadro de Mando Integral (*Balanced Scorecard*) consiste en traducir la estrategia en cuatro perspectivas: Cliente, Negocio Interno, Innovación y Aprendizaje y Perspectiva Financiera, sustentadas cada una de ellas en objetivos, indicadores de gestión, metas e iniciativas interactivamente conectadas en una relación causa efecto.

Dentro de los beneficios más importantes se puede indicar, por ejemplo, la reorientación del enfoque gerencial, vinculando las estrategias de corto plazo con las de largo plazo. Esto se logra mediante los siguientes cuatro procesos:

- Visión compartida.
- Comunicación y enlace.
- Elaboración del plan de negocios.
- Retroalimentación y aprendizaje.

## 2.8 Norma UNE-EN 15341

La mayoría de estos indicadores se aplican a todos los edificios, espacios y servicios industriales y de apoyo. Se deben utilizar para:

- a. Medir el estado
- b. Realizar comparaciones
- c. Realizar diagnósticos
- d. Identificar objetivos
- e. Planificar acciones de mejora
- f. Medir los cambios de manera continua en el tiempo

El sistema de indicadores de mantenimiento está dividido en tres grupos o definiciones: indicadores económicos, técnicos, y organizacionales. Por su parte, la norma describe un sistema para gestionar los indicadores clave de rendimiento con el fin de verificar el mantenimiento.

La figura 2.2. muestra los factores externos e internos que influyen en el rendimiento del mantenimiento y consecuentemente en los tres grupos de indicadores clave.

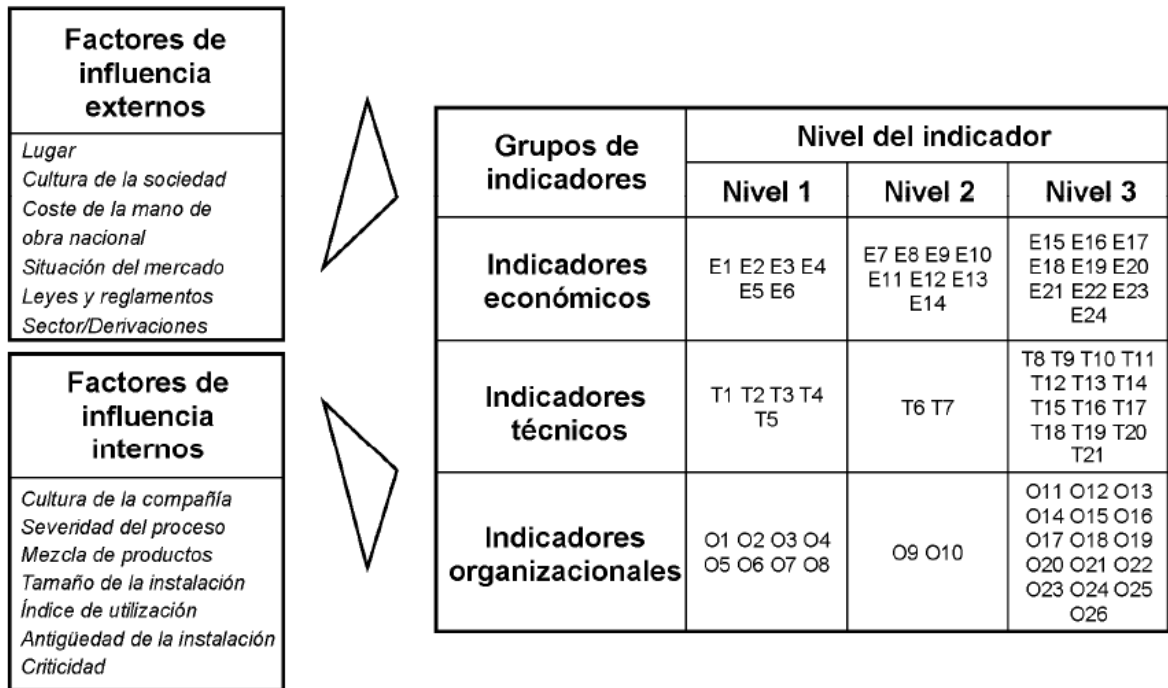


Figura 2.2 Indicadores clave de Rendimiento en Mantenimiento y los factores que los influyen.

Fuente: UNE-EN 15341 (2008)

### 2.8.1 Metodología para la selección y uso de indicadores clave de rendimiento del mantenimiento

- a. Definir los objetivos por alcanzar en cada nivel.
- b. Selección de los indicadores necesarios.
- c. Definición y recopilación de los datos básicos necesarios.
- d. Cálculo de los indicadores.



## 2.9 ISO

La International Organization for Standardization (ISO) es una organización internacional, independiente y no gubernamental encargada de desarrollar estándares internacionales relevantes para los diversos mercados del mundo. Actualmente esta organización tiene miembros en 160 países y solo existe un miembro por cada nación.

ISO ha publicado 22386 estándares, los cuales abarcan prácticamente todas las áreas o industrias desde tecnología hasta salud y agricultura. Estos estándares, aunque son voluntarios, son de calidad mundial aplicados a productos, servicios o sistemas buscando siempre la seguridad y la eficiencia.

### 2.9.1 Normas Iso

La ISO 9001 es una norma de sistemas de gestión de calidad, la cual supera el millón de certificados alrededor del mundo. Es aplicable a cualquier organización y proporciona la forma o estructura, procedimientos y recursos necesarios o herramientas para mejorar el rendimiento y centrarse en la satisfacción del cliente.

La certificación ISO 9001 ayuda a transmitir

- a. Compromiso a sus acciones
- b. Reputación de su organización
- c. Satisfacción del cliente
- d. Ventaja competitiva

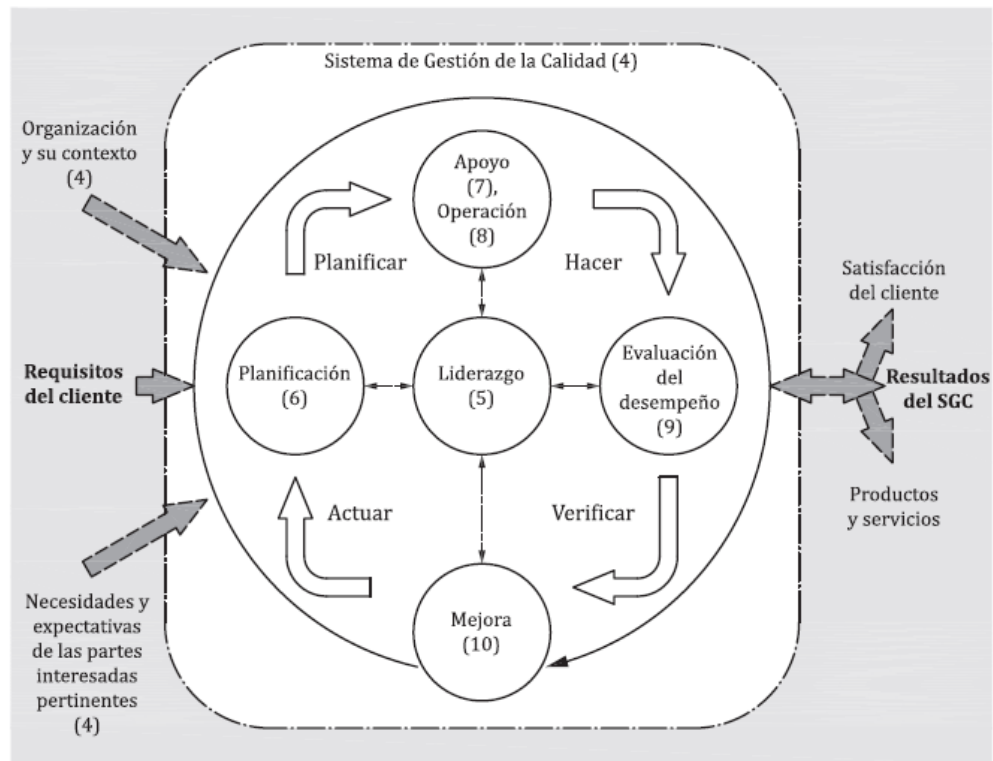


Figura 2.3 Ciclo PHVA

Fuente: Norma ISO 9001

El ciclo PHVA se describe en la norma de la siguiente manera:

- a. Planificar: establecer los objetivos del sistema y sus procesos, así como los recursos necesarios para generar y proporcionar resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.
- b. Hacer: implementar lo planificado.
- c. Verificar: realizar el seguimiento y la medición de los procesos, los productos y servicios resultantes respecto a las políticas, los objetivos, los requisitos y las actividades planificadas e informar sobre los resultados.
- d. Actuar: tomar acciones para mejorar el desempeño, cuando sea necesario.

Un artículo de importancia de la norma ISO 9001 para modelos de gestión que involucran edificaciones o estaciones de diferentes tipos es el capítulo 7 de Apoyo en el área de Recursos. El artículo 7.1.3 Infraestructura específica: “La organización debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura necesaria para la operación de sus procesos y lograr la conformidad de los productos y servicios”.

La infraestructura puede incluir:

- a. Edificios y servicios asociados.
- b. Equipos, incluyendo *hardware* y *software*.
- c. Recursos de transporte.
- d. Tecnologías de la información y comunicación.

### ISO 17020

Esta norma especifica los criterios necesarios o generales para el funcionamiento y operación de organismos que realizan inspecciones. La misma puede ser utilizada como documento de requisitos y es utilizable en todas las empresas u organizaciones que realizan inspecciones, entre las cuales pueden ser exámenes de materiales, productos, instalaciones, procesos o plantas. Su implementación controla y mejora los aspectos que afectan la satisfacción del cliente.

Entre los parajes fundamentales por contemplar para gestionar un adecuado sistema de mantenimiento pueden encontrarse los siguientes siete puntos:

- a. Registro de Unidades.
- b. Plan de Mantenimiento Preventivo.
- c. Control y Flujo de Órdenes de Trabajo.
- d. Control de Inventarios.
- e. Compras.
- f. Documentación Técnica.
- g. Análisis y Realimentación.

## 2.10 Muestreo

Ingenieros y científicos, por lo general, están expuestos durante el día a día a la recolección de datos en cualquiera de sus actividades profesionales. Normalmente no se tiene el tiempo ni los recursos necesarios para que un censo (cuando se tiene toda la información necesaria de un grupo o población específica) sea práctico. De acuerdo con Devore (2008): “las técnicas para generalizar desde una muestra hasta una población se congregan dentro de la rama de la disciplina llamada estadística inferencial”. Básicamente, la estadística inferencial es una forma de usar datos de una muestra para llegar a conclusiones sobre una población.

Considerando a Espinoza (2016), una población es una colección de personas, objetos o eventos de los cuales se quiere obtener o generar una conclusión. La muestra en cambio es un subconjunto de la población. Por su parte, una muestra aleatoria es aquella donde cada miembro de la población tiene la misma posibilidad de ser incluido en la muestra.

Se necesita identificar la forma de que la muestra o los resultados de esta indiquen algo sobre la población. En muchas situaciones es necesario determinar qué tan grande debe ser una muestra para que los resultados sean confiables y hacer una afirmación con respecto a la población finita contemplada.

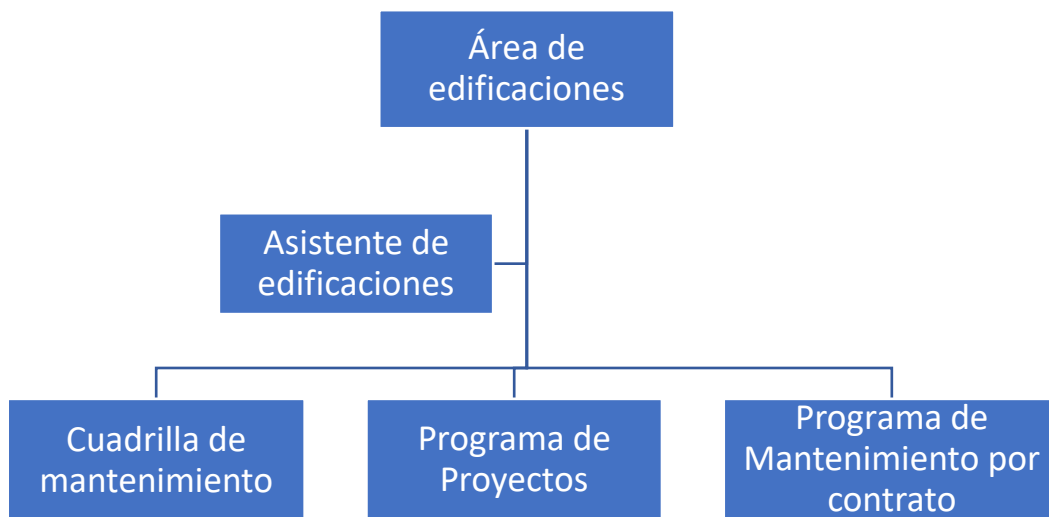
Como en todas las ramas de la ingeniería, siempre existe un error asociado a los cálculos o mediciones, por lo que la estadística no es la excepción. El error de muestreo se puede definir como el resultado de medir cierta información de una muestra para estimar valores específicos de una población. De acuerdo con Vivanco (2005), el error máximo admisible es una decisión del investigador. Cuando este se estima, se elige un valor entre 0 y 1 para leerse en términos de porcentaje. Si se muestra este error como el error  $\alpha$  indicado para la construcción de intervalos de confianza, se puede definir como la probabilidad de error al estimar dicho intervalo de confianza que corresponde al indicador numérico del grado de confianza con que se realiza una estimación.

### 3. Departamento de Servicios Generales

#### 3.1 Estructura departamental

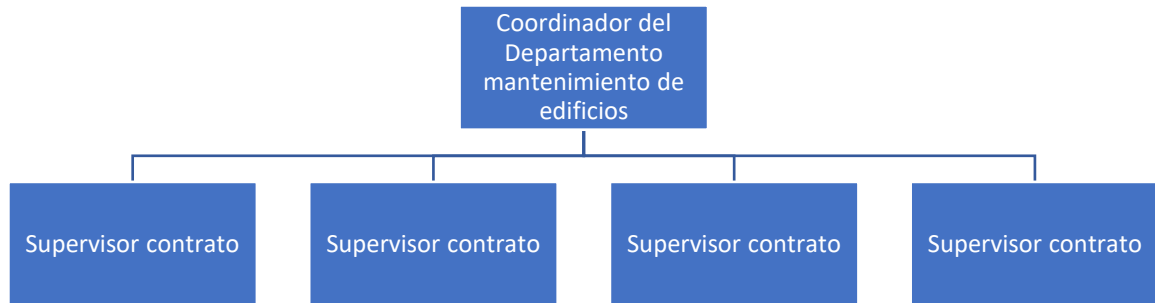
El Cuerpo Benemérito de Bomberos posee un departamento de servicios generales. En este se encuentra el área de edificaciones cuyo organigrama se muestra en la figura 2.1. Este se centra en el cumplimiento de ciertos servicios que debe ofrecer dentro de su estructura, como el diseño de nuevas edificaciones, restauraciones, compra de equipos, mantenimiento de los sistemas en las edificaciones, mantenimiento de infraestructuras, entre otros

Este proyecto se genera para el programa de mantenimiento por contratos dentro del Departamento de Mantenimiento de Edificaciones. El cual está conformado por dos ingenieros en Mantenimiento Industrial (uno como coordinador del área de mantenimiento de edificaciones y el otro como coordinador del programa de mantenimiento por contratos), un asistente administrativo y 5 supervisores de contratos.



Fuente: elaboración propia, Word

Figura 2.1 Organigrama del Departamento de Servicios Generales



Fuente: elaboración propia, word

*Figura 2 2 Organigrama programa mantenimiento*

### **3.2 Gestión del programa de mantenimiento por contratos**

El programa de mantenimiento por contratos se encarga de supervisar la adecuada ejecución de los mantenimientos tercerizados por la entidad. Dicho programa es completamente tercerizado, ninguna tarea de mantenimiento que se coordine es realizada por la cuadrilla del Departamento de servicios generales. Fue creado oficialmente en el 2017, por lo que trabaja en el cumplimiento de ciertos objetivos planteados a lo interno, mas no oficializados.

Los supervisores tienen a cargo la correcta gestión de por lo menos cuatro contratos de los cuales son responsables. Estos contratos se presentan en la tabla 3.1.

*Tabla 3.1 Contratos del programa de mantenimiento por contratos*

<b>CONSECUTIVO</b>	<b>CONTRATO</b>
1	CONTRATO DE FUMIGACIONES
2	CONTRATO DE MANTENIMIENTO DE TANQUES SÉPTICOS
3	CONTRATO DE MANTENIMIENTO DE SISTEMAS CONTRA INCENDIOS
4	CONTRATO DE MANTENIMIENTO DE AIRES ACONDICIONADOS
5	CONTRATO DE MANTENIMIENTO DE UPS'S
6	CONTRATO DE MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE ALARMAS
7	CONTRATO DE MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE SONIDO
8	CONTRATO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPO CRÍTICO
9	CONTRATO DE MUESTREO DE CALIDAD DE AGUA POTABLE
10	CONTRATO DE MANTENIMIENTO DE PORTONES
11	CONTRATO DE MANTENIMIENTO DE PLANTAS ELÉCTRICAS
12	CONTRATO DE MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE BOMBEO
13	CONTRATO DE MANTENIMIENTO DE ELEVADORES
14	CONTRATO DE SUMINISTRO DE CLOSETS
15	CONTRATO DE MANTENIMIENTO DE PERSIANAS
16	CONTRATO DE SUMINISTRO DE ROTULACIÓN
17	CONTRATO DE MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES
18	CONTRATO IMPERMEABILIZACIÓN DE LOSAS
19	CONTRATO DE MANTENIMIENTO DE CALENTADORES SOLARES

Fuente: Documentación Programa de Mantenimiento por contratos.

Para definir los contratos se efectúa una licitación, la mayoría de ellos tiene una duración de 4 años. Entre las funciones que se deben ejecutar para una debida supervisión de los contratos, los supervisores deben verificar que se cumpla el cronograma de visitas de mantenimiento preventivo en todas las estaciones alrededor del país (si el contrato lo especifica), manejar los presupuestos establecidos, control de partidas de viáticos, repuestos, entre otros. Una de las funciones más importantes es la de registro de información de fallas y su consecuente solución. La tabla 3.2. es un resumen de la cantidad de reportes de avería para el año 2018.

*Tabla 3.2 Cantidad de averías por sistema durante el periodo 2018*

<b>SISTEMA</b>	<b>REPORTES</b>	<b>PROMEDIO MENSUAL</b>
01_FUMIGACIÓN	13	1
02_TANQUES SÉPTICOS	5	0
04_AIRE ACONDICIONADO	99	8
03_SFCI	0	0
05_UPS	1	0
06a_ALARMA INCENDIO	12	1
06b_ALARMA ROBO	14	1
07_SISTEMA SONIDO	27	2
08_EQUIPO CRÍTICO	1	0
09_ANÁLISIS DE AGUAS	2	0
10_PORTONES Y MOTORES	112	9
11_PLANTAS ELÉCTRICAS	14	1
12_SISTEMAS DE BOMBEO	28	2
13_ELEVADORES	1	0
14_CLOSETS	15	1
15_PERSIANAS	7	1
16_ROTULACIÓN	4	0
17_OTROS	37	3
<b>TOTAL</b>	<b>392</b>	<b>33</b>

Fuente: Documentación Programa de Mantenimiento por contratos

Dicho registro se realiza actualmente en un Excel en la plataforma Google drive, debido a que el espacio del disco duro interno del programa está cerca de acabarse, por lo que el departamento de IT ha establecido que el programa debe generar su base de datos en línea y de paso liberar espacio en el disco. Actualmente no se cuenta con presupuesto para la adquisición de un *software* de manejo de mantenimiento, lo cual, junto con el hecho de que el registro de fallas no se realiza adecuadamente, genera una deficiente gestión de mantenimiento. Hoy las solicitudes o reportes de avería que se ingresan en el Excel se realizan por medio de la plataforma SIGAE (Sistema de Información para la Atención de Emergencias), las cuales llegan directamente al asistente administrativo, quien envía por correo electrónico dicha información al Programa de Mantenimiento. Esta forma de procesamiento y comunicación de los datos es deficiente y no permite siempre una buena atención a las solicitudes.



Consec	PRIORIDAD	ENVIADA	Fecha de	Tipo de	Número	Destino	Persona que reporta	Estación	Descripción	Sistema	Estado	Presup
PM2019-1	BAJA	Si	02/01/2019	RA	5	EDIFICIO	MANUEL MONGE GONZALES	2-13 UPALA	SE NECESITA UN AIRE ACONDICIONADO ESTO PARA LA SALA DE CAPACITACION DE LA ESTACION. DEBIDO A LAS TEMPERATURAS QUE IMPERAN EN LA ZONA.	18 NUEVOS SUMINISTROS	EN PROCESO	
PM2019-2	URGENTE	No	02/01/2019	RA	6	EDIFICIO	JOSE LUIS CASTRO CARRILLO	6-3 CIUDAD NEILY	SE REQUIERE LA REVISION DE UNO DE LOS PORTONES GRANDES EN LA PARTE FRONTAL DE LA ESTACION, ENTRE LA PAREDE Y EL TECHO, SE	10 PORTONES Y 01 FUMIGACION	ATENDIDO	
PM2019-3	MEDIA	Si	04/01/2019	RA	40	EDIFICIO	OLGER GILBERTO CASTRO MORA	1-11 ACOSTA	A LA HORA DE ABRIR CERRAR EL PORTON NO ESTA FUNCIONANDO LA	10 PORTONES Y 07 SISTEMA	ATENDIDO	
PM2019-4	MEDIA		05/01/2019	RA	44	EDIFICIO	INRY ALONSO CEDENO GUADAM	8-2 GUAPILES	SE NECESITA REVISAR LOS PARLANTES DE LOS APOSENTOS, DEBIDO A	06b ALARMA ROBO	ATENDIDO	Si
PM2019-5	MEDIA		05/01/2019	RA	45	EDIFICIO	MANUEL MONGE GONZALES	2-13 UPALA	ALARMA PRESENTA ACTIVACION DE LOS SENSORES DE LAS ZONAS U SIN	06b ALARMA ROBO	ATENDIDO	Si
PM2019-6	MEDIA	Si	05/01/2019	RA	46	EDIFICIO	RICARDO ART. TORRES CESPEDE	2-7 SAN RAMON	SE HIZO UN REPORTE AL DICE POR PROBLEMAS EN EL TELEFONO DE LA	10 PORTONES Y 04 AIRE	ATENDIDO	Si
PM2019-7	MEDIA		06/01/2019	RA	47	EDIFICIO	JESUS BRENES CASCANTE	6-12 GARABITO	SE DETECTA FALLA DEL MOTOR DEL PORTON PRINCIPAL DE LA SALA DE	10 PORTONES Y 04 AIRE	ATENDIDO	Si
PM2019-8	URGENTE	Si	06/01/2019	RA	48	EDIFICIO	OSCAR FABIAN VARGAS QUIROS	4-2 BELEN	PORTONES Y SENSORES DE RECHO DE LA SALA DE MAQUINA DANADO YA	10 PORTONES Y 04 AIRE	ATENDIDO	Si
PM2019-9	URGENTE		07/01/2019	RA	49	EDIFICIO	ROANDER ALBERTO RUIZ CAMPO	5-7 FILADELFA	DESDE EL 23/12/2018 NO FUNCIONA, SE REVISAS ES NECESARIO REALIZAR	07 SISTEMA	EN PROCESO	
PM2019-10	ALTA		07/01/2019	SP	54	EQUIPO	RANDALL BARRANTES BONILLA	5-11 HUACAS	SE REQUIERE LA REPARACION DE LA ENTRADA DE PEGING A LA CONEXION	04 AIRE	ATENDIDO	Si
PM2019-11	MEDIA		09/01/2019	RA	126	EQUIPO	JOSE ANGEL CASTILLO MONTERO	6-8 EL ROBLE	EL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE LA SALA DE TV NO FUNCIONA Y	06b ALARMA ROBO	ATENDIDO	Si
PM2019-12	MEDIA		10/01/2019	RA	137	EQUIPO	JAFET CARRANZA ARIAS	6-9 PAQUERA	EL SISTEMA PROVISIONAL DEL ALARMA UBICADO EN EL EDIFICIO ESTA	12 SISTEMAS DE	ATENDIDO	Si
PM2019-13	ALTA		10/01/2019	RA	138	EDIFICIO	MARCO ROSALES OBANDO	4-0 HEREDIA	SE REPORTA MAL OLOR Y SABOR EN EL AGUA POTABLE	03_SFCI	ATENDIDO	Si
PM2019-14	URGENTE	No	10/01/2019	RA	N/A	EDIFICIO	GERARDO OCAMPO	OF5	LA BOMBA JOCKEY SE ACTIVA MUY SEGUIDO, SE PRESUME FALLA DE VÁLVULA CHECK	18 NUEVOS	EN PROCESO	No
PM2019-15	URGENTE	No	10/01/2019	RA	N/A	EDIFICIO	GERARDO OCAMPO	OF5	LA BOMBA JOCKEY SE ACTIVA MUY SEGUIDO, SE PRESUME FALLA DE VÁLVULA CHECK	18 NUEVOS	EN PROCESO	No
PM2019-16	BAJA	No	08/01/2019	RA	83	EDIFICIO	ROY BARRANTES NAVARRO	5-0 LIBERIA	AL ESTAR REALIZANDO TRABAJOS EN LA ESTACION CON EQUIPOS Y MAS EL	17 OTROS	EN ANALISIS	
PM2019-17	BAJA		43709	RA	121	EQUIPO	FABIAN FALLAS FLORES	6-2 QUEPOS	SE REQUIERE UN AIRE ACONDICIONADO EN LA SALA DE COMEDOR Y SALA	10 PORTONES Y 12 SISTEMAS DE	ATENDIDO	Si
PM2019-18	BAJA		43739	RA	144	EDIFICIO	PAULO ROBERTO BRAGA VELOSO	6-8 EL ROBLE	REPARACION O SUSTITUCION DEL TUBO DE SUCCION DEL TANQUE DE AGUA	10 PORTONES Y 12 SISTEMAS DE	ATENDIDO	Si
PM2019-19	URGENTE		43739	RA	155	EDIFICIO	LUIS DIEGO AGUILAR CALVO	1-9 TIBAS	LOS PORTONES DE LA SALA DE MAQUINAS GRANDE Y DEL ACCESO AL	18 NUEVOS	EN PROCESO	
PM2019-20	ALTA	Si	14/01/2019	RA	174	EDIFICIO	JEREMY CASTRO GUZMAN	8-5 CARIARI	EN EL MES DE DICIEMBRE SE REALIZA REPARACION DEL SISTEMA, PERO LA	10 PORTONES Y 17 OTROS	EN ANALISIS	
PM2019-21	URGENTE	Si	14/01/2019	RA	176	EDIFICIO	OSCAR CASTILLO JIRON	5-0 LIBERIA	REVISION PORTON ELECTRICO PRINCIPAL NO FUNCIONA UNO DE LOS	10 PORTONES Y 18 NUEVOS	EN PROCESO	
PM2019-22	BAJA		17/01/2019	RA	216	EQUIPO	ORGE MILTON SANCHEZ RODRIGUEZ	8-0 LIMON	En el nuevo edificio de la estación de Limón faltó instalar un aire acondicionado en la	10 PORTONES Y 10 PORTONES Y	ATENDIDO	Si
PM2019-23	ALTA		17/01/2019	RA	221	EDIFICIO	JORGE LIZANO SAENZ	1-15 CORONADO	SENSORES DE PORTONES DE ENTRADA A LA ESTACION NO SENSAN SI EXISTE	10 PORTONES Y 10 PORTONES Y	ATENDIDO	Si
PM2019-24	URGENTE	Si	18/01/2019	RA	229	EDIFICIO	JUAN DIEGO BLANCO FALLAS	1-8 TARRAZU	SE REQUIERE AJUSTE DEL PORTON ELECTRICO DE LA SALA DE MAQUINAS YA	10 PORTONES Y 10 PORTONES Y	ATENDIDO	Si
PM2019-25	URGENTE	Si	18/01/2019	RA	233	EDIFICIO	LEONARDO CASTRO GUZMAN	8-2 GUAPILES	EL PORTON DE LA SALA DE MAQUINAS NO FUNCIONA / LA APERTURA DE ESTE	10 PORTONES Y 12 SISTEMAS DE	ATENDIDO	Si
PM2019-26	ALTA		18/01/2019	RA	240	EDIFICIO	JUAN JOSE ZELEDÓN MASIS	3-5 PARAISO	SEGUN PERSONAL DE MANTENIMIENTO INDICA QUE EL CHECK LINEAL DEL	17 OTROS	EN ANALISIS	
PM2019-27	MEDIA		19/01/2019	RA	242	EDIFICIO	ALVIN JOSE ORTEGA AGUILAR	5-2 CAÑAS	LOS CILINDROS DE LOS CALENTADORES DE AGUA PRESENTAN FUGA POR AMBOS CILINDROS REQUERIMOS AYUDA PARA CORREGIR LA MISMA	17 OTROS	EN PROCESO	
PM2019-28	MINIMA		19/01/2019	RA	247	EDIFICIO	FABIAN FALLAS FLORES	6-2 QUEPOS	SE REQUIERE UNA CORTINA PERSIANA PARA DIVIDIR ENTRE LA COCINA Y SAL	06b ALARMA ROBO	ATENDIDO	Si
PM2019-29	ALTA		23/01/2019	RA	293	EDIFICIO	ALVARO GARITA BORDIZ	8-3 BATAAN	El sistema de Alarma contra robo del edificio no funciona, no permite ser programado, al	10 PORTONES Y 17 OTROS	EN PROCESO	
PM2019-30	URGENTE	Si	24/01/2019	RA	325	EDIFICIO	JOHNNY GERARDO ROJAS VARGAS	3-0 CARTAGO	EL PORTON DE SALA DE MAQUINAS EN OCASIONES NO CIERRA BIEN Y ESTO	10 PORTONES Y 17 OTROS	EN PROCESO	
PM2019-31	BAJA		21/01/2019	RA	263	EDIFICIO	BALDWIN CASTRO HAMD	5-11 LAS JUNTAS	POR EL CAMBIO DE SONIDO MARIPALDE EN LA ESTACION SE DEBE DE			

Figura 2 3 Sección de reportes de averías en documento de supervisión del Programa de Mantenimiento

Fuente: Programa de Mantenimiento por contratos

DICCIONARIO DE PARTIDAS PRESUPUESTARIAS		
DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	SUBPARTIDA PRESUPUESTARIA
Abanico de aire (ventilador)	5.01.04	Equipo y mobiliario de oficina
Abanico o enfriador para tarjeta madre	2.03.04	Materiales y productos eléctricos, telefónicos y de cómputo
Abarrotes (productos alimenticios)	2.02.03	Alimentos y bebidas
Abono	2.01.99	Otros productos químicos y conexos
Abrazadera de fijación	2.03.01	Materiales y productos metálicos
Abrebotellas	2.99.07	Útiles y materiales de cocina y comedor
Abrecartas	2.99.01	Útiles y materiales de oficina y cómputo
Abrelatas eléctrico	5.01.99	Maquinaria, equipo y mobiliario diverso
Abrelatas manual	2.99.07	Útiles y materiales de cocina y comedor
Abrigo	2.99.04	Textiles y vestuario
Acabado para madera (sellador, pintura, laca)	2.01.04	Tintas, pinturas y diluyentes
Acabado textil	2.99.04	Textiles y vestuario
Acaricida	2.01.99	Otros productos químicos y conexos
Acceso a información especializada	1.03.07	Servicio de transferencia electrónica de información
Accesorios de destilación	2.04.01	Herramientas e instrumentos
Accesorios metálicos para baño	2.03.01	Materiales y productos metálicos

*Figura 2.4 Descripción de partidas presupuestarias en documento de supervisión del Programa de Mantenimiento*

Fuente: Programa de Mantenimiento por contratos

Actualmente es difícil para el programa la supervisión de una cantidad tan alta de edificaciones y un tema de suma importancia es la ausencia de indicadores de gestión para el mismo, por lo cual, para los coordinadores es difícil mostrar la eficiencia de los mantenimientos y justificar que el programa es una inversión positiva para la institución y no simplemente un gasto.

## **4. Diagnóstico del departamento**

### **4.1 Metodología para evaluación**

Existen múltiples auditorías disponibles para evaluar la gestión del mantenimiento en una institución. No hay fórmulas simples para medir el mantenimiento, pero no hay reglas fijas o inmutables con validez que apliquen a todos los casos posibles en todas las industrias. Los diagnósticos o auditorías pretenden determinar el grado de madurez del departamento o programa. Una vez obtenidos los datos, se procede a clasificar cada una de las áreas según el nivel de madurez obtenido, para identificar cuáles son los puntos débiles y desarrollar la propuesta para las oportunidades de mejora.

La metodología que se utilizó para la aplicación de la norma COVENIN 2500-93 consistió en:

- Definir colaboradores del programa para la evaluación.
- Realizar un estudio preliminar de la situación del departamento.
- Recolectar los datos y tabularlos en la ficha de evaluación.
- Analizar los datos tabulados mediante la escala de evaluación definida.
- Enumerar las posibilidades de mejora encontradas y definir estrategias para alcanzarlas.

### **4.2 Escala de evaluación**

Esta escala se hace mediante el uso de la norma COVENIN, en la cual se determinan secciones con notas entre 0 y 100. Dicha escala se subdivide en los siguientes cinco niveles:

- a) 91-100% / Excelencia: existe una gestión de mantenimiento de clase mundial con las mejores prácticas operacionales.
- b) 81-90% / Competencia: existe una gestión de mantenimiento con tendencia a clase mundial, pero existen brechas por cerrar.
- c) 71-80% / Entendimiento: existe una gestión de mantenimiento básica, por encima del promedio. Se aplican algunas de las mejores prácticas de mantenimiento de clase mundial.

- d) 51-70% / Conciencia: existe una gestión de mantenimiento básica, pero se desconocen las mejores prácticas de mantenimiento de clase mundial o de las filosofías de mantenimiento existente. En promedio y con oportunidades para mejorar.
- e) 0-50% / Inocencia: no existe una gestión de mantenimiento básica. Por debajo del promedio con muchas oportunidades para mejorar.

### **4.3 Formato de plantilla de evaluación de la norma COVENIN 2500-93**

A continuación, se describe la plantilla que se utiliza para evaluar la madurez de la organización con base en la norma establecida. En la primera columna se muestran las áreas que se analizarán o estudiarán, mientras que en la segunda columna se encuentran los principios básicos en los que se subdivide cada área. Como se observa en la tabla 4.1, la columna C indica el puntaje total de las subdivisiones del principio básico. La columna D refleja la puntuación obtenida de cada demérito y su suma posterior en la columna E. Por otra parte, la columna F proporcionará el puntaje neto de la evaluación de cada principio básico y del área en general, para terminar con la columna G donde se muestra el valor del porcentaje obtenido.

Tabla 4.1 Formato de ficha de evaluación para la norma COVENIN 2500-93

A	B	C	D (D1+D2+... +Dn)	E	F	G%									
Área	Principio Básico	PTS		Total deméritos	PTS	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
I. Organización dentro de la institución	Funciones y responsabilidades	60													
	Autoridad y autonomía	40													
	Sistema de información	50													
	Total obtenible	150													
II. Organización de mantenimiento	Funciones y responsabilidades	80													
	Autoridad y autonomía	50													
	Sistema de información	70													
	Total obtenible	200													
III. Planificación de Mantenimiento	Objetivos y metas	70													
	Políticas para información	70													
	Control y evaluación	60													
	Total obtenible	200													
IV. Mantenimiento Rutinario	Planificación	100													
	Programación e implementación	80													
	Control y evaluación	70													
	Total obtenible	250													
V. Mantenimiento Programado	Planificación	100													
	Programación e implementación	80													
	Control y evaluación	70													
	Total obtenible	250													
VI. Mantenimiento Circunstancial	Planificación	100													
	Programación e implementación	80													
	Control y evaluación	70													

A	B	C	D (D1+D2+... +Dn)	E	F	G%										
						Área	Principio Básico	PTS	Total deméritos	PTS	10	20	30	40	50	60
	Total obtenible	250														
VII. Mantenimiento Correctivo	Planificación	100														
	Programación e implementación	80														
	Control y evaluación	70														
	Total obtenible	250														
VIII. Mantenimiento Preventivo	Determinación de los parámetros	80														
	Planificación	40														
	Programación e implementación	70														
	Control y evaluación	60														
	Total obtenible	250														
IX. Mantenimiento por Avería	Atención a fallas	100														
	Supervisión y ejecución	80														
	Información sobre averías	70														
	Total obtenible	250														
X. Personal de mantenimiento	Cuantificación de las necesidades del personal	70														
	Selección y formación	80														
	Motivación e incentivos	50														
	Total obtenible	200														
II. Apoyo Logístico	Apoyo administrativo	40														
	Apoyo gerencial	40														
	Apoyo general	20														
	Total obtenible	100														
XII. Recursos	Equipos	30														
	Herramientas	30														
	Instrumentos	30														

A	B	C	D (D1+D2+... +Dn)	E	F	G%									
Área	Principio Básico	PTS		Total deméritos	PTS	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	Materiales	30													
	Repuestos	30													
	Total obtenible	150													

Fuente: Comisión Venezolana de Normas Industriales (2001).

#### 4.4 Resultados de la auditoría

*Tabla 4.2 Resumen de resultados auditoría COVENIN*

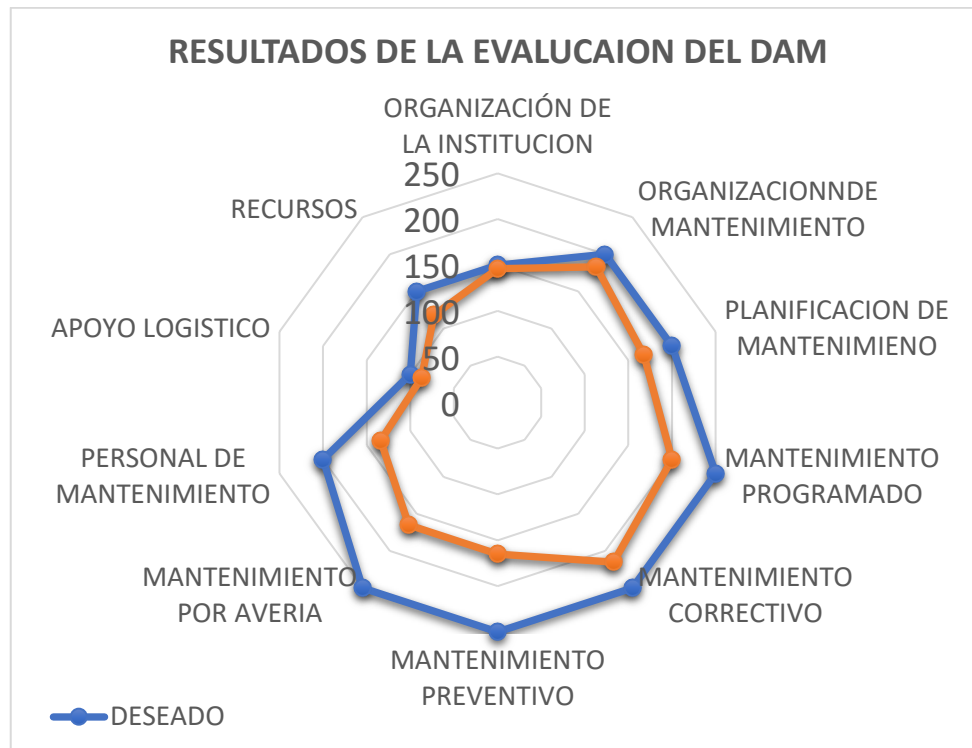
AREA	DESEADO	OBTENIDO	% APROBACIÓN
ORGANIZACIÓN DE LA INSTITUCIÓN	150	146	97
ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO	200	183	92
PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENO	200	168	84
MANTENIMIENTO PROGRAMADO	250	200	80
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	250	215	86
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	250	165	66
MANTENIMIENTO POR AVERÍA	250	165	66
PERSONAL DE MANTENIMIENTO	200	134	67
APOYO LOGÍSTICO	100	87	87
RECURSOS	150	118	79

Fuente: elaboración propia. Excel

Los colores corresponden a las notas de escala de evaluación indicada en la sección 4.2.

*Tabla 4.3 Escala de colores de evaluación de la norma COVENIN*

EXCELENCIA
COMPETENCIA
ENTENDIMIENTO
CONCIENCIA
INOCENCIA



Gráfica 4.1 Gráfico radar de los resultados de auditoría por medio de la norma COVENIN 2500-93

Fuente: elaboración propia. Excel

## 5. Análisis de resultados

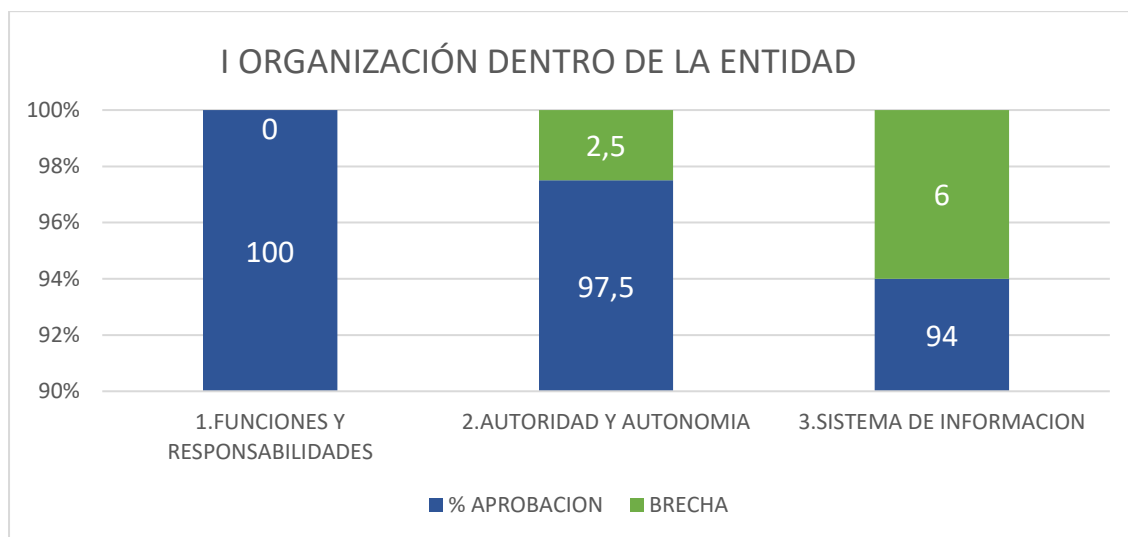
### 5.1 Análisis de resultados norma COVENIN

El análisis de los resultados obtenidos mediante la norma COVENIN se presenta por cada subárea, con el fin de definir puntualmente las deficiencias encontradas en cada una. Cabe resaltar que, dada la naturaleza del Programa de Mantenimiento por contratos, no existe mantenimiento rutinario ni circunstancial, por lo que se omiten en este análisis. El análisis corresponde a las subáreas IV y VI respectivamente.



### 5.1.1 Organización de la entidad

Como se observa en el gráfico 5.1, la nota que posee la organización de la entidad es de 97% de cumplimiento, siendo la más alta de las áreas analizadas. En el gráfico se pueden apreciar las subáreas analizadas. Esta nota resulta justificada viniendo de una institución pública de tanta trayectoria.

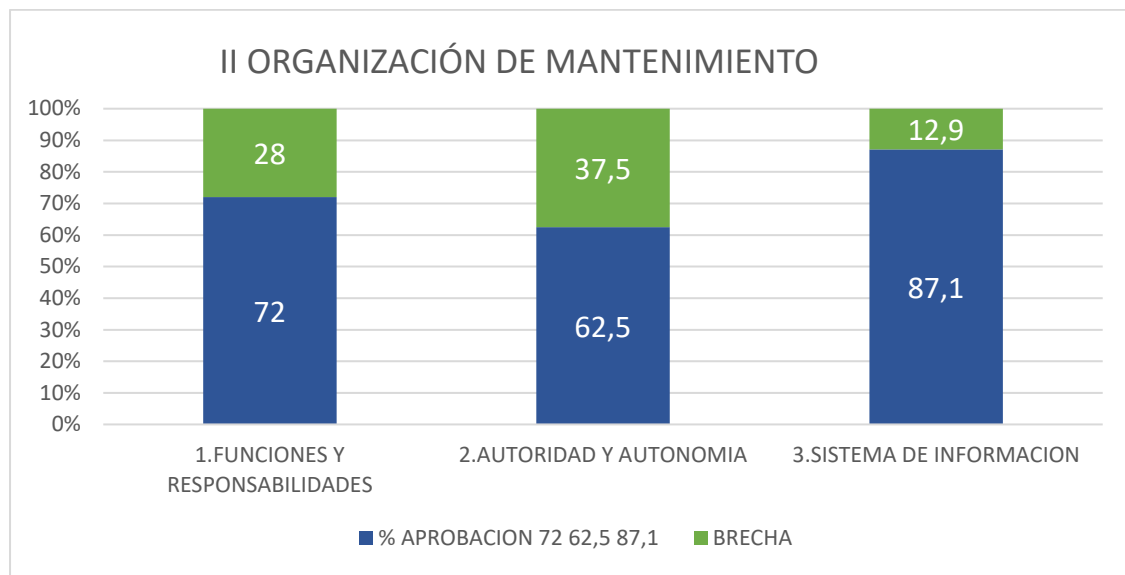


Gráfica 5.1 Resultados de la evaluación de la organización de la entidad

Fuente: elaboración propia. Excel

### 5.1.2 Organización de mantenimiento

En general, se tiene una buena nota en esta área, pero con ciertas deficiencias. Las funciones y responsabilidades están definidas, pero deben revisarse y actualizarse. Además, el organigrama está terminando de actualizarse. Se deben estandarizar los formatos para comunicar la información entre unidades.

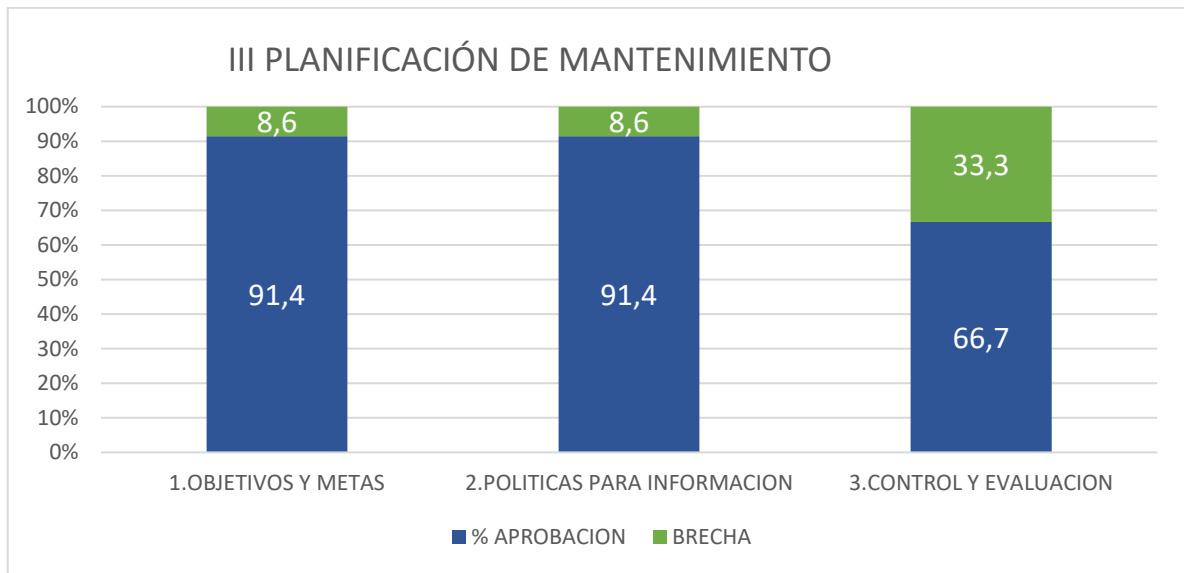


Gráfica 5.2 Resultados obtenidos de la evaluación de la organización de mantenimiento.

Fuente: elaboración propia. Excel

### 5.1.3 Planificación de mantenimiento

De acuerdo con el gráfico 5.3, la nota para el área de planificación de mantenimiento es de un 86%. Como se observa en la figura, las primeras dos áreas obtuvieron un puntaje alto, pero el parámetro de control y evaluación cae en relación con los otros dos. No se llevan estadísticas de tiempo de parada y de reparación, los registros de fallas existen, pero no todos tienen las causas bien especificadas. En este momento el inventario de manuales de mantenimiento y operación de equipos y sistemas se encuentra incompleto. Se debe agregar que los procedimientos para recabar y comunicar información no están claramente normalizados.

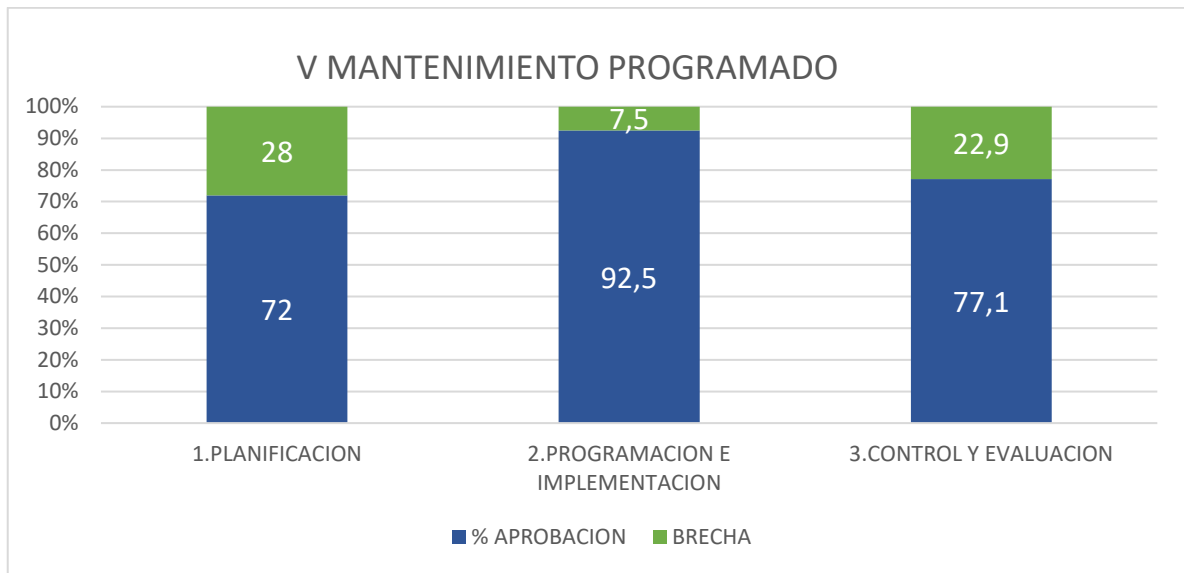


Gráfica 5.3 Resultados objetivos de la evaluación de la Planificación de Mantenimiento

Fuente: elaboración propia. Excel

#### 5.1.4 Mantenimiento programado

Los manuales y catálogos de todos los equipos están incompletos. La información recopilada es insuficiente para un debido análisis del mantenimiento programado y su eficiencia. La organización sí tiene establecida una cierta supervisión de la ejecución de los mantenimientos programados, pero es deficiente y necesita reevaluarse la metodología empleada. Además, no hay un estudio adecuado de las cargas de trabajo existentes.

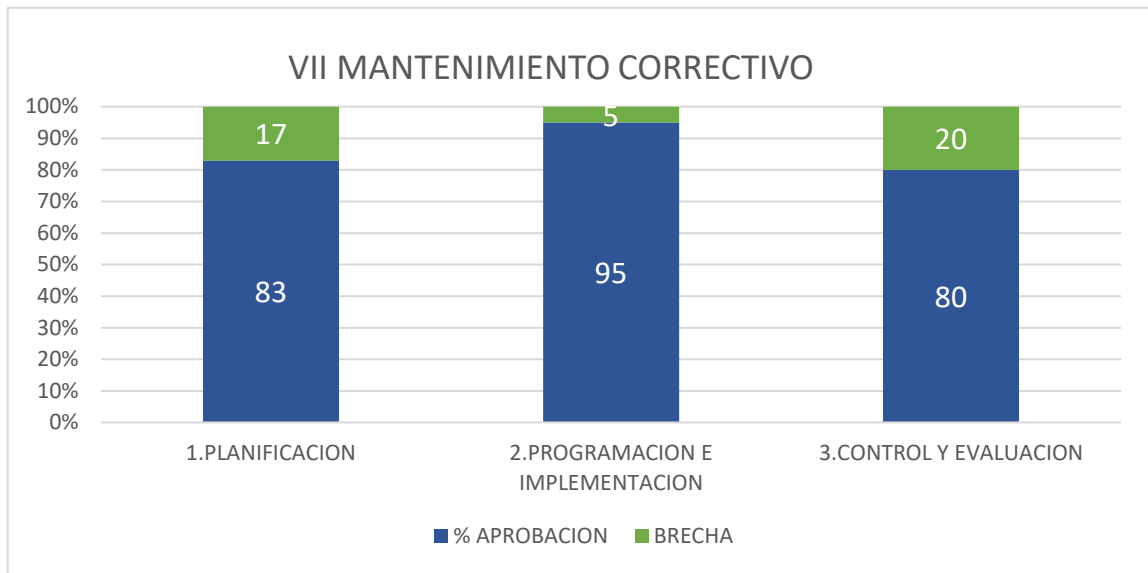


Gráfica 5.4 Resultados obtenidos de la evaluación del Mantenimiento Programado

Fuente: elaboración propia. Excel

### 5.1.5 Mantenimiento correctivo

Como se observa en el gráfico 5.5, el área donde se necesita la mayor mejoría es la de control y evaluación. No se lleva registro del tiempo de ejecución de cada operación o trabajo, solamente una vez que esté concluido. El control periódico se da, pero debe mejorarse, una de las razones es debido al tiempo de reporte, ya que estos tardan en llegar y las estaciones están ubicadas por todo el territorio nacional, lo que dificulta esta verificación. La clasificación de las fallas no existe, solo la indicación de qué se trata.



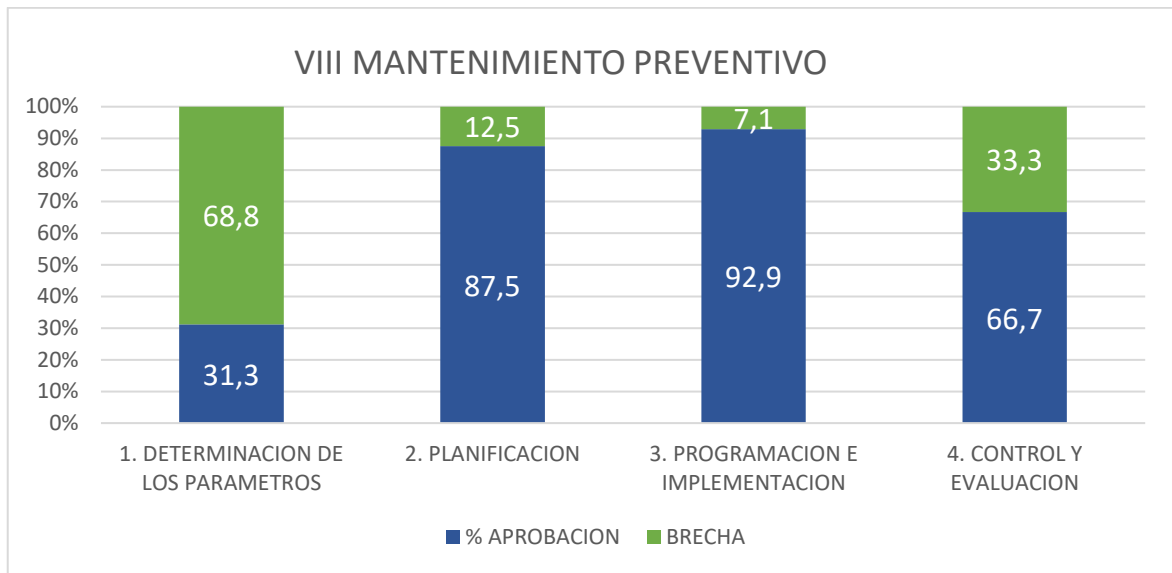
Gráfica 5.5 Resultados obtenidos de la evaluación del Mantenimiento Correctivo

Fuente: elaboración propia. Excel

### 5.1.6 Mantenimiento preventivo

La nota para esta área es de 66%. Se puede notar en la información analizada mediante el gráfico, que la determinación de los parámetros, así como el control y evaluación son las áreas con mayor necesidad de mejoría. Es necesario mejorar los planes de programación de mantenimiento, además de que no existe ningún mecanismo para medir la eficiencia de los resultados del mantenimiento preventivo.

En la sección de determinación de parámetros se puede especificar que el departamento no cuenta con estudios que determinan la confiabilidad y mantenibilidad de los objetos de mantenimiento. No se cuenta con ningún estudio estadístico para determinar la frecuencia de sustitución de partes de los equipos y tampoco se llevan registros de los tiempos de parada y entre fallas. Para el análisis de esta información, el programa solo cuenta con algunos empleados capacitados para tal tarea, por lo que es necesario implementar un programa para f.



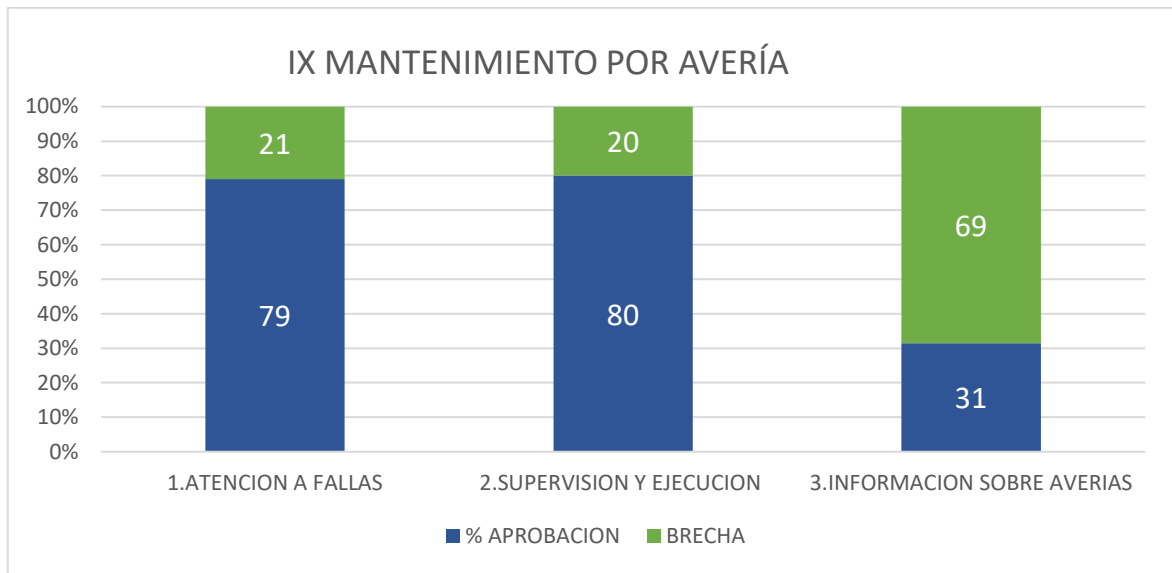
Gráfica 5.6 Resultados obtenidos de la evaluación del Mantenimiento Preventivo

Fuente: elaboración propia. Excel

### 5.1.7 Mantenimiento por avería

El porcentaje de aprobación para esta área es de 66%, por lo que no se encuentra en este momento a un nivel de competencia adecuado para una institución como el Benemérito Cuerpo de Bomberos. Es necesario realizar mejoras en la atención a las fallas, ya que no cuenta con instructivos para registro de fallas ni un sistema de órdenes de trabajo para incluir la información necesaria de los trabajos de mantenimiento. El historial de fallas de cada equipo no existe, ya que se está iniciando con la codificación de los objetos de mantenimiento. También se logra identificar que la supervisión de los equipos después de su intervención puede no ser la adecuada debido a la gran cantidad de estaciones ubicadas por todo el territorio nacional.

Debido a que no existe una base de datos funcionales, no solo la metodología para la recopilación de la información de averías es deficiente, sino que también los procedimientos para la recopilación de dicha información están ausentes.

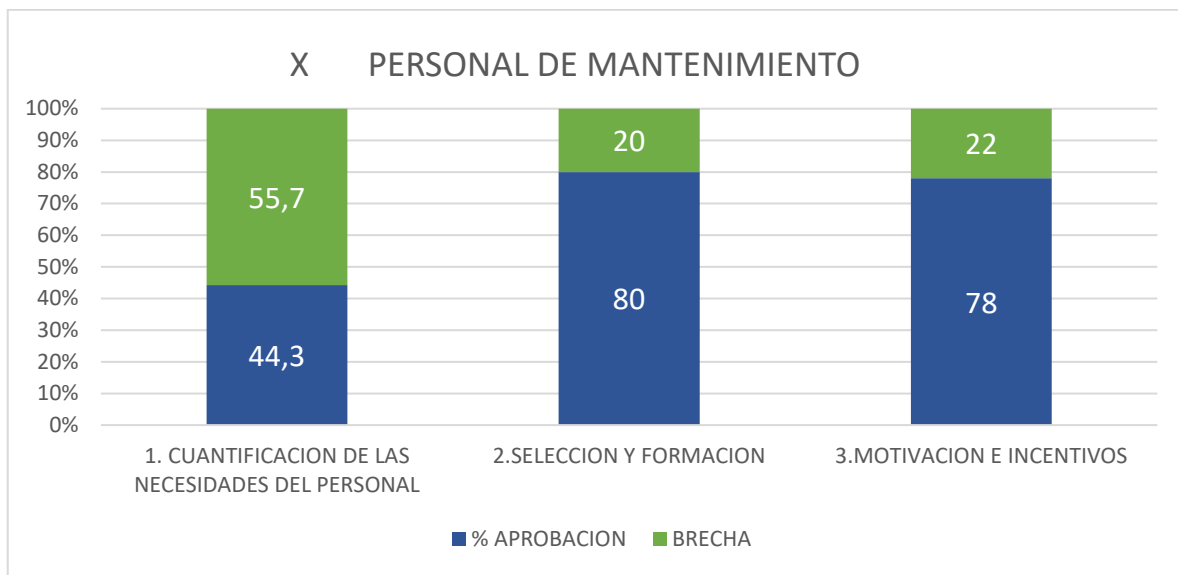


Gráfica 5.7 Resultados obtenidos de la evaluación del Mantenimiento por Avería

Fuente: elaboración propia. Excel

### 5.1.8 Personal de mantenimiento

En temas del personal de mantenimiento, la selección del personal no siempre se realiza tomando totalmente en consideración la capacidad, experiencia, estudios, entre otros. Un factor tanto positivo como negativo es que existe una buena actitud hacia elevar a puestos disponibles desde lo interno, pero el programa no puede seleccionar, sino que son asignados por la alta gerencia. Por otra parte, poco a poco se está tratando de implementar capacitaciones para los supervisores de contratos, con el fin de mejorar sus habilidades en las áreas que manejan, aunque no existe un programa establecido de capacitaciones. Además, por parte del coordinador se realiza evaluación del personal, pero no es periódica.



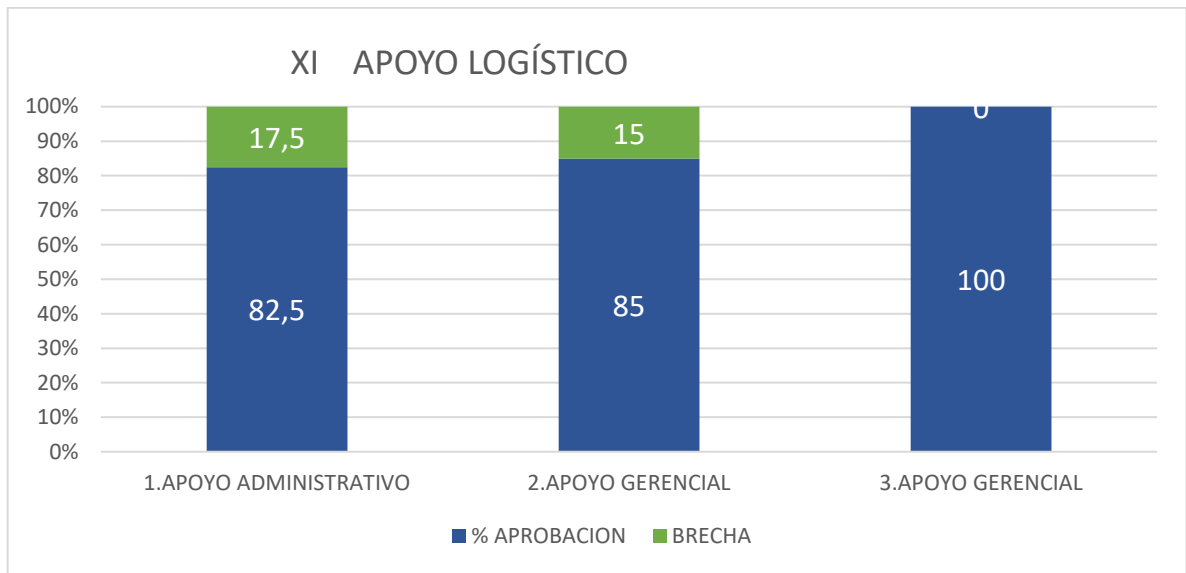
Gráfica 5.8 Resultados obtenidos de la evaluación del personal de mantenimiento

Fuente: elaboración propia. Excel

### 5.1.9 Apoyo logístico

Los resultados para la sección de apoyo logístico se presentan en la gráfica 5.9. Como es común en cualquier tipo de departamento, especialmente cuando se trata de mantenimiento, el apoyo que se le otorgó tiene un gran impacto en su ejecución. El programa tiene una nota relativamente alta de 87, lo que supone que en este momento está recibiendo bastante apoyo, posiblemente por el hecho de ser un programa reciente, pero los recursos no son suficientes como, por ejemplo, la falta de presupuesto para adquirir un *software* de mantenimiento adecuado que se pueda asociar con la plataforma que en este momento se utiliza en la institución.



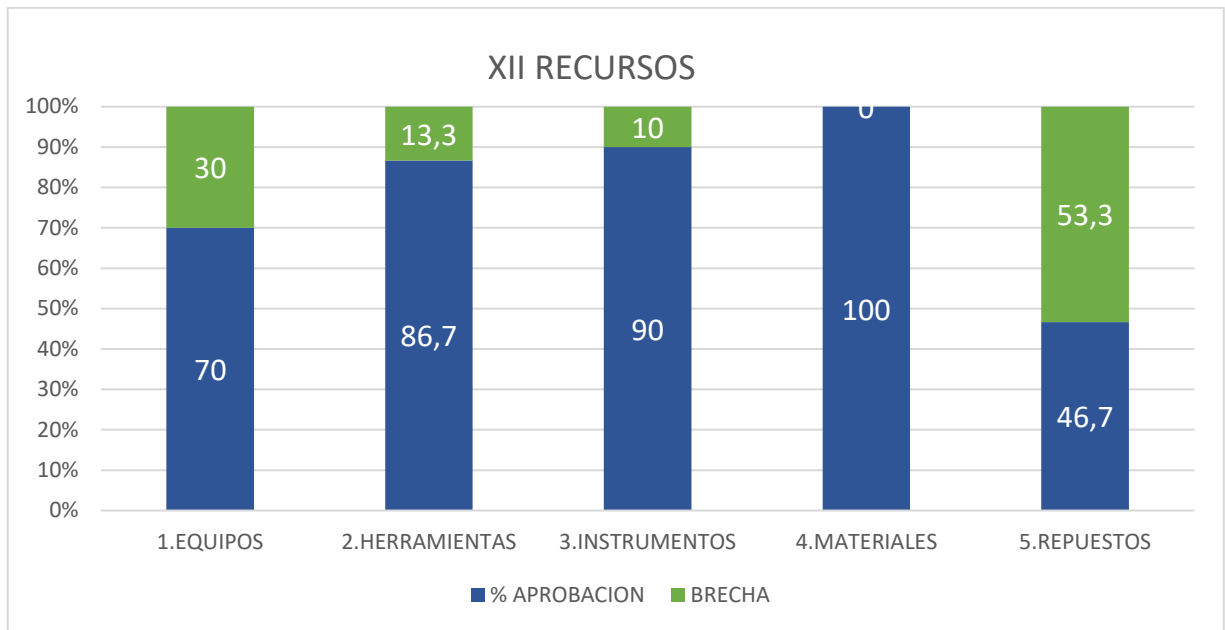


Gráfica 5.9 Resultados obtenidos de la evaluación del apoyo logístico

Fuente: elaboración propia. Excel

### 5.1.10 Recursos

Como se observa, en términos de equipos y repuestos es donde se necesita mayor esfuerzo para mejorar las condiciones. Los parámetros de operación y mantenimiento de ciertos equipos no son conocidos en su totalidad por el personal. No se tiene determinado el costo por falla de repuestos defectuosos ni se encuentra un estudio sobre cuáles repuestos tener en *stock* y cuáles se adquieren en el momento de la avería. Parte de esto se debe al modelo tercerizado presente en el programa, por lo que los repuestos son adquiridos inicialmente por la empresa adjudicada al contrato, pero sí es necesario llevar un control de costos de repuestos para un mejor análisis del programa.



Gráfica 5.10 Resultados evaluación de los recursos

Fuente: elaboración propia. Excel

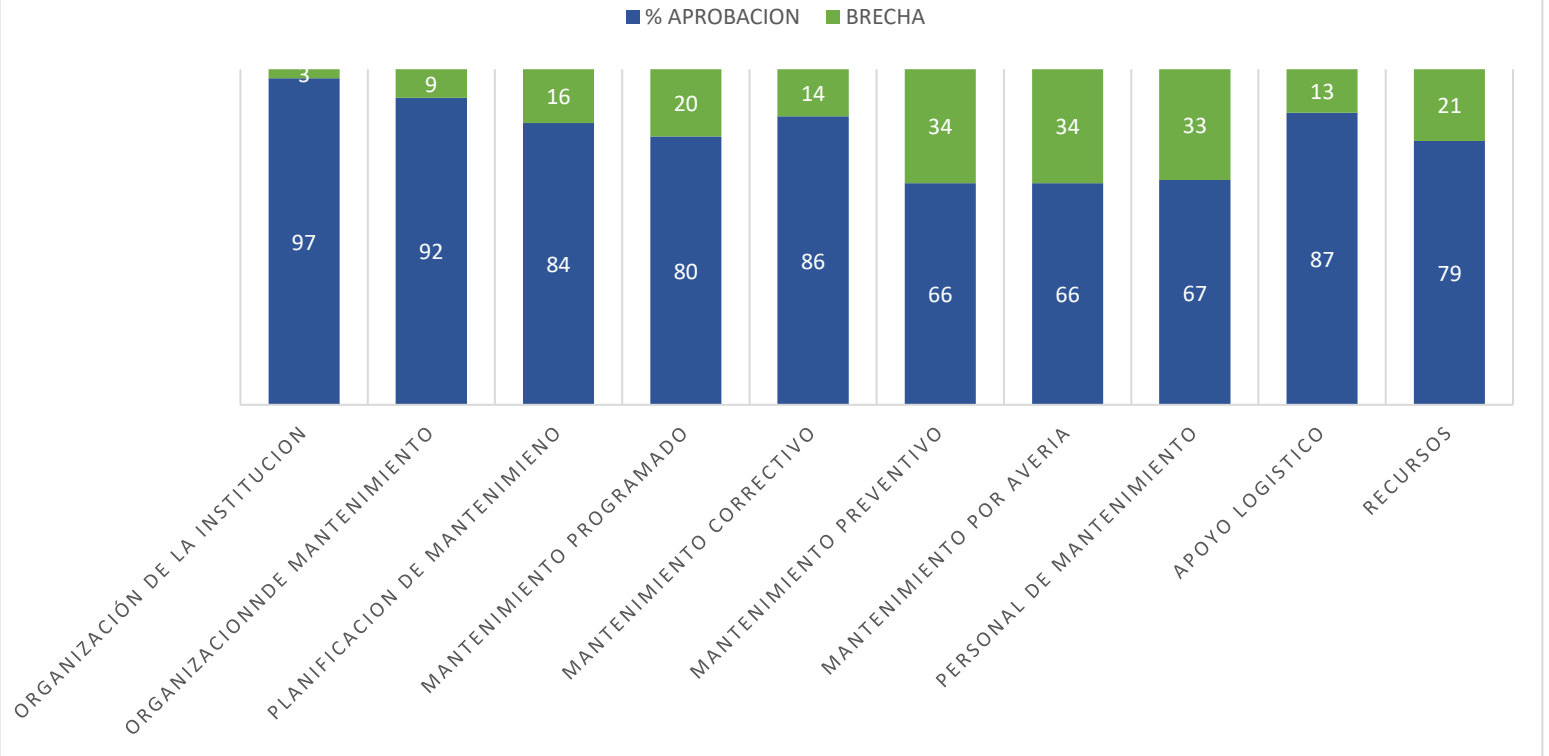
## 6. Determinación de brecha y expectativas

### 6.1 Brechas

Las brechas de un departamento o programa son en realidad oportunidades de mejora que, al ser atacadas, pueden generar un impacto profundo dentro de la organización. Por esta razón, se realiza una auditoría que analiza diferentes áreas que pueden afectar el funcionamiento de un departamento. Es importante señalar que las brechas encontradas mediante la auditoría realizada solo pueden reflejar una parte de la realidad presente en el departamento y no es un contexto general de todo.

En el gráfico 6.1 se especifican las brechas encontradas con las cuales se pretende plantear las acciones para mejorar la gestión mediante el modelo planteado.

## MADUREZ DEL PROGRAMA



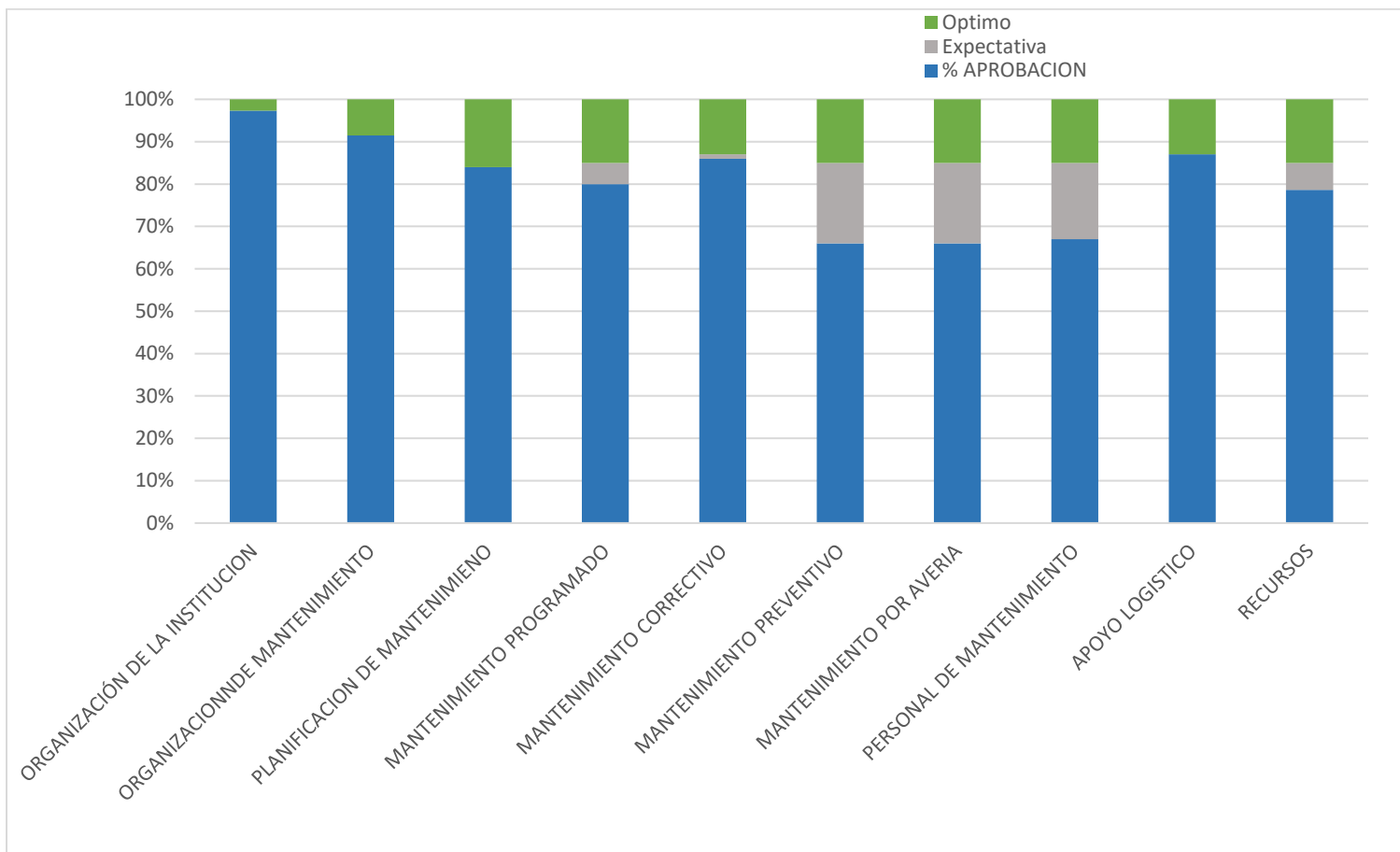
Gráfica 6.1 Brechas de las áreas del Programa de Mantenimiento de Edificaciones del Benemérito Cuerpo de Bomberos

Fuente: elaboración propia. Excel

## 6.2 Expectativas

En el contexto industrial de hoy en día es necesario entender el proceso de trasladar lo planteado teóricamente en una propuesta y lo que realmente se puede alcanzar. En la tabla 6.1 se muestra un desglose del estudio realizado considerando las expectativas en términos numéricos, con lo cual se pretende alcanzar un buen nivel de gestión o de buenas prácticas de mantenimiento.

Para determinar las expectativas, se considera alcanzar una nota en cada área entre 81 y 90 en la escala definida por la norma COVENIN. Con esto se garantiza una mejoría significativa en el programa de mantenimiento, mientras se mantienen realistas dichas expectativas.



Gráfica 6.2 Expectativas establecidas para cada área del Programa de Mantenimiento por contratos

Fuente: elaboración propia. Excel

*Tabla 6.1 Resumen tabla de expectativas*

AREA	DESEADO	OBTENIDO	% APROBACIÓN	BRECHA	EXPECTATIVAS
ORGANIZACIÓN DE LA INSTITUCIÓN	150	72	97	3	0
ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO	200	183	92	9	0
PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO	200	83	84	16	0
MANTENIMIENTO PROGRAMADO	250	165	80	20	5
MANTENIMIENTO CORRECTIVO	250	39	86	14	1
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	250	87	66	34	19
MANTENIMIENTO POR AVERÍA	250	200	66	34	19
PERSONAL DE MANTENIMIENTO	200	150	67	33	18
APOYO LOGÍSTICO	100	70	87	13	0
RECURSOS	150	120	79	21	6

Fuente: elaboración propia. Excel

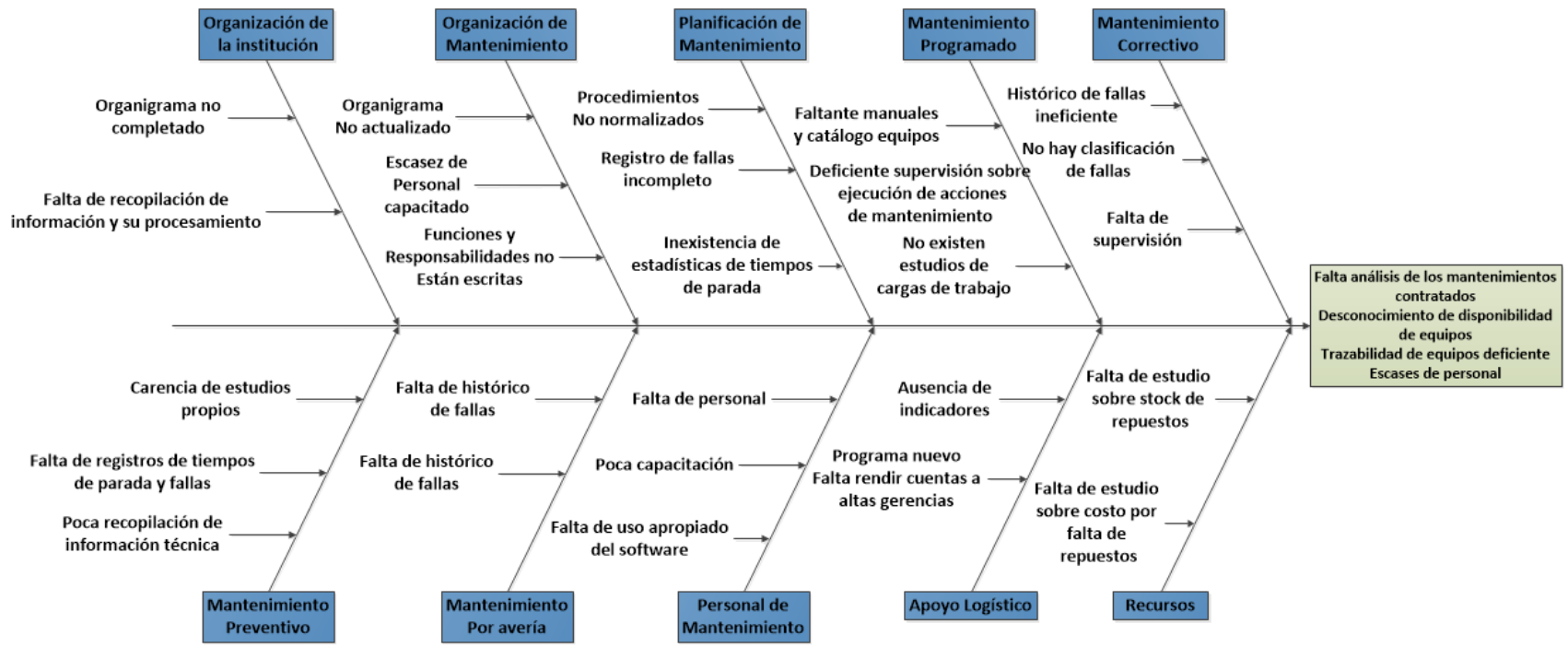


Figura 6.1 Diagrama Ishikawa para determinación de brechas

Fuente: elaboración propia. Software Día

## 7. Propuesta de modelo de gestión

### 7.1 Modelo propuesto

Como se expuso en el marco teórico, un modelo de gestión se puede definir básicamente como una secuencia de pasos o procesos estructurados de forma que fortalezcan la estructura departamental de mantenimiento. Para el caso del Cuerpo Benemérito de Bomberos de Costa Rica, el cliente son los bomberos y personal administrativo de cada estación de servicio u otra edificación de uso para la entidad. Ellos trabajan con el fin de proporcionar la seguridad y atención a las emergencias en todo el territorio nacional y se debe realizar de la mejor forma.

El modelo de gestión ayuda a identificar y determinar objetivos y prioridades de mantenimiento, se define como la base de la gestión del programa. Es de suma importancia, ya que con su estructura basada en la norma ISO 9000 está orientado a la satisfacción de los clientes, para que puedan cumplir sus funciones con la calidad deseada generando un impacto positivo en el país. Tomando en cuenta un modelo de referencia basado en norma ISO 9001 indicado en López y Crespo (2008), se procede a tomar los aspectos más relevantes para el modelo planteado más adelante.

Cabe resaltar que el modelo intenta identificar la importancia del programa para la institución, creando una imagen de inversión y no simplemente un costo, más como un valor agregado. En la figura 7.1 se muestra el modelo de gestión de mantenimiento propuesto para el Programa de Mantenimiento por contratos del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica.



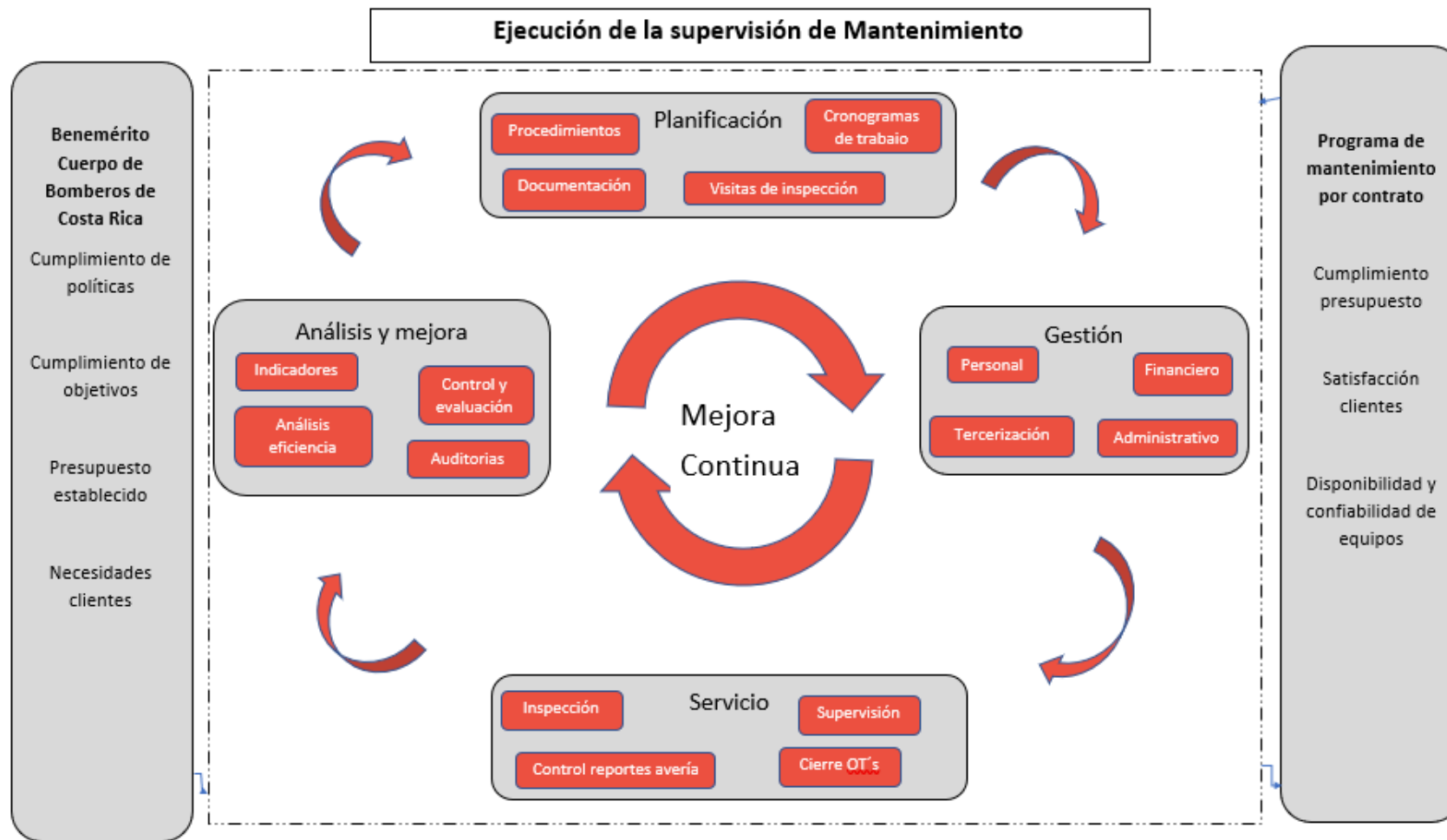


Figura 7.1 Diagrama del modelo de gestión del Programa de Mantenimiento por contratos

Fuente: elaboración propia. Word

## **7.2 Componentes del modelo de gestión propuesto para el Programa de Mantenimientos por contratos del Benemérito Cuerpo de Bomberos**

Para la estructuración del modelo de gestión planteado, se definieron los componentes relevantes en la gestión del programa como tal, de forma que trabajen en conjunto alimentándose unos de los otros. El modelo se enfoca en brindar un servicio de calidad a sus clientes mientras se asegura que exista un servicio de seguimiento y trazabilidad de sus acciones.

El modelo toma aspectos adquiridos de diferentes modelos de mantenimiento que se han generado a lo largo de los años, sin dejar de lado claramente los objetivos organizacionales, ya que con base en estos será fiscalizado el programa. Dichos objetivos se encuentran en el PAE 2019-2024. Entre los principales se pueden nombrar en relación a este proyecto son Servicio Operativo, Desarrollo Financiero-Administrativo y Talento Humano. Es importante notar que la mayoría de los modelos encontrados giran en gran parte alrededor de un enfoque en procesos y calidad mediante el uso de herramientas de decisión, normativas internacionales y la mejora continua.

A continuación, se detalla en forma resumida en qué consiste cada uno de los componentes mostrados en la figura 7.1.

### **7.2.1 Planificación**

El área de planificación del modelo trabaja y se relaciona en gran parte con la gestión. Es necesario contar con una herramienta que ayude en la planificación y supervisión de mantenimientos. Las tareas de planificación corresponden a los mantenimientos correctivos de mejora, el cumplimiento tanto del cronograma como de las actividades de mantenimiento preventivo por parte de las empresas contratadas. Una correcta planificación ayuda a mejorar o simplificar la ejecución de mantenimientos, ya que es necesario mantener un control del tiempo de respuesta o renovación de los contratos tercerizados. La meta es mantener el control adecuado de los trabajos por realizarse y la disponibilidad de los equipos.

### 7.2.2 Gestión

La rama de gestión se subdivide en varias áreas de importancia para cumplir el mantenimiento y demás responsabilidades del personal. Estas áreas son las siguientes:

- a. Personal: va relacionado con la gestión del talento humano del programa. Es necesario realizar los estudios de carga de trabajo para verificar la necesidad de más personal, además de mejorar la capacitación del mismo.
- b. Indicadores: se debe generar un histórico de indicadores ya sea anual o trimestral dependiendo de las necesidades. Estos generan información primordial para el manejo del programa y permiten las comparaciones de periodo a periodo, así como evidenciar mejoras o deficiencias.
- c. Mantenimiento tercerizado: el control y supervisión de reportes de averías en tiempo de respuesta tanto dentro como fuera del valle central, renovaciones de contratos y análisis de informes de mantenimiento están entre las acciones para gestionar la tercerización de contratos, ya que es el alma del programa.
- d. Administrativo: esta subárea conlleva las acciones de gestión administrativa de los contratos como supervisión de partidas presupuestarias, control y proceso de facturas, así como viáticos; son necesarias para continuar la supervisión de los mantenimientos tercerizados.
- e. Financiero: aquí se relaciona en parte la subárea administrativa en lo que concierne a la supervisión de las partidas presupuestarias, pero va más allá, se centra en la reducción de costos para una gestión más eficiente, al igual que la comparación entre costos por mantenimiento preventivo y correctivo en cada contrato.

### **7.2.3 Servicio**

El programa de mantenimiento por contratos debe ofrecer el mejor servicio posible para que las estaciones de bomberos puedan atender sus funciones con eficiencia generando seguridad en la atención de emergencias. Este servicio debe realizarse con calidad desde el inicio hasta su finalización, desde el ingreso de datos relevantes a los reportes de averías hasta su cierre, fiscalización de trabajos realizados, visitas de inspección, entre otros.

### **7.2.4 Análisis y mejora**

La etapa de control y mejora continua consiste en varios aspectos, los cuales se presentan en detalle a continuación:

- a. **Indicadores:** se plantean varios indicadores que rigen las áreas de control de calidad, financiera, satisfacción del cliente y personal mediante el uso de la metodología del Cuadro de Mando Integral desarrollada más adelante. Estos indicadores generarán la información necesaria para darle seguimiento a los procesos y generar informes de rendición de cuentas a la alta gerencia.
- b. **Trazabilidad de averías:** con el uso de la codificación y la herramienta de gestión de la información se pretende darle seguimiento al historial de reparación y atención a los reportes, de forma que se logre enriquecer la gestión de mantenimiento.
- c. **Auditorías:** las auditorías llevan a una autoevaluación de la gestión realizada. Esto permite encontrar fallas ocultas o disfrazadas para el mejoramiento continuo del programa. Como se vio en el capítulo 4, se realizó la auditoría COVENIN, la cual puede reutilizarse o elegir otra similar que fiscalice y muestre el estado actual de la gestión.

## 7.3 Herramientas del modelo de gestión

### 7.3.1 Software de mantenimiento

Hoy en día la tecnología es parte de todos los procesos, incluyendo el mantenimiento, el cual se ha beneficiado enormemente de la posibilidad de analizar grandes cantidades de datos y supervisión de trabajos por medio del ordenamiento de una base de datos. Un sistema de gestión de mantenimiento asistida por ordenador o GMAO ayuda y simplifica las labores administrativas del departamento, generando ahorro en los tiempos de trabajo y liberando así al personal para la realización de otras actividades de importancia.

Los miembros del programa de mantenimiento por contratos ya utilizan un sistema para la supervisión de los contratos mediante plantillas en Excel, como se especificó anteriormente en este documento. Dado que su objetivo es llevar un control sobre los mantenimientos tercerizados y las incidencias de fallas en equipos, era necesario realizar una reforma al sistema de gestión de la información para cumplir con las expectativas del programa. Para el inicio del diseño de la base de datos se generó el diagrama entidad-relación conocido como diagrama ER indicado en la Figura 7.2 y, posteriormente, el diseño lógico mostrado en la Figura 7.3 que se integrará en el *software* de Microsoft Access.

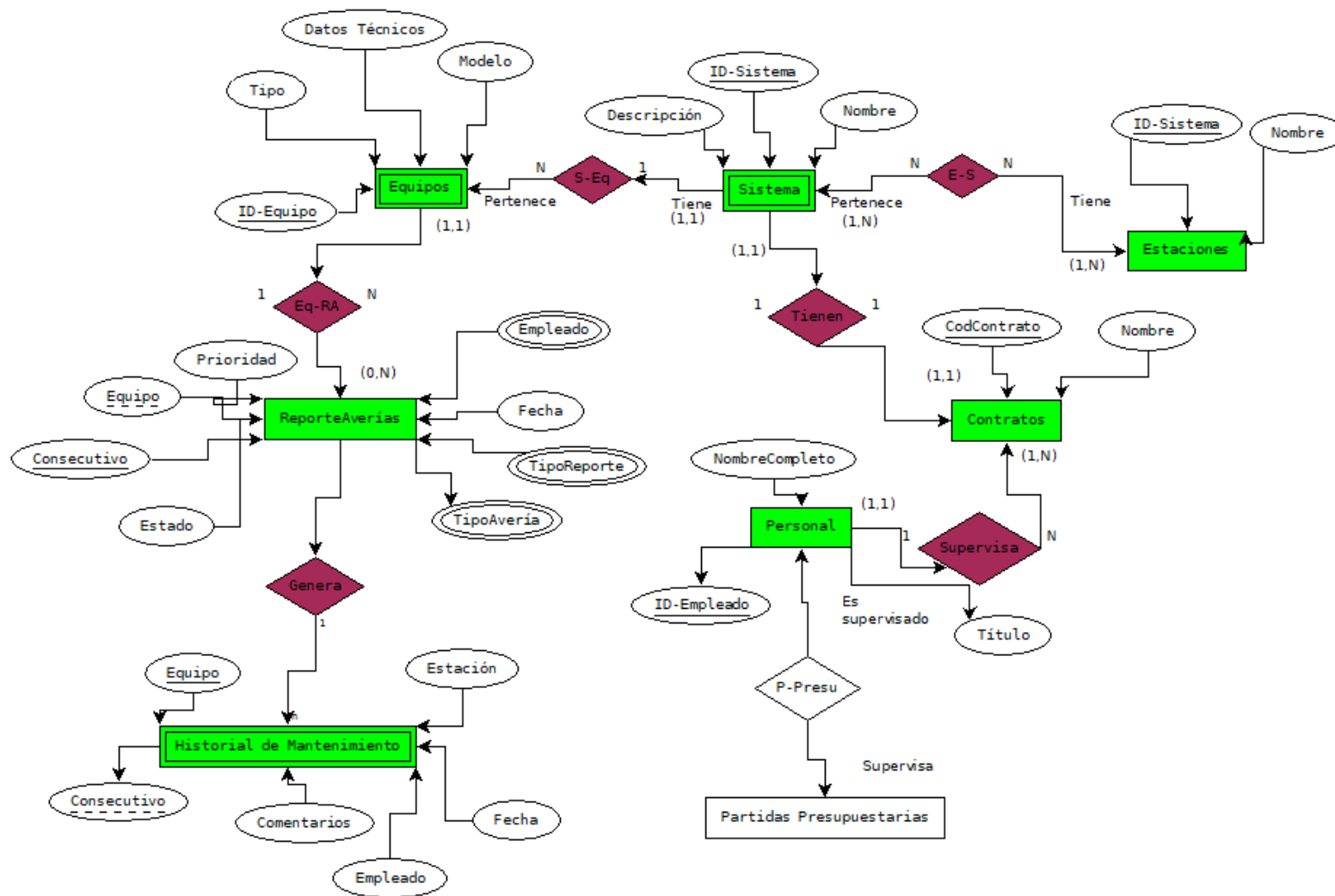


Figura 7.2 Diagrama ER para la base de datos del programa de Mantenimiento por Contratos

Fuente: elaboración propia. Software Día

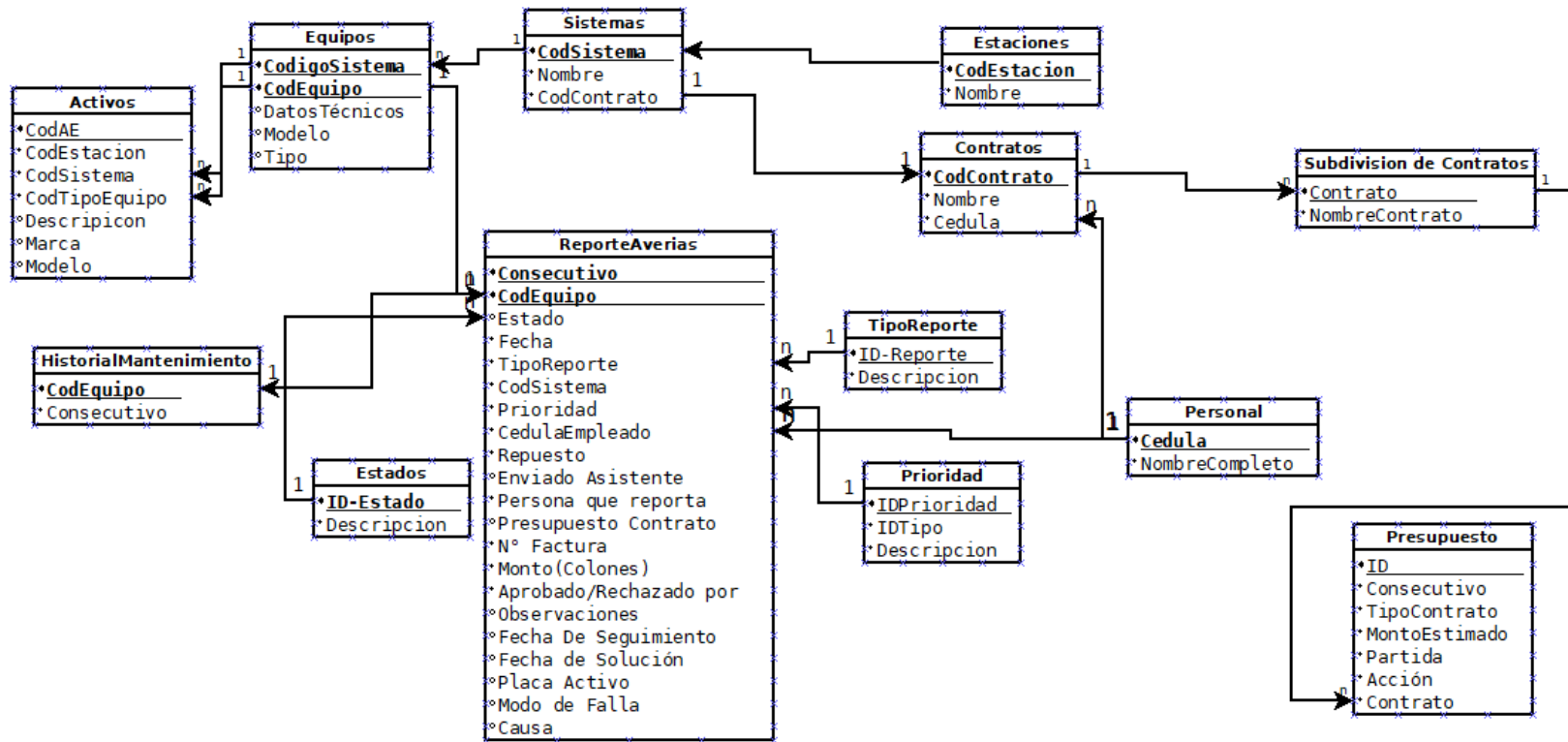


Figura 7.3 Diseño lógico de la base de datos del Programa de Mantenimiento por contratos

Fuente: elaboración propia. Software Día

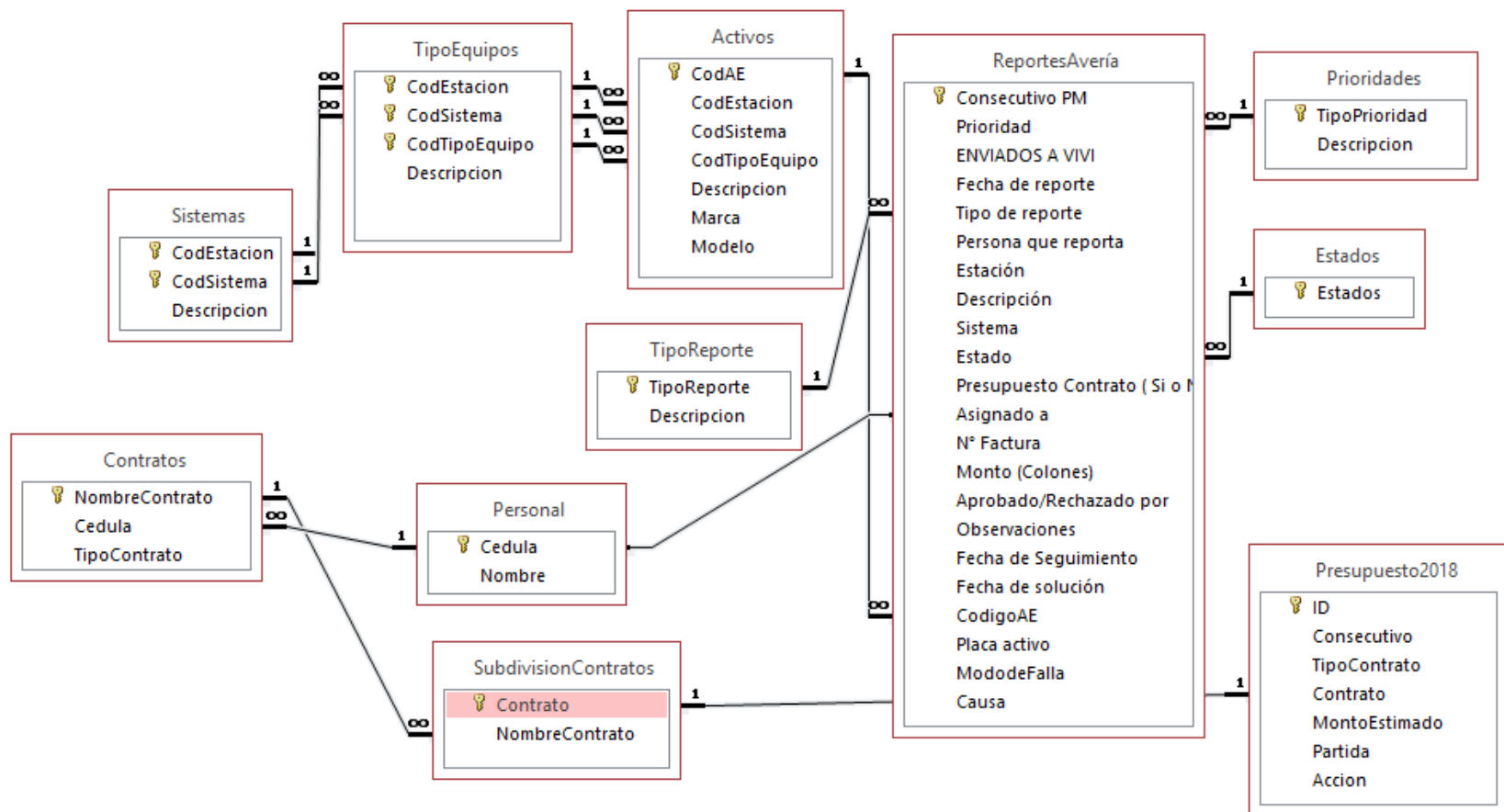


Figura 7.4 Base de datos planteada en Microsoft Access

Fuente: elaboración propia. Access



Dado que el personal presentaba resistencia al uso de la plantilla de Excel debido a falta de capacitación en programas como este, además de la complejidad de trasladarse entre hojas del documento, lo cual no es muy manipulable o intuitivo, se estableció una configuración diferente mediante Access, añadiendo lo más básico de la gestión del mantenimiento como se observa tanto en la Figura 7.4 como la Figura 7.5 . Esto correspondía a la creación y seguimiento de las órdenes de trabajo al igual que presupuestos. Se añadieron otras opciones como la búsqueda de activos y el historial de reportes por equipo y estación.

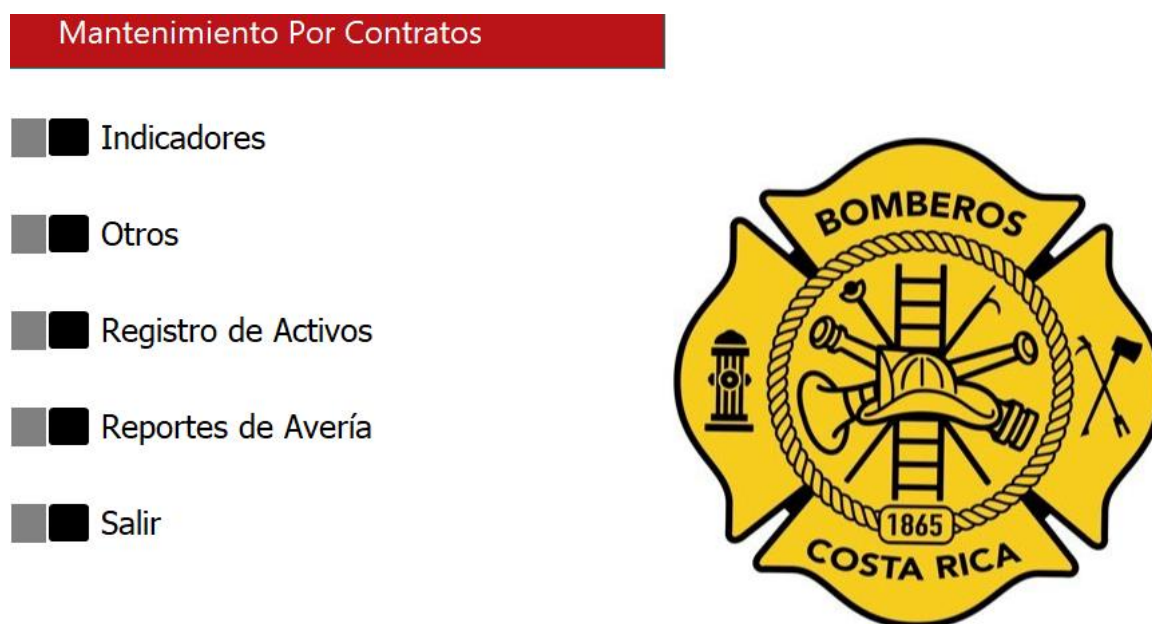


Figura 7.5 Panel de control para base de datos

Fuente: elaboración propia. Access

El desempeño de la gestión de mantenimiento puede ser evaluado y medido por un análisis de muchos factores que en conjunto constituyen el mantenimiento. La forma de medir mantenimiento no es universal, ya que deben aplicarse reglas y técnicas válidas para cada caso

específico. Sin embargo, sí es posible definir ciertos aspectos generales como una guía para realizarlo.

Como proceso de mejora continua para el programa diseñado, es necesario utilizar una auditoría en busca de oportunidades de mejora. Esta auditoría es una forma de diagnóstico, la cual pretende calificar la herramienta del manejo de información de mantenimiento. Cabe resaltar que dicha auditoría debe realizarse una vez que se cumpla un cierto tiempo de uso para verdaderamente evaluar su impacto y deficiencias. Como medida a futuro, se plantea el uso de la metodología de auditoría llamada MSS: Maintenance Software Survey, la cual evalúa nueve áreas básicas.

- a. Integridad de los datos
- b. Adiestramiento y formación
- c. Control de las actividades de mantenimiento
- d. Presupuestos y control de costos
- e. Planificación y programación del mantenimiento
- f. Gestión de materiales
- g. Técnicas de Mantenimiento Preventivo PM y Predictivo (PdM)
- h. Indicadores de medición de desempeño del mantenimiento
- i. Otros usos al CMMS (sistema computarizado de gestión del mantenimiento)

Esta información se obtiene del informe de auditoría a la herramienta Máximo, realizado por el ingeniero y profesor Carlos Parra. La auditoría utilizada en el informe corresponde a la del Marshall Institute para *software* de mantenimiento.

La metodología empleada para dicha auditoría es la siguiente:

- a. Realizar un conjunto de encuestas y entrevistas al personal que utiliza la herramienta mediante un cuestionario de 50 preguntas establecidas, las cuales se adjuntan en el anexo 12.6.
- b. Las respuestas deben limitarse a cuatro posibles opciones o una escala del 1 al 4. (1=Ineficiente, 2= Regular, 3 = Bueno, 4 = Muy eficiente).

- c. Dichas preguntas están asociadas a las nueve áreas especificadas anteriormente, por lo que al finalizar se debe calificar cada una sumando las puntuaciones totales.
- d. Con los resultados se analiza con base en la categoría en la que se encuentra cada área:
  - a. 151-100: Categoría muy buena/ *software* con buenas prácticas en mantenimiento.
  - b. 101-150: Categoría por arriba del nivel promedio / *software* con un nivel aceptable.
  - c. 51 - 100: Categoría muy por debajo del promedio / *software* con un nivel no muy bueno, con oportunidades para mejorar.
  - d. Menos de 50: Muy por debajo del promedio/ *software* con un nivel muy bajo, con muchas oportunidades para mejorar.

Esto es necesario cuando se tiene una herramienta implementada para la gestión del mantenimiento, pero considerando la posibilidad de que exista presupuesto para la adquisición de un *software* profesional en el futuro para el programa, dicha auditoría no es del todo útil para una evaluación. Esto se debe al hecho de no poseer el *software* en análisis, por lo que muchas de las preguntas del cuestionario no pueden ser contestadas, aun cuando sea posible obtener una prueba temporal. Por esto se plantea a continuación una metodología de selección de *software* de mantenimiento considerando las necesidades actuales del programa.

Una especificación inicial es no empezar buscando paquetes de *software* en el mercado, sino que se debe iniciar identificando los requerimientos; enfocarse en identificar las necesidades del departamento o programa, determinar los activos que se administrarán o los datos de activos, además de determinar anticipadamente futuras ampliaciones. De acuerdo con Bell, Jividen, Melnick, Gartenfeld y Tello (2015), se determinan cuatro pasos para la elección del mejor GMAO para un departamento, los cuales se describen a continuación.

## Paso 1

Como se mencionó anteriormente, se deben seleccionar todos los activos para incluir en el catálogo de datos que se administrarán mediante el *software*, además de las funcionalidades que se utilizarán para manejar los datos. El personal debe identificar cuáles funciones les permitirán manejar los datos de la mejor manera en relación con el trabajo que realizan. No solo es necesario determinar los datos y las funciones, además, se deben priorizar, ya que es importante definir la prioridad necesaria para que el departamento opere adecuadamente. Por esto se priorizan los datos considerando que existe la posibilidad de no poder adquirir todas las funciones y se debe prever crecimiento a futuro.

## Paso 2

Después de seleccionar y priorizar los datos o activos que se manejarán mediante el *software*, es necesario que el departamento identifique las funciones que serán utilizadas, entre las cuales se pueden citar algunos ejemplos como los siguientes:

- a. Órdenes de trabajo
- b. Mantenimiento preventivo
- c. Condición de activos
- d. Mantenimiento basado en condición
- e. Inventario de partes y proveedores
- f. Garantías de cumplimiento
- g. Planificación de trabajos, inspecciones
- h. Historial de costo de mantenimiento
- i. Reportes
- j. Aplicaciones móviles

Para esto, inicialmente, se deben seleccionar las funciones que permitan continuar el trabajo ya realizado por el personal para asegurarse de mantener sin cambios el desempeño del

departamento. Una vez definido esto, se puede comenzar a identificar funciones extras necesarias para mejorar lo que ya se realiza o aumentar funciones de trabajo.

Es importante realizar una priorización para seleccionar las funciones del GMAO, para esto se puede utilizar la tabla 7.1.

*Tabla 7.1 Escala de priorización de funciones para GMAO*

Alto	Requerimiento crítico para el cumplimiento de los trabajos.
Medio	Requerido eventualmente, pero puede esperar.
Bajo	Mejoría, pero se adquiriría cuando se tengan los recursos necesarios.
NR	No se requiere.

Fuente: Cuatrecasas y Torres (2010).

### Paso 3

Se debe analizar la necesidad de integrar el GMAO con sistemas existentes como SCADA, sistemas financieros, planeación, inspección, sistemas CAD, entre otros. La posibilidad o moldeabilidad para integrarse con sistemas existentes es muy útil para cualquier departamento, ya que permite conectarse en diferentes estaciones sin perder eficiencia. Para el caso de Bomberos, sería ideal integrarse con el sistema SIGAE para registro o solicitud de averías, de tal forma que dichas órdenes de trabajo lleguen al personal del programa directamente, en vez de pasar al inicio por el asistente administrativo.

### Beneficios

- a. Eliminación de doble ingreso de datos.
- b. Generar reportes automáticamente.
- c. Prácticas de trabajo más eficientes.
- d. Facilidad de recuperación de información.
- e. Generar órdenes de trabajo automáticamente.

Claramente existen varias dificultades cuando se intenta integrar sistemas de diferentes proveedores, por lo que es necesario obtener la opinión del departamento IT para identificar ciertas posibilidades o restricciones a la hora de integrar el sistema actual con el nuevo.

#### Paso 4

Los diagramas de flujo ayudan a indicar las acciones que deben tomar los trabajadores para realizar cierto trabajo. En los procedimientos se indican los diagramas diseñados para identificar lo que se espera del personal en ciertos aspectos del trabajo por realizarse. Los diagramas de flujo son de gran importancia, debido a que automatizar lo que estos llevan es una de las grandes funciones de un GMAO.

Se deben verificar todos los diagramas y procedimientos establecidos hasta el momento, incluso conduciendo reuniones con el personal que los sigue, ya que en muchas ocasiones las acciones se desvían un poco de lo indicado en procedimientos, por lo que dichas reuniones ayudan a encontrar las diferencias y considerar su inclusión en las especificaciones del sistema de mantenimiento.

- a. Recomendaciones
- b. El formato de recolección de datos debe ser sencillo, debe tener espacio para la descripción del problema, síntomas, modos de falla y causas probables.
- c. Contar con capacidad de proceso de análisis de los datos obtenidos.
- d. Espacio para el uso de indicadores técnicos como porcentaje de actividades de mantenimiento ejecutadas contra las planeadas, *back log*, disponibilidad, preventivo versus correctivo, entre otros.
- e. Debe ser capaz de conectarse con el sistema interno del Benemérito Cuerpo de Bomberos para el manejo de las órdenes de trabajo que se generan mediante el sistema interno SIGAE.
- f. Capacidad de planeación y planificación de tareas de mantenimiento.
- g. Posibilidad de priorizar las órdenes de trabajo dentro del *software* establecido.
- h. Definir mínimos y máximos de repuestos.

- i. Si permite formatos, capacidad para personalizarlos con el fin de registrar la siguiente información: modos de fallas, tiempos promedios de fuera de servicio, impacto económico y costos directos de las fallas.
- j. Difundir la información generada por el *software* y no limitarla solamente al personal de mantenimiento.
- k.

### 7.3.2 Propuesta de procedimientos

Para el planteamiento de cuáles procesos y procedimientos se realizan en el programa, se realizó una actividad con los técnicos supervisores de cada contrato, ya que son ellos quienes llevan a cabo los procesos necesarios para el funcionamiento del programa. Durante el día se determinaron todos los procesos y procedimientos que ellos realizan tanto en el día a día como esporádicos y se especificaron las formas para generarlos, ya sea por medio de guías, instructivos o manuales.



Figura 7.6 Actividad de planteamiento de procesos y procedimientos

Como se observa en la figura 7.8, el resultado de la actividad fue determinar los procedimientos que se realizan durante la gestión del programa de mantenimiento y la clasificación de estos en cinco categorías. Esto permite revisar las acciones del personal, documentarlas y priorizar la estandarización de procedimientos dependiendo de la criticidad de estos. Esta última acción fue ejecutada por el practicante y el coordinador del programa.



*Figura 7.7 Definición de procedimientos del Programa de Mantenimiento por contratos*



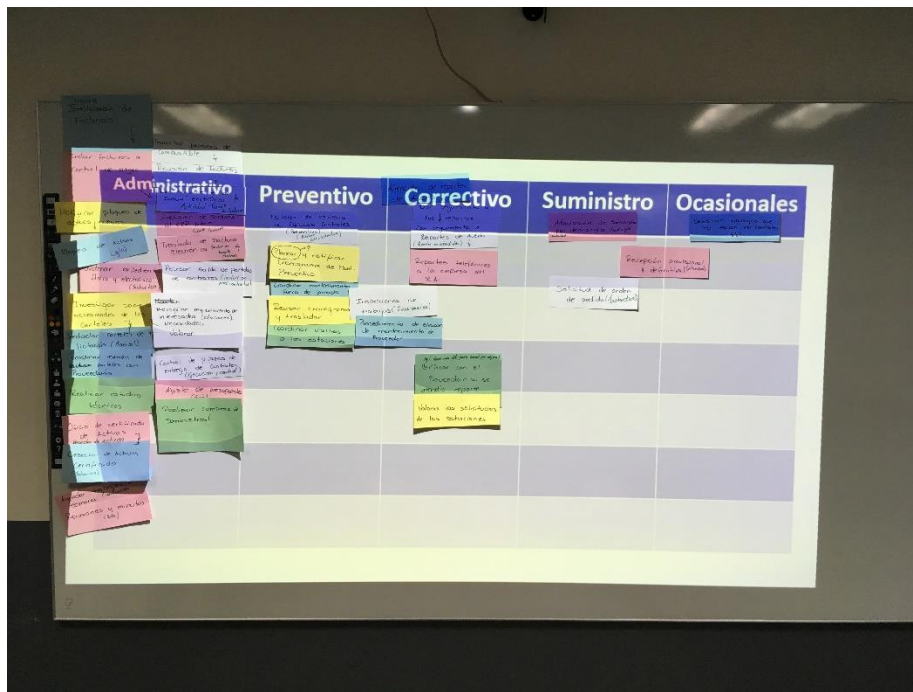


Figura 7.8 Resultado de la definición y clasificación de procedimientos

Para la identificación de los procedimientos de mayor importancia o urgencia en este momento, se realiza una matriz de criticidad o matriz de priorización. Para esto se generan los criterios de afectación en tres diferentes áreas: relación de cada procedimiento con los objetivos institucionales planteados en el Plan Estratégico 2019-2023, el impacto en las funciones de los usuarios y el impacto en las actividades o funciones del personal del programa.

Tabla 7.2 Criterios de priorización de procedimientos

Relación con objetivos institucionales	Usuario	Administrativo
Se encuentra especificado en el Plan estratégico	Afecta directamente sus funciones	Lo utiliza en sus funciones a diario
Uno de los pilares u objetivos habla directamente de esto	Afecta sus funciones de forma parcial	Necesita utilizarlo generalmente, pero no a diario
Uno de los pilares u objetivos habla en parte de esto	Provoca inconvenientes solo ocasionalmente	Afecta sus funciones ocasionalmente
Solo se menciona de forma indirecta	Casi no afecta sus funciones	Debe utilizarlo solo en ocasiones muy específicas como anualmente
No se encuentra del todo en OI	No afecta en lo absoluto sus funciones	No se utiliza casi nunca

Fuente: elaboración propia. Excel

Como se puede observar en la tabla 7.3, los procedimientos de mayor impacto o urgencia para el programa son:

- Supervisión de reportes de avería
- Ejecución de mantenimiento correctivo
- Ejecución de mantenimiento preventivo
- Supervisión de mantenimiento preventivo
- Inspección de trabajos de mantenimiento correctivo
- Inspección de trabajos de mantenimiento preventivo

*Tabla 7.3 Matriz de priorización de procedimientos*

#	Procedimiento	Objetivos institucionales	Impacto en el usuario	Impacto administrativo	Total
1	Recepción provisional y definitiva para contratos por suministro	2	4	3	9
2	Recepción provisional y definitiva para contratos ocasionales	2	4	3	9
3	Renovación de contrato en conjunto con proveeduría	4	1	2	7
4	Guía almacenamiento de documentación	1	1	1	3
5	Guía para reuniones y minutas	1	1	3	5
6	Control de presupuestos	5	1	4	10
7	Plaqueo de activos	3	1	3	7
8	Trámite de facturas de combustible	3	1	3	7
9	Trámite de facturas	3	1	4	8
10	Desecho de activos	2	1	3	6
11	Ejecución y control de plazos entrega de contratos	3	1		4
12	Creación y redacción de carteles de mantenimiento	3	1	2	6
13	Control entrega contratos a proveeduría	3	1	2	6
14	Revisión de equipos de oficinas centrales	1	1	1	3
15	Supervisión de reportes de averías	2	3	5	10
16	Ejecución de mantenimiento correctivo	2	4	4	10

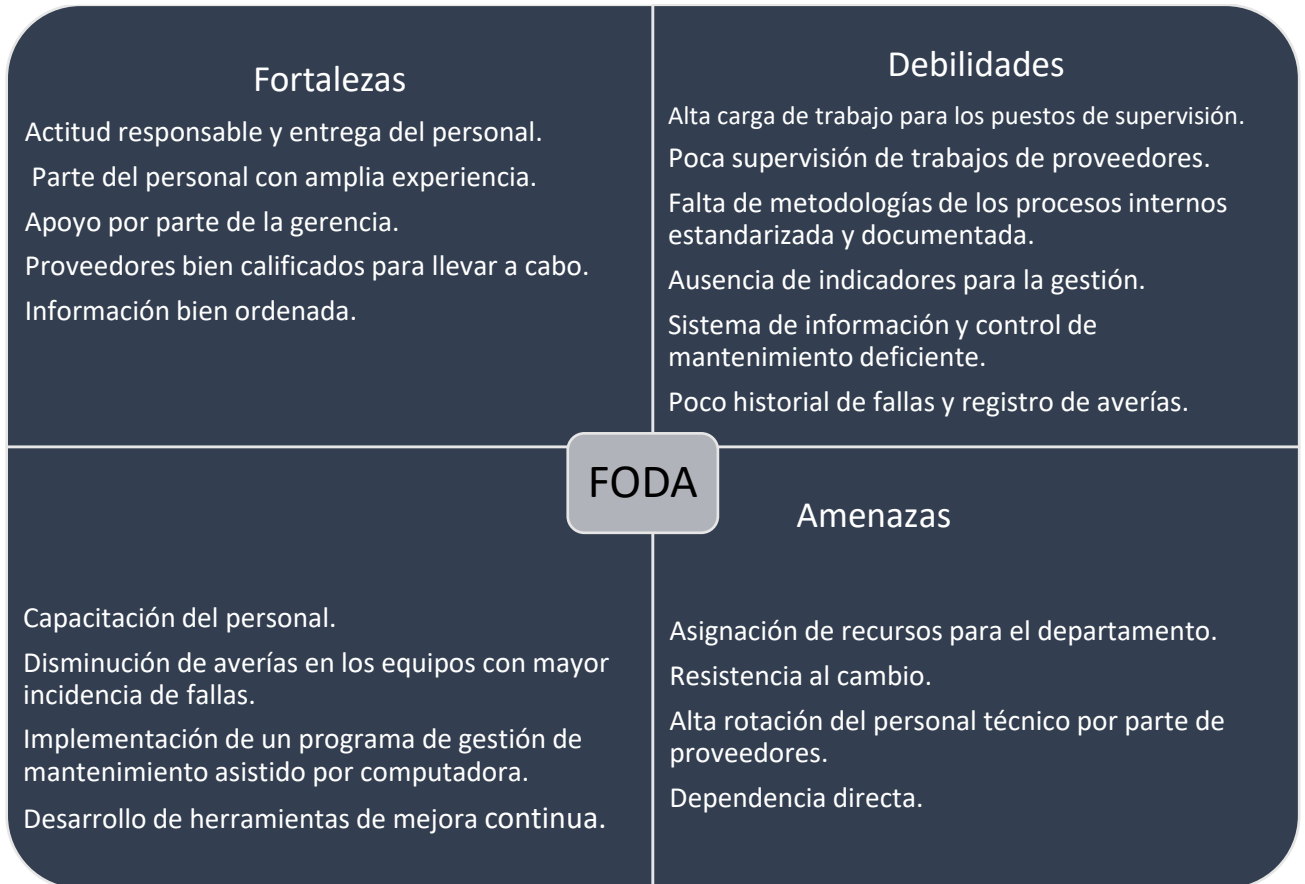
#	Procedimiento	Objetivos institucionales	Impacto en el usuario	Impacto administrativo	Total
17	Inspección de trabajos mantenimiento correctivo	2	1	4	7
18	Supervisión de mantenimiento preventivo	2	3	4	9
19	Ejecución de mantenimiento preventivo	2	4	4	10
20	Inspección de trabajos mantenimiento preventivo	1	1	3	5
23	Adquisición de contratos por demanda	1	1	3	5
24	Coordinación de trabajos sin contrato	1	1	3	5

Fuente: elaboración propia. Excel

Por esto se realizan dichos procedimientos inicialmente, para estandarizar la documentación del Programa de Mantenimiento por contratos del Departamento de servicios generales. Utilizando criterios de la entidad en formación o elaboración de procedimientos, mediante la ISO 9001, se genera un formato de estandarización de dichos procedimientos. Este proceso es de gran importancia, ya que para eventos repetitivos es necesario que se siga un correcto flujo de acciones y ejecución, para así garantizar un trabajo de calidad. Dentro de los procedimientos, se diseñó un flujograma con la finalidad de simplificar el uso de estos tanto para los empleados actuales como para la integración de nuevos en el futuro.

### 7.3.3 Propuesta de Cuadro de mando integral

Para realizar el Cuadro de mando integral primero se genera un análisis FODA, con el fin de identificar más puntualmente la situación actual del departamento.



### **7.3.4 Objetivos estratégicos**

Para establecer los objetivos que definen la dirección de cada perspectiva del Cuadro de mando integral es de gran ayuda determinar ciertos ejes estratégicos en los cuales basarse. De acuerdo con el Plan Estratégico Institucional 2019-2023 del Benemérito Cuerpo de Bomberos, se plantean los siguientes ejes estratégicos:

- a. Desarrollo Financiero-Administrativo
- b. Servicio operativo
- c. Cultura de prevención
- d. Talento humano
- e. Compromiso social y ambiental
- f. Educación

Dentro de estos ejes, pertinentes al Programa de Mantenimiento por contratos, se pueden identificar ciertas estrategias como las siguientes:

- a. Simplificación de trámites (Financiero-Administrativo).
- b. Acciones que mantengan y mejoren los índices de transparencia institucional (Financiero-Administrativo).
- c. Renovación de unidades y equipos (Servicio Operativo).
- d. Implementar los procesos de capacitación requeridos para satisfacer la demanda de la Organización (Educación).
- e. Impulsar acciones que desarrollen la resiliencia organizacional ante el crecimiento demográfico, de infraestructura, cultural y cambio climático (Servicio Operativo).
- f. Aplicar estándares de calidad (Servicio Operativo).

### 7.3.5 Indicadores

Para la selección de los indicadores, se utilizó como modelo la norma UNE-EN 15341, la cual es la norma española para indicadores claves de rendimiento del mantenimiento, como se especificó en el marco teórico. Esta selección se realizó considerando que el departamento actualmente no maneja indicadores normalizados, por lo que es necesario implementar indicadores para las perspectivas del Cuadro de mando integral planteado. Estos se basan también en la información planteada del FODA para el programa. A continuación, se presentan tablas resumen para los indicadores propuestos.

### 7.3.6 Perspectivas del Cuadro de mando integral

*Tabla 7.4 Indicadores de la perspectiva financiera*

Perspectiva	Objetivo	Indicador	Descripción	Fuente información
Financiera	Medir los costos de mantenimiento	Costo de mantenimiento	Establece los costos por contrato y por tipo de mantenimiento	Programa de mantenimiento por contratos
	Medir el comportamiento de la eficiencia del programa de mantenimiento preventivo	Proporción de la eficiencia del mantenimiento preventivo	Establece la relación entre los costos de mantenimiento preventivo y por avería para cada contrato	Programa de mantenimiento por contratos
	Disminución de los costos de mantenimiento correctivo	Reducción de la tasa de costos de mantenimiento	Establece el porcentaje de reducción en el costo de mantenimiento con respecto al año anterior	Programa de mantenimiento por contratos

Fuente: elaboración propia. Excel

*Tabla 7.5 Indicadores de la perspectiva cliente*

Perspectiva	Objetivo	Indicador	Descripción	Fuente información
Cliente	Disminuir fallas que se dan por contrato	Cantidad de fallas	Establece la cantidad de fallas por contrato, por sistema	Reportes de avería
	Cantidad de OT sin terminar	OT atrasadas	Da información por área de órdenes de trabajo en espera	Reportes de avería

Fuente: elaboración propia. Excel

*Tabla 7.6 Indicadores de la perspectiva procesos internos*

Perspectiva	Objetivo	Indicador	Descripción	Fuente información
Procesos internos	Obtener disponibilidad de sistemas y equipos	Disponibilidad	Indica el porcentaje del tiempo que se encuentran disponible los equipos de las estaciones	Coordinador
	Mantener la confiabilidad por encima del 85%	Confiabilidad	Indica el porcentaje de confiabilidad de los equipos	Coordinador

Fuente: elaboración propia, Excel

*Tabla 7.7 Indicadores de la perspectiva desarrollo y aprendizaje*

Perspectiva	Objetivo	Indicador	Descripción	Fuente información
Desarrollo y aprendizaje	Mejorar capacidad del personal	Cantidad de capacitaciones	Indica la cantidad de capacitaciones que recibe cada supervisor	Coordinador
	Determinar la cantidad anual de accidentes en el trabajo	Seguridad laboral	Establece el número de accidentes o lesiones	Coordinador

Fuente: elaboración propia, Excel

En las siguientes tablas se muestra la descripción de cada indicador seleccionado.

*Tabla 7.8 Descripción de los indicadores de la perspectiva financiera*

Perspectiva Financiera							
Código indicador	Fórmula	Unidad	Frecuencia	Responsable	Metas		
					Óptimo	Aceptable	Deficiente
FI-1	$\frac{\text{Costo mto Preventivo}}{\text{Costo mto por avería}}$	%	Mensual	Supervisor contrato	≤20%	Entre 20% y 50%	≥50
FI-2	Costo de mantenimiento por contrato	₡	Mensual	Supervisor contrato	N/A	N/A	N/A

Fuente: elaboración propia. Excel

*Tabla 7.9 Descripción de indicadores de la perspectiva procesos internos*

Perspectiva Clientes							
Código indicador	Fórmula	Unidad	Frecuencia	Responsable	Metas		
					Optimo	Aceptable	Deficiente
P-1	$\frac{\# averias periodo actual}{\# averias periodo previo} \times \frac{\# equipos}{\# equipos}$	%	Anual	Coordinador	< 30%	Entre 30% y 100%	>100%
P-2	% de reportes pendientes	#	Mensual	Supervisores	<20%	Entre 20% y 40%	> 40%

Fuente: elaboración propia. Excel



**Tabla 7.10 Descripción indicadores de la perspectiva clientes**

Perspectiva Procesos internos							
Código indicador	Fórmula	Unidad	Frecuencia	Responsable	Metas		
					Optimo	Aceptable	Deficiente
CL-1	$\frac{MBTF-MTTR}{MTBF} X100$	%	Mensual	Supervisor contrato	$\geq 90 \%$	Entre 90% y 80%	$\leq 80\%$
CL-2	$\frac{MBTF-MTTR}{MTBF} X100$	%	Mensual	Supervisor contrato	$\geq 90 \%$	Entre 90% y 80%	$\leq 80\%$

Fuente: elaboración propia. Excel

**Tabla 7.11 Descripción indicador perspectiva desarrollo y aprendizaje**

Perspectiva Desarrollo y aprendizaje							
Código indicador	Fórmula	Unidad	Frecuencia	Responsable	Metas		
					Optimo	Aceptable	Deficiente
D-1	$\sum$ Capacitaciones por empleado	Cantidad	Semestral	Coordinador	$\geq 2$	Entre 1 y 2	$\leq 1$
D-2	$\sum$ Incidentes	Cantidad	Trimestral	Coordinador	0	Entre 1 y 4	5

Fuente: elaboración propia. Excel

## 8. Identificación de mejoras

Realizando una revisión del histórico de los reportes de averías y demás información contenida en el Excel de gestión del programa, se pueden encontrar ciertas deficiencias como, por ejemplo:

- a. No hay codificación de los activos (muchos tienen placa de activo, pero no una codificación adecuada para seguimiento de tareas).
- b. La descripción de las fallas no es la adecuada, tiene poca información y no ofrece mayor visibilidad sobre qué problema indica.
- c. Es difícil de navegar a través de las pestañas

Es necesario comenzar con la codificación de equipos o activos a los que el programa debe realizar mantenimiento o la supervisión tanto del mantenimiento preventivo como correctivo. Por este motivo, se realiza una codificación que muestre datos necesarios para el programa en su función de supervisión. Dicha codificación se realizará por áreas, específicamente por estaciones o edificaciones del Cuerpo de Bomberos para identificar el lugar donde se encuentra el activo.

La localización no es suficiente para un debido control de las órdenes de trabajos y el seguimiento de actividades de mantenimiento realizadas en dicho activo a fin de generar estudios de fallas y mejoras, por lo que es necesario identificar los activos mediante el tipo de equipo que es y al sistema al que pertenece como, por ejemplo, bomba o sistema de bombeo.

Para finalizar, ya que existen muchos equipos del mismo modelo en varias localizaciones, es necesario un consecutivo con el fin de identificarlos. A continuación, se presenta el modelo elegido.

## Visitas de inspección

Actualmente, la gerencia exige que se realicen visitas de inspección tanto para determinar el cumplimiento de las acciones del mantenimiento preventivo, así como los trabajos correctivos que se realizan a los equipos. Dado que la cantidad completa de edificaciones incluidas en el programa de mantenimiento por contratos corresponde a 84 edificaciones distribuidas a lo largo del territorio nacional y considerando que se gestionan 19 contratos de mantenimiento, no es realista esperar visitas de inspección cada vez que se realiza el mantenimiento preventivo.

Por esta razón, es necesario establecer una propuesta con el fin de indicar las visitas de inspección necesarias para fiscalizar los trabajos de mantenimiento preventivo como parte de un análisis de una muestra significativa. Para esto es necesario tomar en cuenta ciertos aspectos como la cantidad de edificaciones, la cantidad de equipos totales y en cada edificación, además del tipo de equipos o sistemas presentes.

Retomando la tabla 3.1 se observa que existen 19 sistemas con contratos de mantenimiento activos que deben ser supervisados por el personal. Se puede realizar un muestreo estratificado y se determinar cuántos equipos inspeccionar en cada estación, pero para el limitado personal (5 supervisores de contratos) puede resultar complicado. Para esto se determina mediante el cálculo de tamaño de muestras para poblaciones finitas una cantidad necesaria de equipos por ser inspeccionados por cada contrato. Lo cual le permite a cada supervisor identificar la cantidad de equipos por ser inspeccionados anual o trimestralmente, de forma que pueden priorizar a cuáles estaciones y cuáles activos revisar dependiendo de la incidencia de fallas o trabajos correctivos por mejoría recientes.

Esta metodología permite cierta flexibilidad para la planificación de visitas de inspección, ya que cada supervisor puede, con base en parámetros como los mencionados, conocer cuáles equipos inspeccionar. Pueden en las reuniones de departamento planear las visitas en conjunto, al visitar la misma estación dos o más supervisores de sus respectivos contratos, ahorrando combustible y considerando que solo se tienen tres vehículos disponibles para el programa, es necesario coordinar de la mejor manera.

<b>Nombre Sistema</b>	Aire Acondicionado
<b>Cantidad de equipos o estaciones</b>	360
<b>Total equipos muestra</b>	57

Figura 8.1 Plantilla cálculo de visitas de inspección

Fuente: elaboración propia. Excel

Para obtener los resultados que se observan en la figura 8.1, se determinaron varios parámetros para el caso en específico. Considerando que la probabilidad de error en muestreo muchas veces se busca que ronde 5% o 3%, esto es muy claro en empresas manufactureras o alguna otra en donde el proceso está muy estandarizado y las condiciones son muy similares todo el tiempo, por lo que alcanzar errores bajos es más probable o alcanzable. Pero para el caso presentado aquí, la situación no está moldeada de tal forma, si bien muchos equipos en las estaciones son del mismo modelo, algunos aspectos de las condiciones son diferentes, como la cantidad de uso que tiene cada equipo o activo.

También las condiciones de temperatura y humedad son muy diferentes entre las estaciones, unas están en Ciudad Neyli otras en Barrio México de San José o Liberia. Por esto se considera mantener un porcentaje de error alto y se elige 10%, por lo que el nivel de confianza con que se realiza la estimación es de 1,64, como se observa en la figura 8.2 de la tabla de probabilidad de error obtenida de Vivanco (2005).

Error	0,1%	0,05%	0,045%	0,01%	0,003%
Coficiente de confianza	1,64	1,96	2	2,58	3

Figura 8.2 Tabla probabilidad de error asociado a coeficiente de confianza

Como no se tiene la varianza de la muestra, ya que esta no se ha calculado, se toma el máximo valor para este parámetro, el cual es 0,25.

Como especifica Vivanco (2005) existen diversos factores que inciden en el tamaño de la muestra, por ejemplo:

- a. Recursos económicos
- b. Procedimientos de análisis
- c. Heterogeneidad de la población

Se obtiene la siguiente fórmula para el cálculo de la muestra necesaria de Vivanco (2005):

*Ecuación 8.1 Ecuación del cálculo de una muestra*

$$\frac{N}{N-1} \times \frac{pq}{\frac{e^2}{Z^2} + \frac{pq}{N-1}}$$

En donde:

**Tabla 8.1 Componentes de la ecuación para el cálculo de la muestra**

Símbolo	Descripción
N	Tamaño de la población
Pq	Varianza de la muestra
E	Error máximo permisible
Z	Valor del coeficiente de confianza

Fuente: elaboración propia. Word

Esta información puede ser utilizada para un estudio de Manpower, necesario para la determinación de las cargas de trabajo del personal, dado que es necesario determinar si existe un buen balance en el programa. Como ejemplo se calculan los datos necesarios para el sistema de aire acondicionado. Para esto se obtiene la cantidad total de equipos, ya sean evaporadores o condensadores del Excel de activos que maneja el programa.

<b>Nombre Sistema</b>	Aire Acondicionado
Cantidad de equipos o estaciones	360
<b>Total equipos muestra</b>	57

*Figura 8.3 Inspección para aires acondicionados*

Esto indica que se deben inspeccionar 57 equipos a lo largo del territorio nacional que pueden ser seleccionados por criticidad, recurrencia de fallas o totalmente de forma aleatoria de ser necesario. De los datos del 2018 se sabe que en Cañas y en Quepos se han presentado la mayor cantidad de reportes de averías, por lo que sería provechoso tomar los equipos de esas dos estaciones junto con equipos de otras que hayan presentado una de las fallas que se dieron más comúnmente durante el periodo.

## 8.1 Mantenimiento autónomo

Es necesario dotar de formación, entrenamiento, motivación, responsabilidad e iniciativa. Claramente siempre existirá una resistencia inicial por parte del personal de bomberos, por lo que es importante realizar o diseñar una estrategia. Se deben seleccionar los responsables para cada sistema seleccionado y recibir capacitación sobre el mantenimiento que se realiza por contrato a cada equipo, con el fin de preparar en la supervisión de estos trabajos al personal de bomberos en cada estación.

Esto no solo simplificaría la supervisión por parte del personal del Programa de Mantenimiento por contratos, sino que, además, reduciría el tiempo de atención de averías (en caso de que puedan ser realizadas por los bomberos). Es importante destacar que un personal mejor capacitado para analizar el correcto funcionamiento de un equipo puede ayudar a reducir la cantidad de reportes de averías presentados en esos equipos, lo que significa un gran ahorro para el departamento, debido a que se reducen la cantidad de revisiones por parte de la empresa contratada resultando en una disminución en costos de mantenimiento. Estos costos se reducen, ya que no se necesita pagar tantos viáticos ni horas laboradas a los técnicos de la empresa adjudicada, pero especialmente a las estaciones fuera del Valle Central.

Entre los beneficios que se pueden encontrar al implementar un programa de mantenimiento autónomo están:

- a. Favorece una mayor concentración en las mejoras enfocadas.
- b. Promueve respeto de normas y reglamentaciones.
- c. Operadores actualizan sus conocimientos para dominar el equipo que utilizan.
- d. Mejora la capacidad de análisis de las causas promoviendo en los trabajadores el deseo de conocer por qué suceden algunas anomalías.
- e. Aumenta la velocidad de reacción ante las anomalías y en consecuencia se acelera el proceso de fabricación.
- f. Las personas evolucionan y aportan ideas.

Efectos secundarios

- a. Se descubren talentos ocultos en los trabajadores.
- b. Se consigue mejorar la capacitación del personal.
- c. Favorece una mayor y más fluida comunicación interna.

## **8.2 Contratos críticos**

La tabla 3.1 indica los contratos a cargo del personal del Programa de Mantenimiento por contratos. Claramente en la tabla siguiente en dicho capítulo, se encuentra que los contratos más críticos o con mayor incidencia de fallas son los que pertenecen a los sistemas de Aire Acondicionado y Portones y Accesos automáticos. Si se habla de criticidad, dado que no se trata de una empresa de manufactura, es necesario considerar otros aspectos como el impacto en el cliente (personal de las estaciones de bomberos) cuando uno de estos equipos falle.

La razón por la cual se considera al sistema de portones eléctricos como uno de los más críticos de la institución es debido al alto costo de las averías registradas (debido a la gran cantidad de reportes anuales), pero también considerando que estos portones son por los cuales se despachan las unidades de atención de emergencia. Si estos no llegan a funcionar en el mejor de los casos deben ser abiertos manualmente perdiendo segundos o hasta minutos cruciales en la atención de una emergencia.

Del historial de averías disponible se obtienen los datos de las tablas 8.2 y 8.3 correspondientes a portones eléctricos. Considerando que existen actualmente 84 edificaciones con contratos de mantenimiento tercerizado, se puede observar incidencia en varias edificaciones, por lo que uno de los puntos más importantes es llevar un registro de recurrencias por estación para establecer correlaciones entre el mantenimiento realizado y las averías.

La tabla 8.2 indica los grupos o tipos de averías que se presentan en este sistema. Están agrupados de tal forma debido a la descripción encontrada en los reportes, pero esta información es insuficiente, ya que en la mayoría de dichos reportes no se especifica con detalle la falla



presentada. Parte es la información enviada por el cliente (personal de la estación que no está capacitada para realizar un diagnóstico del equipo), la otra es del reporte enviado por el adjudicatario del contrato después de realizar la visita de mantenimiento correctivo. En muchos casos se indican problemas con el motor, pero no la índole, eléctrica, mecánica, cuál componente se encuentra dañado, entre otros. Esto dificulta el análisis de la eficiencia del mantenimiento preventivo.

*Tabla 8.2 Resumen de reportes de avería por estación del año 2018*

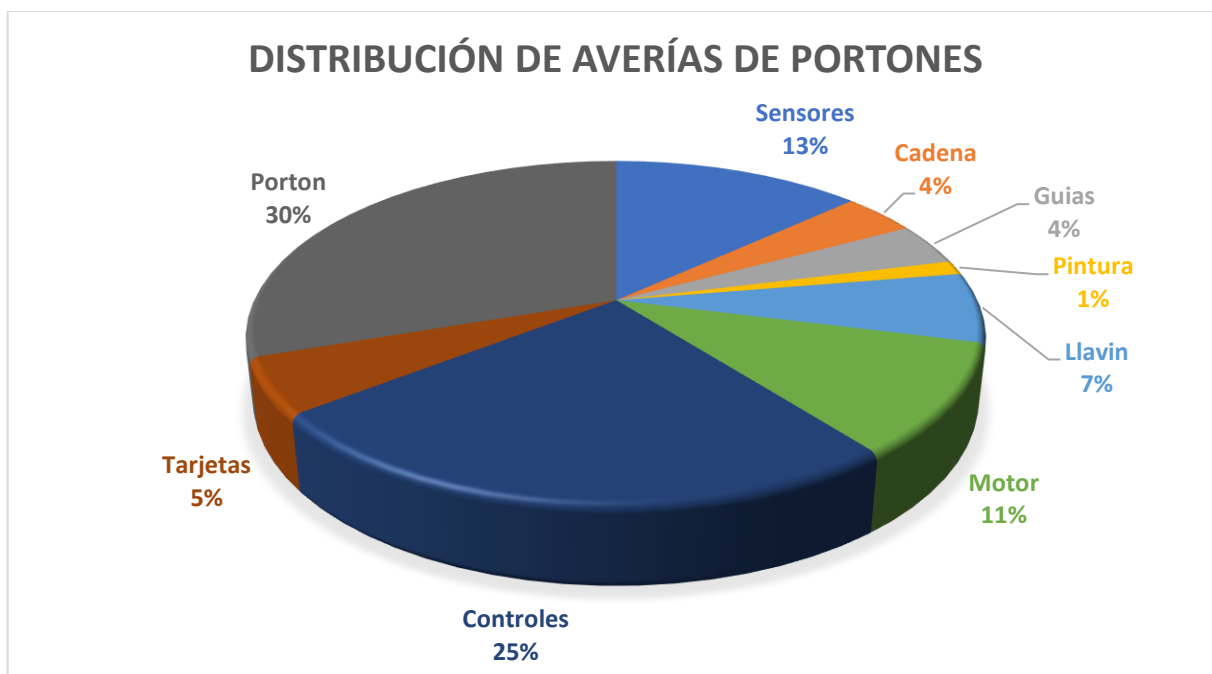
<b>Reporte Averías 2018</b>			
Estación	Cantidad reportes	Estación	Cantidad reportes
Cartago	6	Golfito	2
Heredia	4	Garabito	3
Cañas	1	Quepos	1
Bagaces	2	Metro Norte	1
Tres Ríos	5	Guápiles	2
Palmares	4	Santo Domingo	1
Barrio México	8	Filadelfia	1
Barrio Lujan	4	Parrita	1
Tilarán	1	Nicoya	1
La Fortuna	2	Tibás	1
Coronado	4	Turrialba	1
Esparza	1	Las Juntas	1
El Roble	4	San Ramon	3
Desamparados	3	Santa Cruz	3
Bataan	2	Upala	1
Alajuela	1	Paraíso	1
Aeropuerto Tobías Bolaños	1	Ciudad Neilly	1
Aeropuerto Juan Santamaria	2	Santa Ana	1
Buenos Aires	3	Golfito	2
Central	3	Acosta	1
Belén	2		

Fuente: elaboración propia. Excel

*Tabla 8.3 Tipos de averías reportadas durante el 2018*

Tipos de Reporte	Cantidad
Sensores	10
Cadena	3
Guías	3
Pintura	1
Llavin	5
Motor	8
Controles	19
Tarjetas	4
Portón	23

Fuente: elaboración propia. Excel



*Gráfica 8.1 Gráfica de pastel de tipos de averías de portones*

Fuente: elaboración propia. Excel

El hecho de que existan más de 100 reportes al año indica que o el mantenimiento preventivo está diseñado inadecuadamente o la ejecución deja mucho que desear. Esto amplifica la necesidad de un procedimiento de inspección de tareas a nivel nacional enfocándose como se comentó en las estaciones con mayor incidencia inicialmente, pero también dependiendo del tipo de avería. Esto debido a que muchas averías se deben a mal funcionamiento de controles automáticos de portones, lo cual en muchas ocasiones se debe a que se acaba la vida útil del activo (el cual se reemplaza) o a mala manipulación y cuidado por parte del personal de bomberos en cada estación.

Para buscar una solución a la falta de información de los reportes, se buscará implementar un formulario para trabajos correctivos, el cual será completado por el adjudicatario del contrato. En el formulario estarán especificadas gran parte de las posibles fallas que se pueden encontrar en sistemas como este, forzando a los técnicos de la empresa contratada a especificar las fallas con mayor detalle, de forma que el programa de mantenimiento pueda tener un historial con información que permita generar análisis completos.

Para lograr esto, se propone utilizar la metodología RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad). El RCM permite desglosar las partes más importantes del sistema e identificar las posibles causas de las fallas que se presentan. También indica las acciones proactivas que se pueden identificar para mitigar estas fallas.

Reporte de Mantenimiento Correctivo Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica		Código	
		Fecha	
		Versión	
<b>Mantenimiento de motores de portones y accesos automáticos</b>			
<b>Empresa</b>			
N° Orden	<input type="text"/>	Fecha	<input type="text"/>
Localidad	<input type="text"/>	Activo	<input type="text"/>
Técnico 1	<input type="text"/>	Firma	<input type="text"/>
Técnico 2	<input type="text"/>	Firma	<input type="text"/>
<b>Información del Vehículo</b>			
Tipo de vehículo	<input type="checkbox"/> Rural <input type="checkbox"/> Liviano	Placa	<input type="text"/>
Marca	<input type="text"/>	Cilindraje	<input type="text"/>
Kilometraje	<input type="text"/>	Año	<input type="text"/>
Combustible	<input type="checkbox"/> Diesel <input type="checkbox"/> Gasolina		
<b>Fallas encontradas</b>			
Sistema	Modo de falla	Causa	
Motor eléctrico	Operación intermitente		
Cuadro de mando	No recibe señales de los controles		
Controles	Límites de carrera no funcionan		
Sistema cortina	No recibe señales de los controles		
Sistema cadena	Exceso de suciedad en circuito		
	Pulsador interno no responde		

Figura 8.4 Formulario Correctivo Programa Mantenimiento por contratos

Fuente: elaboración propia. Excel

Como se observa en la figura 8.4, en el formulario se presentarán el modo de falla y la causa de la falla encontrada. Esta versión se completará digitalmente, una vez que el programa implemente su visión a futuro, la cual especifica la necesidad de completar estos reportes en sitio y llegan automáticamente al personal del programa de mantenimiento, para así agilizar tanto la supervisión como el análisis de los trabajos realizados, en vez de esperar el reporte con el formulario impreso, el cual puede tardar varios días. Debido a que actualmente no se tiene implementado este procedimiento, se procede a adjuntar al formulario anterior la hoja de RCM con los modos de falla y causas para que sirvan de guía a los técnicos de la empresa contratada y completen la información adecuadamente de forma manual.



Otros cambios que se plantean son:

- a. Columna de estado para indicar con mayor detalle la condición del equipo basado en tres divisiones: Buen estado, Mal estado, Falla inminente (Desplegable en digital).
- b. Adjunta espacio para el número de activo para la nueva codificación planteada por el programa o si el equipo tiene placa activa.
- c. Sección más definida de la información de controles y del consumo.

Estos cambios y el nuevo formato se identifican en la figura 8.7. El formulario está también diseñado para su uso digital pensando en una eventual implementación del requisito de uso de tabletas o por medio de teléfonos celulares para completar estos formularios en sitio. Mientras tanto dicho formulario se puede utilizar impreso de igual manera.

**Procesos Automáticos** **Reporte de Mantenimiento Preventivo** **Pistón Electromecánico** Código: PRC-RES-41  
 Fecha Creativa: 12/05/2018  
 Versión: 02

Cliente: Duberos Heredia  
 N° de Orden: 809755  
 Ubicación: Piston # 4

¿El sistema se encuentra operando correctamente? SI  NO

Modulación voltaje: Voltaje Entrada 120 Almacenaje 0  
 Voltaje en Marcha 120 Capacidad   
 Consumo Operativa 0.0000 Método Cuentro de Cuentro

#	Ajustes a revisar	Buen estado	Defectuoso	N/A
1	Revisar el estado de la Tarjeta del cuadro de control	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Realizar un ajuste de los bornes en el cuadro de control	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Revisar las conexiones del cuadro de control	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Verificar el estado del transformador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Esportar la limpieza de la tarjeta y del cuadro de mando	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Revisar que las tuberías se encuentren en buen estado y sean las adecuadas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Verificar que el cuadro de mando se mantenga hermético y sellado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Verificar el estado de la receptora	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Verificar el estado de lámparas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	Verificar el estado de sensores	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Verificar el estado de SMA - Sensor magnético	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	Verificar el estado de Teclado numerico	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	Verificar el estado de los controles	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	Verificar el estado de receptor externo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	Verificar el estado de cerradura	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	Limpiar cobertores externos y revisar estado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	Limpiar tornillo de freno y luego aplicar presión	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	Verificar que el equipo se pueda desbloquear facilmente (operación manual)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	Lubricar soporte trasero del motor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	Ajustar tornillos de fijación del pistón	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	Revisar la conexión del motor en la caja de conexiones y en la regleta del pistón (Ajustar - limpiar)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	Revisar la solidez y buen estado del portón	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	Engrasar los puntos de giro de los portones	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	Revisar que los topes de abierto y cerrado sean firmes y amplios	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	Revisar el estado de la tuerca de brida	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21	Revisar velocidades	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22	Retardo de la segunda hoja	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23	Revisar el estado de los cables y tuberías eléctricas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Partes e Insumos Utilizados

Detalle de materiales utilizados: Relaxina, Lubricante, Grasas

Reparaciones y Ajustes efectuados:

Trabajos Pendientes por Colocar  o quedan a cargo del cliente

Fecha de realización: Francisco Gonzalez 02/11/18 Firma del Técnico: [Firma]

Horario de trabajo: 9:00 Hora de Salida: 11:00

Al Tono de Rupta  
 Topes de senos  
 Insumos utilizados

Tipos de Mantenimiento: 100-100-01-0

Figura 8.6 Formato actual de reporte de mantenimiento preventivo

Fuente: Programa de Mantenimiento por contratos, BCCCR.

<b>Reporte de Mantenimiento Preventivo Porton Abatible</b>		Código	
		Fecha	
		Versión	
Empresa		Fecha	
Localidad		Garantía	<input type="checkbox"/> Si
Técnico			<input type="checkbox"/> No
Firma		Activo	
Técnico		N° Orden	
Firma			
Información de consumo		Información de controles	
Voltaje entrada _____		Cantidad en la estación _____	
Consumo corriente _____		Cantidad revisados _____	
Aspectos a revisar		Estado	Comentarios
Revisar el estado de la tarjeta del cuadro de control			
Realizar un ajuste de los bornes en el cuadro de control		Falla Inminente	
Revisar las conexiones del cuadro de control			
Verificar el estado del transformador			
Ejecutar la limpieza de la tarjeta y del cuadro de mando			
Revisar que las tuberías se encuentren en buen estado y sean adecuadas		Buen estado	
Verificar que el cuadro de mando se mantiene hermético y sellado			
Verificar el estado de la receptora			
Verificar el estado de lámpara			
Verificar el estado de los sensores			
Verificar el estado de SMA- Sensor magnético			
Verificar el estado de teclado numérico			
Verificar el estado de los controles			
Verificar el estado de receptor externo			
Verificar el estado de cerradura			
Limpieza de cobertores externos e internos			
Ajustar tornillos de fijación del motor			
Revisar la solidez y buen estado del portón			
Revisar y engrasar la guía superior			
Portón corre suave y fácilmente			
Verificar la firmeza de los topes de abierto y cerrado			
Revisar la tensión de cadena y lubricación			
Verificar que portón no golpee contra los topes			
Revisión y estado de piñones		Falla Inminente	
Breaker del porton bien identificado			
Trabajos pendientes/Recomendaciones			
Comentarios Adicionales			
Fecha finalización	Firma	Hora llegada	Hora salida

Figura 8.7 Formulario planteado para mantenimiento preventivo portones automáticos

Fuente: elaboración propia. Excel



Realizando inspecciones durante las visitas de mantenimiento a inicios del año, se encontraron ciertas inconsistencias con lo estipulado en la licitación del contrato de mantenimiento para portones y accesos automáticos. Estas inconsistencias en la labor de mantenimiento se presentan a continuación:

- a. No se revisó la tensión de la cadena en motores de cremallera para determinar si cumple con lo establecido en el contrato.
- b. Se debe lubricar y limpiar los portones con cadena, pero no se realiza, ya que el técnico especifica que dura mucho tiempo y de todos modos es un portón muy complicado para abrir manualmente.
- c. Para motores de pistón electromecánico, el contrato especifica que deben revisar la velocidad de apertura, lo cual no se cumple durante las visitas de mantenimiento.
- d. En los reportes no se especifica cuál motor/portón se está atendiendo, solo el tipo de este (Cremallera, Cortina, Pistón, Abatible).
- e. En varios casos utilizan solo brocha para limpiar.
- f. No reportan la necesidad de cambiar a rodines con rodamientos no sellados, lo cual es necesario en varios de estos portones.



*Figura 8.8 Visita de mantenimiento portones y accesos automáticos*

### 8.2.1 Aires acondicionados

De la misma manera que en la sección anterior, se presentan los datos resumidos para el contrato de aires acondicionados, el segundo sistema con mayor cantidad de reportes de avería generados durante el 2018.

*Tabla 8.4 Cantidad de reportes por estación durante el 2018*

Reportes por estación Aire Acondicionado			
Estación	Cantidad de reportes	Estación	Cantidad de reportes
Cartago	0	Golfito	1
Heredía	0	Garabito	5
Cañas	7	Quepos	6
Bagaces	0	Metro Norte	0
Tres Ríos	0	Guápiles	0
Palmares	0	Santo Domingo	1
Barrio México	1	Filadelfia	0
Barrio Lujan	0	Parrita	3
Tilarán	0	Nicoya	1
La Fortuna	0	Tibás	0
Coronado	0	Turrialba	2
Esparza	0	Las Juntas	1
El Roble	1	San Ramon	0
Desamparados	0	Santa Cruz	4
Bataan	2	Upala	1
Alajuela	1	Paraíso	0
Aeropuerto Tobías Bolaños	0	Ciudad Neyli	0
Aeropuerto Juan Santamaria	0	Santa Ana	1
Buenos Aires	0	Golfito	1
Central	0	Acosta	0
Academia	2	Orotina	3
Grecia	1	Siquirres	1
Palmar Norte	3	Mantenimiento Vehicular	1
Limón	2	Parrita	3
Bribri	2	Nandayure	2
Pérez Zeledón	2	Puerto Jiménez	2
Puntarenas	2	Aeropuerto Liberia	4
Pavas	2	UMV	1
Edificio Administrativo	1		

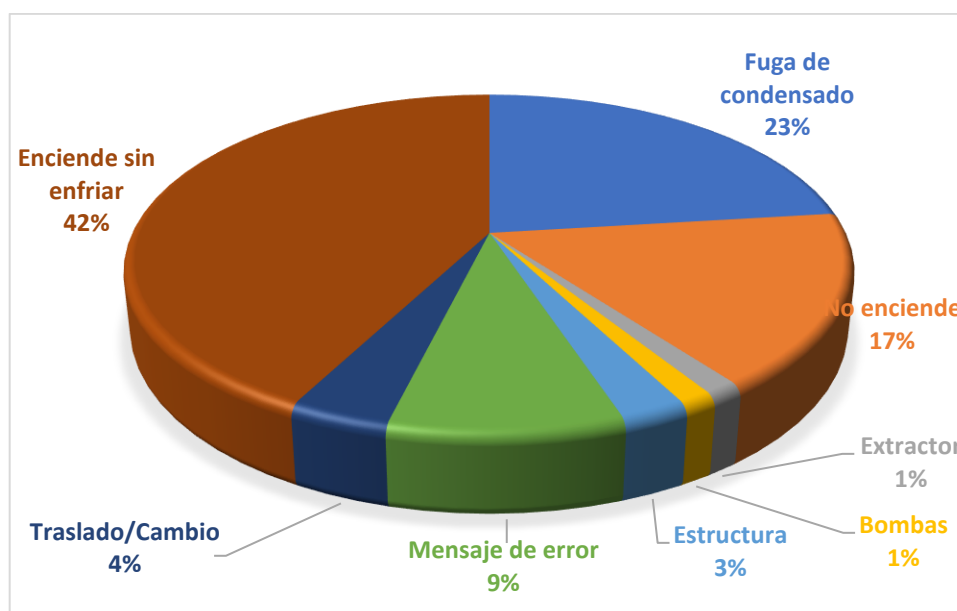
Fuente: Elaboración propia, Excel

El formato de los formularios es aplicable también para realizar reportes del sistema de aires acondicionados. Además, con acuerdo con el contrato anterior, los reportes que se manejan no tienen la información adecuada para realizar análisis profundos de fallas o averías.

*Tabla 8.5 Resumen de averías por tipo durante el 2018*

Problemas recurrentes	Cantidad
Fuga de condensado	18
No enciende	13
Extractor	1
Bombas	1
Estructura	2
Mensaje de error	7
Traslado/Cambio	3
Enciende sin enfriar	33

Fuente: elaboración propia. Excel



*Gráfica 8.2 Distribución de averías Aires Acondicionados*

Fuente: elaboración propia. Excel

Como se mencionó anteriormente, también existen inconsistencias con el mantenimiento a los aires acondicionados con respecto a lo establecido en la licitación.

- a. No se mide capacitancia de capacitores.
- b. No revisan adecuadamente el aislamiento de las tuberías.
- c. Para limpiar contactos solo utilizan brocha, no un limpiador específico para tal fin.



*Figura 8.9 Visita de mantenimiento de aires acondicionados*

## 9. Análisis financiero

Cada contrato es realizado mediante una licitación de concurso, en el cual varias empresas ofrecen sus servicios y entregan una propuesta con el costo para las acciones establecidas en dicha licitación. Estas empresas entregan su propuesta del costo de la hora de mano de obra, así como de las tareas de mantenimiento preventivo, viáticos, transporte; por lo tanto, de la ganadora se determina el presupuesto para el mantenimiento preventivo por parte del programa. El presupuesto de mantenimiento correctivo (en el cual se incluyen las acciones por avería y corrección para mejora) se establece de manera distinta, ya que no se pueden prever las fallas que surgirán durante el periodo del contrato.

En la tabla 3.2 se identificó la cantidad de reportes de averías por sistema durante el 2018. Si bien los sistemas de aires acondicionados y el de portones y motores son los que presentan la mayor cantidad de averías, también existen reportes de otros contratos. Todos estos reportes constituyen un costo adicional para el programa, ya que se resuelven mediante el presupuesto establecido para mantenimiento correctivo, no del preventivo. En la tabla 8.6 se muestra un ejemplo del presupuesto de un contrato para el año 2017.

Tabla 9.1 Desglose estimación del monto del contrato accesos automáticos para el 2017

Desglose	Monto	% del Total
Mantenimiento preventivo	₪ 33.289.751,00	43%
Mantenimiento correctivo	₪ 21.064.301,14	27%
Repuestos	₪ 16.290.872,63	21%
Kilometraje	₪ 4.724.353,06	6%
Viáticos	₪ 2.280.722,17	3%
Total	₪ 77.650.000,00	100%

Fuente: elaboración propia con información obtenida de la documentación del Programa de  
Mantenimiento por Contratos

Como se observa, el costo de mantenimiento correctivo corresponde al 27% del total presupuestado. Según la documentación consultada, este dato corresponde al cálculo del consumo histórico de mano de obra correctiva de los periodos anteriores. Generalmente este

monto aumenta cada año debido al incremento en la cantidad de equipos y costo de mano de obra.

En diversas reuniones de personal se ha externado la preocupación de que muchas averías pueden estarse presentando o siendo detectadas durante las visitas de mantenimiento preventivo, pero sin ser reportadas por las empresas para así cobrar por el mantenimiento correctivo. Se debe recordar que existen más de 80 edificaciones alrededor del país, por lo cual es de suma importancia reducir la cantidad de reportes de averías presentados, para así proceder a reducir anualmente el presupuesto en mantenimiento correctivo o en su debido caso, utilizar este presupuesto en forma de mejora a las instalaciones o equipos, lo cual agrega valor al programa. Es importante establecer que para los mantenimientos correctivos será necesario pagar el costo de los viáticos, kilometraje, repuestos (en caso de ser necesario) y el costo de la mano de obra, por lo que si la avería se presenta fuera del Valle Central, representa un gran gasto para el programa.

En el presente proyecto se han identificado varias mejoras directas para dos contratos en el capítulo anterior, las cuales pueden ser adaptadas a otros contratos, así que, considerando las visitas de inspección y una mejor supervisión con base en los indicadores planteados y el análisis de reportes, se puede estimar que habrá un ahorro en mantenimiento correctivo en el mediano a largo plazo. Este ahorro es difícil de estimar, dado que la naturaleza del correcto hace que no se pueda establecer la cantidad de averías que se presentarán en un periodo determinado, pero atacando las deficiencias mediante el uso del modelo de gestión planteado, se pueden reducir estos costos.

Como se especificó en la tabla 7.9 de indicadores de la perspectiva de cliente, una pretensión media es la de reducir las averías en cada contrato entre un 30 % y un 100%. Tomando un porcentaje medio entre estos de 70% como suposición para los cálculos y el costo promedio por avería con base en el presupuesto correctivo anteriormente citado, se encuentra un posible ahorro determinado en la siguiente tabla, en donde se está reduciendo las averías en un 30%.

Tabla 9.2 Ahorro en mantenimiento correctivo en varios contratos producto de la aplicación del modelo de gestión

Contrato	Monto correctivo	Cantidad averías totales	Reducción en averías	Reducción en monto
Accesos automáticos	₡ 21.064.301,14	112	78	₡ 6.394.519,08
Aires Acondicionados	₡ 4.944.785,02	99	69	₡ 1.498.419,70
Plantas Eléctricas	₡ 5.000.000,00	14	10	₡ 1.428.571,43
Sistemas de bombeo	₡ 12.325.134,72	28	20	₡ 3.521.467,06
Sistema amplificación sonido	₡ 7.846.350,00	27	19	₡ 2.324.844,44
Total ahorrado				₡ 8.773.302,64

Fuente: elaboración propia con información obtenida de la documentación del Programa de

Mantenimiento por Contratos

Como se observa en la tabla anterior, el monto de mantenimiento correctivo para accesos automáticos se reduciría en ₡ 8.463.335,28. De la misma manera para aires acondicionados, el monto se reduce en ₡ 1.997.892,93. Esto significa un gran ahorro para el programa generando reducciones de costos anuales por presentarle a la gerencia como indicación de eficiencia y eficacia en las labores o reutilizando el presupuesto sobrante de dicho periodo en mejoras futuras de los sistemas.

## 10. Estrategia de implementación

### 10.1 Fases de implementación

Para implementar un programa o modelo es necesaria la participación de todo el personal de departamento o programa, sin dejar de lado a los superiores o gerencia, cuyo aporte tiene mucho peso en el éxito de los proyectos cuando se considera la necesidad de transformar o modificar la cultura organizacional. La idea detrás de la implementación de un modelo de gestión es dotar al departamento de una herramienta de gestión y mejora continua. Para esto es necesario basarse



en las bases ya disponibles, así como aplicar nuevas metodologías y herramientas para fortalecer dicha gestión.

La implantación es un proceso continuo de despertar organizacional, generar en la organización un sentido de estrategia compartida, con propósitos y objetivos. Según Godet (2000):

A la estrategia no le basta un buen rumbo; necesita también un equipaje preparado y motivado para la maniobra..., para la empresa, el frente exterior y el frente interior constituyen un solo y mismo segmento estratégico. La batalla no puede ganarse más que en los dos frentes a la vez; o de lo contrario se pierde en ambos.

Este último hace referencia a que, generalmente, existe una brecha entre la gerencia y el departamento intentando la implementación de un modelo de gestión, es más que suficiente la resistencia al cambio del personal sin tener que contar con resistencia en la gerencia. Estas resistencias tienden a acrecentarse cuanto menor sea la participación de todos los involucrados.

Se pueden definir ciertos pasos o fases para la implementación de un modelo de gestión, se toma como referencia la metodología utilizada por Fallas (2014):

- a. Análisis y diagnóstico: determinación de la necesidad de generar un modelo de gestión para el departamento, se analizan las competencias y deficiencias del programa con el fin de determinar la existencia de puntos de mejora capaces de ser resueltos por medio del modelo.
- b. Información: se informa de la decisión de implementar un modelo de gestión a todos los involucrados, ya que su participación es vital para el cumplimiento de los objetivos.
- c. Estructura del modelo: se describe el estudio previo, el cual se utilizó como base para la determinación del modelo y las características de este.
- d. Objetivos principales: es necesario definir los objetivos para el cumplimiento de ellos, con el fin de que se pueda realizar una autoevaluación implementando la mejora continua.
- e. Plan maestro: metodología de implementación de las funciones del modelo de gestión. También se capacita al personal en sus nuevas responsabilidades y objetivos establecidos.

- f. Inicio: se inicia la aplicación del modelo informando de esto a todo el personal de mantenimiento.
- g. Desarrollo de metodología de mejora continua: se desarrollan auditorías con el fin de identificar y analizar las dificultades y resistencias que se presentan con los cambios implementados.
- h. Estudiar la respuesta del personal: analizar si hay resistencia al cambio.
- i. Índices de avance: se debe estudiar el cumplimiento de los objetivos y el avance en las nuevas responsabilidades del personal.
- j. Consolidación: se logra la implantación del modelo. Los puntos de mejora son analizados y utilizados en el desarrollo de sostenibilidad del modelo de gestión.

## 10.2 Cambio cultural

Según Castellanos (2011), en su artículo titulado *Implementación de estrategia empresarial*, existen tres rasgos considerados negativos a los cuales se les debe abordar para evitar o minimizar la resistencia al cambio, los cuales son jerarquía, burocracia y autocracia. Para un cambio cultural efectivo que permita la implementación de una nueva estrategia, es necesario tener en cuenta que el cambio en la cultura organizacional de una empresa o en un departamento no es una tarea sencilla y los frutos se obtienen entre mediano a largo plazo.

Antes de comenzar con una estrategia de cambio cultural, se debe entender en qué consiste una cultura organizacional. Se puede decir que está compuesta por las creencias, valores, hábitos, costumbres y experiencias aplicadas a todos los componentes de una compañía de acuerdo con Cristancho (2016).

El comportamiento de la empresa será afectado por dichas creencias, hábitos y valores del personal, pero nunca se debe dejar de lado que lo que verdaderamente determinará una cultura organizacional es la misión, visión y las metas de la entidad. Se debe tener en cuenta que, para que los temas como los valores y objetivos se cumplan, deben ser compartidos, generados por todos creando un sentido de coherencia y cohesión de todo el personal involucrado.

El personal del programa de mantenimiento por contratos presenta cierta inclinación por las nuevas metodologías que ha implementado el coordinador, pero también existe cierta resistencia al cambio, debido a las nuevas labores que se han estado implementando. Para aplicar la estrategia de implementación del modelo de gestión, se debe también tratar la resistencia al cambio cultural, para lo cual se presentan a continuación una serie de etapas por seguir. Estas etapas se toman del profesor de liderazgo de Harvard Business School, John Kotter, citado por Cristancho (2014) en su artículo 8, pasos para gestionar el cambio en la cultura organizacional:

- a. Sentido de urgencia: este paso es posiblemente el de mayor duración, requiere del uso de datos, estadísticas o investigaciones con los cuales indicar la necesidad urgente al cambio. La urgencia de este cambio debe quedar entendida de total manera en la mente de todo el personal.
- b. Formación de equipo de cambio: se debe tratar de que no solo una persona esté liderando el cambio, sino que existan varias totalmente comprometidas con dicho cambio.
- c. Visión para el cambio: se debe crear o determinar los nuevos valores y los puntos de mejora del modelo propuesto utilizando una estrategia para el cumplimiento de las acciones.
- d. Comunicación de la visión: todos los miembros deben tener en claro el propósito del cambio.
- e. Eliminación de obstáculos: se debe identificar cuáles personas están presentando resistencia al cambio y realizar un estudio sobre sus inquietudes y necesidades. Esto para fortalecer el modelo propuesto y reducir la resistencia del personal al cambio.
- f. Definición de triunfos: se establece a nivel del departamento o programa, cuáles triunfos u objetivos se quieren lograr y los plazos para alcanzarlos.
- g. Construir sobre el cambio: no se debe permanecer satisfecho con lo implementado a corto plazo, se deben comunicar los avances con el personal para que se definan los puntos de mejora y siga creciendo la respuesta positiva del personal hacia el cambio.
- h. Consolidación: se logra la implementación del cambio cultural.

## 11. Conclusiones y recomendaciones

### 11.1 Conclusiones

Del proyecto desarrollado se puede concluir lo siguiente:

- a. Se logra determinar el grado de madurez del Programa de Mantenimiento por contratos utilizando la norma COVENIN especificada en el proyecto, la cual identificó las notas de cada área del programa en cuanto a su gestión y efectividad. La nota general del departamento es de 80, lo que significa un nivel de entendimiento con base en la escala establecida. Con esto se entiende que el programa tiene una gestión básica posiblemente debido al poco tiempo que lleva establecido y existen varias oportunidades de mejora en cuanto al desempeño de su gestión.
- b. Al determinar las necesidades del programa, se buscaron diferentes modelos de gestión de mantenimiento que pudieran ayudar a corregir o mejorar las características del mismo. Empleando la norma ISO 9001, se logró definir las características del modelo de gestión necesario para el programa.
- c. Como parte de las herramientas del modelo de gestión, se logró definir un estándar para los diferentes documentos con los que se trabaja en el programa, desde formularios para mantenimiento preventivo, correctivo y visitas de inspección de trabajos. Estos están realizados con base en ciertas especificaciones de la norma ISO 9001 y especificaciones de la institución.
- d. Se establecieron indicadores desde varias perspectivas, como financiera, procesos e impacto al cliente, para mejorar la fiscalización de los trabajos realizados. Estos formarán la base para determinar más a fondo el estado de los programas de mantenimiento preventivo y correctivo. A futuro con los datos obtenidos se determinará si existe necesidad de implementar más indicadores que ofrezcan la información necesaria para el personal del programa.

- e. Se generó una base de datos en Microsoft Access para ingresar la información actual del programa, con el fin de tener un respaldo en caso de presentar problemas con el archivo de Excel en línea actual. Además, se generó una metodología para la selección de un *software* de gestión de mantenimiento adecuado para el programa en el futuro.

## 11.2 Recomendaciones

Recomendaciones generadas a partir del proyecto realizado:

- a. Concientizar a la gerencia directa del departamento de servicios generales sobre la importancia y la necesidad de una buena gestión del programa para los trabajos de las estaciones.
- b. Implementar indicadores estandarizados, además de los propuestos, basados en las normas establecidas en el documento para generar más y mejor información, según se requiera, con el fin de mejorar el rendimiento del mantenimiento.
- c. Continuar con la implantación de la codificación de los activos para ser agregados a la base de datos en Access y mantener redundancia en este tipo de información. Agregar informes mensuales o semestrales del proceso de solución de averías para definir con mayor detalle la causa de estas aumentando la disponibilidad de los equipos.
- d. Sensibilizar a los miembros del programa sobre los beneficios de las indicaciones propuestas en este proyecto y el impacto positivo que pueden traer no solo en sus funciones, sino también en el rendimiento del programa.
- e. Continuar con el proceso de capacitación e incentivación del personal al uso de herramientas tecnológicas en la gestión de sus funciones y las ventajas de la informatización en los procesos de supervisión mediante un adecuado *software* de mantenimiento.

- f. Realizar empuje para la adquisición de un *software* de gestión de mantenimiento integrado como proceso de mejora en el manejo de la información y gestión de las labores del personal.
- g. Implementar capacitaciones para el personal de estaciones como parte de un programa de mantenimiento autónomo, con el fin de mejorar la supervisión de trabajos de mantenimiento preventivo o correctivos, ya que el personal del programa es incapaz de atender todas estas inspecciones.
- h. Plantear la posibilidad de incluir en futuros contratos el uso de formularios digitales que sean enviados directamente al programa, ya sea por medio de correo electrónico o a la base de datos, para que los reportes lleguen en tiempo real y mejorar la eficiencia de la supervisión de labores de mantenimiento por parte del personal.
- i. Mediante el uso de la plantilla mostrada en el anexo 12.3, generar un programa de inspecciones de revisión de mantenimientos realizados, preferiblemente durante las fechas de ejecución de estos, para fiscalizar adecuadamente el trabajo de los contratistas.
- j. Continuar con la capacitación del personal en materia de los contratos que administran desde plantas eléctricas, aires acondicionados, etc., para asegurarse de mantener un personal adecuadamente capacitado para la gestión y supervisión del tipo de contrato o contratos que manejan.

## 12. Bibliografía

- Bell, P., Jividen, D., Melnick, T., Gartenfeld, M. y Tello, E. (2015). *Guidance on Successful Computer Maintenance Management System (CMMS) Selection and Practices*. Washington DC: National Academies of Science, Engineering, and Medicine. Doi: 10.17226/22103.
- Bomberos de Costa Rica. (2019). *SOMOS*. Recuperado de <https://www.bomberos.go.cr/quienes-somos/>
- Camps, R., Casillas, L. A., Dolors, C. y Ginesta, M. (2005). *Bases de datos*. Barcelona: Fundació per a la Universitat Obertura de Catalunya.
- Carvajal, J. (2014). *TPM Mantenimiento Productivo Total Orientaciones para su implementación*. San José: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Castellanos, R. (2011). *Implementación de la estrategia empresarial*. Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/implementacion-estrategia-empresarial/>
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). (1993). *Norma COVENIN 2500-93*. Recuperado de <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/2500-93.pdf>
- Cristancho, F. (2016). *8 pasos para gestionar el cambio de la cultura organizacional*. Recuperado de <https://blog.acsendo.com/8-pasos-gestionar-cambio-la-cultura-organizacional-2/>
- Cuatrecasas, L. y Torrell, F. (2010). *TPM en un entorno Lean Management*. Barcelona: Profit Editorial I .
- Devore, J. L. (2008). *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias*. México D.F: Cengage Learning Editores.

- Duffuaa , S., Raouf, A. y Campbell, J. (2000). *Sistemas de Mantenimiento Planeación y Control* . México D.F.: Editorial Limusa, S.A .
- Espinoza, C. (2016). Curso: Probabilidad y Estadística. Datos crudos inéditos.
- Fallas, A. (2014). *Propuesta de Modelo de Gestión para el Departamento de Mantenimiento del Hospital de Trauma del Instituto Nacional de Seguros (Proyecto de Graduación para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial)*. Tecnológico de Costa Rica, Cartago.
- García, S. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S. A.
- Godet, M. (2000). *La Caja de Herramientas de la Prospectiva Estratégica* . París: GERPA.
- Gutiérrez, A. M. (2009). *Mantenimiento Planeación, ejecución y control*. México DF: Alfaomega Grupo Editor,SA.
- López, M. y Crespo, A. (2008). *Un modelo de referencia para la gestión del mantenimiento*. Lérida: X Congreso de Confiabilidad. Recuperado de [https://www.aec.es/c/document\\_library/get\\_file?uuid=9aabb584-51e8-47ac-bd74-f6ec0ab36797&groupId=10128](https://www.aec.es/c/document_library/get_file?uuid=9aabb584-51e8-47ac-bd74-f6ec0ab36797&groupId=10128).
- Matarrita, R. (. (2018). Curso: Diseño de bases de datos para Mantenimiento [Diapositivas de PowerPoint]. Datos crudos inéditos.
- Niven, P. R. (2002). *Balanced Scorecard Step by Step* . New York: John Wiley & Sons, Inc .
- Paré, R. C. (2002). *Base de datos* . Catalunya: Editorial UOC.



Parra, C. (2013). Informe de Auditoría realizada a la herramienta de soporte informático de Mantenimiento: Máximo. Datos crudos inéditos.

Tavares, L. (2000). *Administración moderna de mantenimiento*. Brasil: Novo Polo Publicaciones.

Unidad de Ingeniería de Bomberos de Costa Rica. (2013). *Manual de disposiciones técnicas generales sobre seguridad humana y protección contra incendios*. Recuperado de [http://www.bomberos.go.cr/wp-content/uploads/2013/06/Manual\\_de\\_Disposiciones\\_Tecnicas\\_2013.pdf](http://www.bomberos.go.cr/wp-content/uploads/2013/06/Manual_de_Disposiciones_Tecnicas_2013.pdf)

Vivanco, M. (2005). *Muestreo estadístico Diseño y aplicaciones*. Santiago de Chile: Imprenta Salesianos S.A.

Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barberá, L. y Crespo, A. (2013). Propuesta de un Modelo de Gestión de Mantenimiento y sus Principales Herramientas de Apoyo. *Ingeniare*, 21. 125-138.

## **13. Anexos**

### **13.1 Procedimientos**

#### **Instrucción para la Ejecución de Mantenimiento Preventivo**

Este procedimiento será usado por los funcionarios designados para la gestión de contratos continuos del Programa de Mantenimiento de estaciones y equipos electromecánicos del Benemérito Cuerpo de Bomberos.

En los contratos continuos de mantenimiento, los adjudicatarios deben cumplir reglamentos y especificaciones establecidas en las licitaciones. Estas pretenden que se garantice un trabajo de calidad, por lo que los lineamientos de la debida ejecución de labores deben plantearse con detenimiento. El correctivo es de especial importancia, ya que atiende las averías o fallas producidas por el uso continuo de los equipos y afectan directamente las labores del personal en las estaciones.

El procedimiento se encuentra a cargo del Programa de Mantenimiento del Área de Edificaciones adscrita a la Unidad de Servicios Generales.

#### **Competencia de aprobación:**

La Jefatura de Servicios Generales es la responsable de aprobar, modificar o actualizar el contenido de este procedimiento; quien tendrá a su vez el criterio técnico del encargado del Área de Edificaciones.

## Responsabilidades:

- **Encargado del Área de Mantenimiento de Edificaciones:** se encarga de la fiscalización y asesoramiento del personal del Programa de Mantenimiento.
- **Asistente de Edificaciones:** persona encargada de recibir los reportes de averías, incluirlos en el cuadro de control, asignarles el consecutivo, remitirlos al supervisor encargado de atender la avería y asesorar a los supervisores de contratos durante el proceso de pago de las facturas o finalización de trámites.
- **Coordinador del Programa de Mantenimiento:** se encarga de la creación y seguimiento del plan de trabajo anual, identificación de mejoras, revisión y aprobación de oficios y toma de decisiones técnicas durante las diferentes etapas de los contratos.
- **Supervisor:** encargado de realizar las siguientes labores:
  - a. Elaboración de carteles de licitación para la contratación de servicios.
  - b. Gestionar técnicamente el proceso de contratación: aclaraciones y modificaciones al cartel, visitas al sitio, estudio técnico, recomendación de adjudicación y otras actividades que exija la ley de contratación administrativa y los procedimientos internos de la organización.
  - c. Gestionar la ejecución del contrato: coordinar la fecha de inicio de ejecución, coordinar las fechas de visitas de mantenimiento periódicas entre el adjudicatario y el personal de bomberos, así como otras actividades que exija la ley de contratación administrativa y los procedimientos internos de la organización.
  - d. Generar órdenes de pedido.
  - e. Reporte y seguimiento de averías.
  - f. Valoración y aprobación de trabajos correctivos.
  - g. Recepción, revisión y trámite de facturas.
  - h. Tomar decisiones técnicas durante la ejecución del contrato.
  - i. Aplicar controles de calidad a los servicios prestados por el contratista.
  - j. Revisión y aprobación de entregables del contrato.
  - k. Recepción provisional y definitiva de los servicios.
- **Adjudicatario:** se encarga de ejecutar las actividades técnicas de mantenimiento y atender los reportes de avería que se le asignen de acuerdo con lo estipulado en el cartel de licitación correspondiente.
- **Personal de la estación o edificio:** persona que genera el reporte de la avería, en el momento que encuentra una necesidad en la estación o edificio.

## Procedimiento:

Paso	Descripción
1	El adjudicatario debe diseñar un cronograma de visitas de mantenimiento utilizando el formato establecido por la institución.
2	Enviar el cronograma al supervisor del contrato por medio de correo electrónico para su aprobación.
3	Realizar las correcciones necesarias al cronograma cuando el supervisor del contrato así lo identifique.
4	El o los técnicos correspondientes deben revisar y entender adecuadamente las especificaciones mínimas para realizar el mantenimiento preventivo como lo indica en la licitación.
5	En caso de existir dudas, debe contactar al supervisor del contrato.
6	Revisar que los técnicos estén aprobados previamente para la ejecución de labores de acuerdo con los requerimientos de personal establecidos en la licitación.
7	En caso contrario a la instrucción anterior, notificar al supervisor de contrato y adjuntar los documentos necesarios de forma que se puedan verificar los establecidos en el contrato con al menos 24 horas de anticipación a la visita de mantenimiento.
8	Verificar que portan todas las herramientas y protección personal necesaria para realizar el mantenimiento.
9	Cumplir la visita de mantenimiento de acuerdo con el cronograma establecido.
10	Indicar su llegada a la edificación al encargado de la estación o encargado de mantenimiento de la edificación.
11	Realizar el mantenimiento correspondiente de acuerdo con lo especificado en la licitación.
12	Llenar el formulario de mantenimiento preventivo correspondiente.

Paso	Descripción
13	Notificar al encargado de la edificación la finalización de los trabajos y solicitar la firma con sello del comprobante de visita.
14	Notificar al supervisor del contrato la finalización de los trabajos y enviar el reporte correspondiente al trabajo realizado.

**Detalle histórico:**

Versión	Oficio de aprobación	Fecha	Escrito por:	Revisado por:	Aprobado por:

## **Supervisión de mantenimiento correctivo por avería en contratos continuos**

### **Propósito:**

Proporcionar un marco de referencia claro y estructurado que permita a la unidad estandarizar la forma en que se realiza la gestión de los trabajos de mantenimiento correctivo por avería, para garantizar un trabajo con eficiencia y en cumplimiento con los lineamientos de la institución.

### **Alcance y ámbito de aplicación:**

Este procedimiento es de aplicación para los funcionarios designados para la gestión de contratos continuos del Programa de mantenimiento de estaciones y equipos del Benemérito Cuerpo de Bomberos.

En los contratos continuos de mantenimiento existen secciones de atención a fallas repentinas de equipos que deben ser atendidas con brevedad y eficiencia garantizando una adecuada operación continua de la institución. El procedimiento se encuentra a cargo del Programa de Mantenimiento del Área de Edificaciones, adscrita a la unidad de Servicios Generales.

### **Competencia de aprobación:**

La Jefatura de Servicios Generales es la responsable de aprobar, modificar o actualizar el contenido de este procedimiento; quien tendrá a su vez el criterio técnico del encargado del Área de Edificaciones.

## Responsabilidades:

- **Asistente de Edificaciones:** Persona encargada de recibir los reportes de averías, incluirlos en el cuadro de control, asignarles el consecutivo, remitirlos al supervisor encargado de atender la avería y asesorar a los supervisores de contratos durante el proceso de pago de las facturas o finalización de trámites.
- **Coordinador del Programa de Mantenimiento:** se encarga de la creación y seguimiento del plan de trabajo anual, identificación de mejoras, revisión y aprobación de oficios y toma de decisiones técnicas durante las diferentes etapas de los contratos.
- **Supervisor:** encargado de realizar las siguientes labores:
  - l. Gestionar técnicamente el proceso de contratación: aclaraciones y modificaciones al cartel, visitas al sitio, estudio técnico, recomendación de adjudicación y otras actividades que exija la ley de contratación administrativa, así como los procedimientos internos de la organización.
  - m. Gestionar la ejecución del contrato: coordinar la fecha de inicio de ejecución, coordinar las fechas de visitas de mantenimiento periódicas entre el adjudicatario y el personal de bomberos y otras actividades que exija la ley de contratación administrativa, así como los procedimientos internos de la organización.
  - n. Generar órdenes de pedido.
  - o. Reporte y seguimiento de averías.
  - p. Valoración y aprobación de trabajos correctivos.
  - q. Recepción, revisión y trámite de facturas.
  - r. Tomar decisiones técnicas durante la ejecución del contrato.
  - s. Aplicar controles de calidad a los servicios prestados por el contratista.
  - t. Revisión y aprobación de entregables del contrato.
  - u. Recepción provisional y definitiva de los servicios.
- **Adjudicatario:** se encarga de ejecutar las actividades técnicas de mantenimiento y atender los reportes de avería que se le asignen de acuerdo con lo estipulado en el cartel de licitación correspondiente.
- **Encargado de la edificación:** persona que genera el reporte de la avería, en el momento que encuentra una necesidad en la estación o edificio.

## Definiciones

SIGAE: Sistema de gestión de información interno cuyas siglas significan Sistema de Información Geográfica para la Atención de Emergencias.

## Procedimiento:

Responsable	Paso	Descripción
Encargado de la edificación	1	1.Reporta avería en equipos o edificio por medio del SIGAE.
Asistente Edificaciones	2	2. Revisa los reportes que ingresan al SIGAE y reenvía el correspondiente al supervisor del contrato con copia al coordinador del programa de mantenimiento por contratos.
Coordinador del programa de mantenimiento	3	3.A Registra el reporte en el sistema de control interno asignando la prioridad y el supervisor de contrato correspondiente. 3.B Debe dar seguimiento y asesoramiento técnico al supervisor del contrato durante el proceso de atención de la avería.
Supervisor de contrato	4	4.A Una vez recibido el reporte, contacta al encargado de la estación u edificio para determinar con mayor detalle la falla reportada en caso de ser necesario. 4.B De ser justificado el reporte, se procede a realizar el proceso de solución de problemas para cada contrato en busca de una solución. 4.C En caso de no encontrar solución, se procede a contactar al adjudicatario con la información recolectada.



Responsable	Paso	Descripción
Adjudicatario	5	<p><b>5.A</b> Coordina con el supervisor el trabajo por realizar.</p> <p><b>5.B</b> Envía al técnico al sitio para atender la avería reportada.</p> <p><b>5.C</b> En caso de requerir mantenimiento correctivo de mayor planeación, debe cotizar los trabajos y enviarlos al supervisor de contrato para su revisión.</p>
Supervisor de contrato	6	Debe verificar que la atención al reporte de avería se efectúe en el tiempo de respuesta establecido en el cartel de licitación.
Adjudicatario	7	Debe notificar al supervisor de contrato cuando se termine el trabajo.
Personal de la estación	8	<p><b>8.A</b> Verifica que el trabajo realizado haya solucionado la falla reportada.</p> <p><b>8.B</b> Debe revisar y firmar el formulario de reporte de mantenimiento correctivo que le entrega el técnico visitante.</p>
Supervisor de contrato	9	<b>9.A</b> En caso de ser una avería repetitiva o tratarse de un equipo de alta criticidad, debe presentarse para una inspección, una vez concluido el trabajo.
Adjudicatario	10	Envía los reportes y la factura del periodo de visitas correspondiente con las especificaciones establecidas en el contrato y en la fecha establecida.

Responsable	Paso	Descripción
Supervisor del contrato	11	<p><b>11.A</b> Verifica que la o las facturas recibidas no contengan errores o inconsistencias y que exista un reporte por cada uno de los equipos adjudicados.</p> <p><b>11.B</b> Si existen errores se informa al adjudicatario para su respectiva corrección.</p> <p><b>11.C</b> Se realiza el oficio de solicitud de pago dando visto bueno al servicio brindado.</p> <p><b>11.D</b> Incluye factura en el sistema de pagos como especifica la guía 4-02-11-001.</p> <p><b>11.E</b> Revisar los reportes, listar y priorizar la cantidad de trabajos correctivos por mejora recomendados por el adjudicatario.</p> <p><b>11.E</b> Concluidos los pasos anteriores, se documentan y archivan todos los documentos que se generen durante el trabajo en el expediente que corresponda.</p>

**Detalle histórico:**

Versión	Oficio de aprobación	Fecha	Escrito por:	Revisado por:	Aprobado por:
01					

## **Supervisión de mantenimiento correctivo por mejoría en contratos continuos de mantenimiento**

### **Propósito:**

Proporcionar un marco de referencia claro y estructurado que permita a la unidad estandarizar la forma en que se realiza la gestión de los trabajos de mantenimiento correctivo por mejora, para garantizar un trabajo con eficiencia y en cumplimiento con los lineamientos de la institución.

### **Alcance y ámbito de aplicación:**

Este procedimiento es de aplicación para los funcionarios designados para la gestión de contratos continuos del programa de mantenimiento de estaciones y equipos del Benemérito Cuerpo de Bomberos.

En los contratos continuos de mantenimiento existen secciones de atención a fallas repentinas o crónicas de equipos que deben ser atendidas. También existen formas de mejorar la operación y la seguridad de los equipos. Estas mejoras se traducen en menor cantidad de reportes de averías e impacto positivo en las actividades diarias del personal en las edificaciones.

El procedimiento se encuentra a cargo del Programa de Mantenimiento del Área de Edificaciones, adscrita a la unidad de Servicios Generales.

### **Competencia de aprobación:**

La Jefatura de Servicios Generales es la responsable de aprobar, modificar o actualizar el contenido de este procedimiento; quien tendrá a su vez el criterio técnico del encargado del Área de Edificaciones.

## Responsabilidades:

- **Asistente de Edificaciones:** persona encargada de recibir los reportes de averías, incluirlos en el cuadro de control, asignarles el consecutivo, remitirlos al supervisor encargado de atender la avería y asesorar a los supervisores de contratos durante el proceso de pago de las facturas o finalización de trámites.
- **Coordinador del Programa de Mantenimiento:** se encarga de la creación y seguimiento del plan de trabajo anual, identificación de mejoras, revisión y aprobación de oficios, así como toma de decisiones técnicas durante las diferentes etapas de los contratos.
- **Supervisor:** encargado de realizar las siguientes labores:
  - v. Gestionar técnicamente el proceso de contratación: aclaraciones y modificaciones al cartel, visitas al sitio, estudio técnico, recomendación de adjudicación y otras actividades que exija la ley de contratación administrativa y los procedimientos internos de la organización.
  - w. Gestionar la ejecución del contrato: coordinar la fecha de inicio de ejecución, coordinar las fechas de visitas de mantenimiento periódicas entre el adjudicatario y el personal de bomberos, así como otras actividades que exija la ley de contratación administrativa y los procedimientos internos de la organización.
  - x. Generar órdenes de pedido.
  - y. Reporte y seguimiento de averías.
  - z. Valoración y aprobación de trabajos correctivos.
  - aa. Recepción, revisión y trámite de facturas.
  - bb. Tomar decisiones técnicas durante la ejecución del contrato.
  - cc. Aplicar controles de calidad a los servicios prestados por el contratista.
  - dd. Revisión y aprobación de entregables del contrato.
  - ee. Recepción provisional y definitiva de los servicios.
- **Adjudicatario:** se encarga de ejecutar las actividades técnicas de mantenimiento y atender los reportes de avería que se le asignen de acuerdo con lo estipulado en el cartel de licitación correspondiente.
- **Personal de la estación o edificio:** persona que genera el reporte de la avería, en el momento que encuentra una necesidad en la estación o edificio.

## Procedimiento:

Responsable	Paso	Descripción
Adjudicatario/Supervisor de contrato	1	1.A Identifica mejoras aplicables en el sistema. 1.B Realiza la notificación al supervisor del contrato respectivo (Adjudicatario).
Supervisor de contrato	2	2.A Debe valorar las opciones presentadas por el adjudicatario en busca de la solución más viable. 2.B Determinar la priorización del trabajo por realizarse.
Adjudicatario	3	Realizar una cotización con la propuesta de los trabajos por realizar.
<b>Supervisor de contrato</b>	4	4.A Revisar cotización. 4.B Determinar si existe disponibilidad de presupuesto para el trabajo planteado. 4.C Aprobar cotización. 4.D Coordina la visita del adjudicatario con el personal de la estación.
Adjudicatario	5	<b>12.A</b> Enviar al personal encargado a la edificación en la fecha previamente establecida. <b>12.B</b> Asegurar todas las herramientas y equipo de seguridad necesario para el cumplimiento del trabajo establecido.

Responsable	Paso	Descripción
		<p><b>12.C</b> Ejecutar el trabajo.</p> <p><b>12.D</b> Envía factura y el reporte del trabajo con todas las especificaciones requeridas por la institución.</p>
Supervisor del contrato	<b>6</b>	<p><b>13.A</b> En caso de ser posible, realizar la visita de inspección al sitio y se notifica al adjudicatario cualquier anomalía o incumplimiento para su debida corrección.</p> <p>13. B Verifica que la o las facturas recibidas no contengan errores o inconsistencias.</p> <p><b>13.C</b> Si existen errores se informa al adjudicatario.</p> <p><b>13.D</b> Se realiza el oficio de solicitud de pago dando visto bueno al servicio brindado.</p> <p><b>13.E</b> Incluye factura en el sistema de pagos como especifica la guía 4-02-11-001.</p>
Supervisor del contrato	<b>7</b>	<p>Concluidos los pasos anteriores, se documentan y archivan todos los documentos que se generen durante el trabajo en el expediente correspondiente.</p>

**Detalle histórico:**

Versión	Oficio de aprobación	Fecha	Escrito por:	Revisado por:	Aprobado por:
01					

**13.2 Anexo Parámetros y resultados de evaluación de la Norma COVENIN 2500-93 para el Cuerpo Benemérito de Bomberos de Costa Rica**

<b>ÁREA I: ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA EN GENERAL</b>	
<b>I.1 Funciones y Responsabilidades. Principios</b>	
I.1.1 La Organización no posee organigramas acordes con su estructura o no están actualizados; tanto a nivel general como a nivel de departamentos.	0
I.1.2 Las funciones y la correspondiente asignación de responsabilidades no están especificadas por escrito o presentan falta de claridad.	0
I.1.3 La definición de funciones y la asignación de responsabilidades no llega hasta el último nivel supervisorio necesario, para el logro de los objetivos deseados.	0
<b>I.2 Autoridad y Autonomía</b>	
I.2.1 La línea de autoridad no está claramente definida.	0
I.2.2 Las personas asignadas a cada puesto de trabajo no tienen pleno conocimiento de sus funciones.	0
I.2.3 Existe duplicidad de funciones.	0
I.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.	1
<b>I.3 Sistema de Información</b>	
I.3.1 La Organización 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.	1
I.3.2 La Organización no cuenta con mecanismos para evitar que se introduzca información errada o incompleta en el sistema de información.	0
I.3.3 La Organización no cuenta con un archivo ordenado y jerarquizado técnicamente.	0
I.3.4 No existen procedimientos normalizados (formatos) para llevar y comunicar la información entre las diferentes secciones o unidades, así como almacenamientos (archivo) para su cabal recuperación.	0
I.3.5 La Organización no dispone de los medios para el procesamiento de la información con base en los resultados que se deseen obtener.	1
I.3.6 La Organización no dispone de los mecanismos para que la información recopilada y procesada llegue a las personas que deben manejarla.	1
<b>ÁREA II: ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA</b>	
<b>II.1 Funciones y Responsabilidades.</b>	
II.1.1 La empresa no tiene organigramas acordes a su estructura o no están actualizados para la Organización de mantenimiento.	2
II.1.2 La Organización de mantenimiento no está acorde con el tamaño del SP, tipo de objetos por mantener, tipo de personal, tipo de proceso, distribución geográfica u otro.	0

II.1.3 La unidad de mantenimiento no se presenta en el organigrama general, independiente del departamento de producción.	1
II.1.4 Las funciones y la correspondiente asignación de responsabilidades no están definidas por escrito o no están claramente definidas dentro de la unidad.	3
II.1.5 La asignación de funciones y de responsabilidades no llega hasta el último nivel supervisorio necesario para el logro de los objetivos deseados.	0
II.1.6 La Organización no cuenta con el personal suficiente tanto en cantidad como en calificación, para cubrir las actividades de mantenimiento.	2
<b>II.2 Autoridad y Autonomía</b>	
II.2.1 La unidad de mantenimiento no posee claramente definidas las líneas de autoridad.	0
II.2.2 El personal asignado a mantenimiento no tiene pleno conocimiento de sus funciones.	0
II.2.3 Se presentan solapamientos o duplicidad en las funciones asignadas a cada componente estructural de la Organización de mantenimiento.	0
II.2.4 Los problemas de carácter rutinario no pueden ser resueltos sin consulta a niveles superiores.	0
<b>II.3 Sistema de Información</b>	
II.3.1 La Organización de mantenimiento no cuenta con un flujograma para su sistema de información donde estén claramente definidos los componentes estructurales involucrados en la toma de decisiones.	2
II.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.	0
II.3.3 La Organización de mantenimiento no cuenta con mecanismos para evitar que se introduzca información errada o incompleta en el sistema de información.	2
II.3.4 La Organización de mantenimiento no cuenta con un archivo ordenado y jerarquizado técnicamente.	1
II.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.	4
II.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.	1
<b>ÁREA III: PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO</b>	
<b>III.1 Objetivos y Metas</b>	
III.1.1 No se encuentran definidos por escrito los objetivos y metas que debe cumplir la Organización de mantenimiento.	2
III.1.2 La Organización de mantenimiento no posee un plan donde se especifiquen detalladamente las necesidades reales y objetivas de mantenimiento para los diferentes objetos por mantener.	1
III.1.3 La organización no tiene establecido un orden de prioridades para la ejecución de las acciones de mantenimiento de aquellos sistemas que lo requieren.	1
III.1.4 Las acciones de mantenimiento que se ejecutan no se orientan hacia el logro de los objetivos.	2



<b>III.2 Políticas para la planificación</b>	
<b>III.2.1</b> La organización no posee un estudio donde se especifiquen detalladamente las necesidades reales y objetivas de mantenimiento para los diferentes objetos de mantenimiento.	<b>10</b>
<b>III.2.2</b> No se tiene establecido un orden de prioridades para la ejecución de las acciones de mantenimiento de aquellos sistemas que lo requieran.	<b>0</b>
<b>III.2.3</b> A los sistemas solo se les realiza mantenimiento cuando fallan.	<b>0</b>
<b>III.2.4</b> El equipo gerencial no tiene coherencia en torno a las políticas de mantenimiento establecidas.	<b>1</b>
<b>III.3 Control y Evaluación</b>	
<b>III.3.1</b> No existen procedimientos normalizados para recabar y comunicar información, así como su almacenamiento para su posterior uso.	<b>3</b>
<b>III.3.2</b> No existe una codificación secuencial que permita la ubicación rápida de cada objeto dentro del proceso, así como el registro de información de cada uno de ellos.	<b>1</b>
<b>III.3.3</b> La empresa no posee inventario de manuales de mantenimiento y operación, así como catálogos de piezas y partes de cada objeto por mantener.	<b>3</b>
<b>III.3.4</b> No se dispone de un inventario técnico de objetos de mantenimiento que permita conocer la función de los mismos dentro del sistema al cual pertenece, recogida esta información en formatos normalizados.	<b>5</b>
<b>III.3.5</b> No se llevan registros de fallas y causas por escrito.	<b>3</b>
<b>III.3.6</b> No se llevan estadísticas de tiempos de parada y de tiempo de reparación.	<b>4</b>
<b>III.3.7</b> No se tiene archivada y clasificada la información necesaria para la elaboración de los planes de mantenimiento.	<b>0</b>
<b>III.3.8</b> La información no es procesada y analizada para la futura toma de decisiones.	<b>1</b>
<b>ÁREA IV: MANTENIMIENTO RUTINARIO</b>	
<b>IV.1 Planificación</b>	
<b>IV.1.1</b> No están descritas en forma clara y precisa las instrucciones técnicas que permitan al operario o en su defecto a la Organización de mantenimiento aplicar correctamente mantenimiento rutinario a los sistemas.	<b>20</b>
<b>IV.1.2</b> Falta de documentación sobre instrucciones de mantenimiento para la generación de acciones de mantenimiento rutinario.	<b>20</b>
<b>IV.1.3</b> Los operarios no están bien informados sobre el mantenimiento por realizar.	<b>20</b>
<b>IV.1.4</b> No se tiene establecida una coordinación con la unidad de producción para ejecutar las labores de mantenimiento rutinario.	<b>20</b>
<b>IV.1.5</b> Las labores de mantenimiento rutinario no son realizadas por el personal más adecuado según la complejidad y dimensiones de la actividad por ejecutar.	<b>10</b>
<b>IV.1.6</b> No se cuenta con un <i>stock</i> de materiales y herramientas de mayor uso para la ejecución de este tipo de mantenimiento.	<b>10</b>
<b>IV.2 Programación e Implantación</b>	
<b>IV.2.1</b> No existe un sistema donde se identifique el programa de mantenimiento rutinario.	<b>15</b>

<b>IV.2.2</b> La programación de mantenimiento rutinario no está definida de manera clara y detallada.	<b>10</b>
<b>IV.2.3</b> Existe el programa de mantenimiento, pero no se cumple con la frecuencia estipulada, ejecutando las acciones de manera variable y ocasionalmente.	<b>10</b>
<b>IV.2.4</b> Las actividades de mantenimiento rutinario están programadas durante todos los días de la semana, impidiendo que exista holgura para el ajuste de la programación.	<b>10</b>
<b>IV.2.5</b> La frecuencia de las acciones de mantenimiento rutinario (limpieza, ajuste, calibración y protección) no están asignadas a un momento específico de la semana.	<b>10</b>
<b>IV.2.6</b> No se cuenta con el personal idóneo para la implantación del plan de mantenimiento rutinario.	<b>10</b>
<b>IV.2.7</b> No se tienen claramente identificados los sistemas que conformarán parte de las actividades de mantenimiento rutinario.	<b>10</b>
<b>IV.2.8</b> La organización no tiene establecida una supervisión para el control de ejecución de las actividades de mantenimiento rutinario.	<b>5</b>
<b>IV.3 Control y Evaluación</b>	
<b>IV.3.1</b> No se dispone de una ficha para llevar el control de los manuales de servicio, operación y partes.	<b>10</b>
<b>IV.3.2</b> No existe un seguimiento desde la generación de las acciones técnicas de mantenimiento rutinario hasta su ejecución.	<b>15</b>
<b>IV.3.3</b> No se llevan registros de las acciones de mantenimiento rutinario realizadas.	<b>5</b>
<b>IV.3.4</b> No existen formatos de control que permitan verificar si se cumple el mantenimiento rutinario y a su vez emitir órdenes para arreglos o reparaciones a las fallas detectadas.	<b>10</b>
<b>IV.3.5</b> No existen formatos que permitan recoger información en cuanto a consumo de ciertos insumos requeridos para ejecutar mantenimiento rutinario permitiendo presupuestos más reales.	<b>5</b>
<b>IV.3.6</b> El personal encargado de las labores de acopio y archivo de información no está bien adiestrado para la tarea, con el fin de realizar evaluaciones periódicas para este tipo de mantenimiento.	<b>5</b>
<b>IV.3.7</b> La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento rutinario basándose en los recursos utilizados y la incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento.	<b>20</b>
<b>ÁREA V: MANTENIMIENTO PROGRAMADO (PLANIFICACIÓN)</b>	
<b>V.1 Planificación</b>	
<b>V.1.1</b> No existen estudios previos que conlleven a la determinación de las cargas de trabajo y ciclos de revisión de los objetos de mantenimiento, instalaciones y edificaciones sujetas a acciones de mantenimiento.	<b>10</b>
<b>V.1.2</b> La empresa no posee un estudio donde especifiquen las necesidades reales y objetivas para los diferentes objetos de mantenimiento, instalaciones y edificaciones.	<b>5</b>
<b>V.1.3</b> No se tienen planificadas las acciones de mantenimiento programado en orden de prioridad y en el cual se especifiquen las acciones por ser	<b>1</b>

ejecutadas a los objetos de mantenimiento, con frecuencias desde quincenales hasta anuales.	
<b>V.1.4</b> La información para la elaboración de instrucciones técnicas de mantenimiento programado, así como sus procedimientos de ejecución, es deficiente.	<b>5</b>
<b>V.1.5</b> No se dispone de los manuales y catálogos de todas las máquinas.	<b>5</b>
<b>V.1.6</b> No se ha determinado la fuerza laboral necesaria para llevar a cabo todas las actividades de mantenimiento programado	<b>2</b>
V.1.7 No existe una planificación conjunta entre la Organización de mantenimiento, producción, administración y otros entes de la organización, para la ejecución de las acciones de mantenimiento programado.	<b>0</b>
<b>V.2 Programación e implantación</b>	
<b>V.2.1</b> No existe un sistema donde se identifique el programa de mantenimiento programado.	<b>0</b>
<b>V.2.2</b> Las actividades están programadas durante todas las semanas del año, impidiendo que exista una holgura para el ajuste de la programación.	<b>0</b>
<b>V.2.3</b> Existe el programa de mantenimiento, pero no se cumple con la frecuencia estipulada, ejecutando las acciones de manera variable y ocasionalmente.	<b>0</b>
<b>V.2.4</b> No existe un estudio de las condiciones reales de funcionamiento y las necesidades de mantenimiento.	<b>1</b>
<b>V.2.5</b> No se tiene un procedimiento para la implantación de los planes de mantenimiento programado.	<b>0</b>
<b>V.2.6</b> La organización no tiene establecida una supervisión sobre la ejecución de las acciones de mantenimiento programado.	<b>5</b>
<b>V.3 Control y evaluación</b>	
<b>V.3.1</b> No se controla la ejecución de las acciones de mantenimiento programado	<b>2</b>
<b>V.3.2</b> No se llevan las fichas de control de mantenimiento por cada objeto de mantenimiento.	<b>1</b>
<b>V.3.3</b> No existen planillas de programación anual por semanas para las acciones de mantenimiento por ejecutarse y su posterior evaluación de ejecución.	<b>1</b>
<b>V.3.4</b> No existen formatos de control que permitan verificar si se cumple mantenimiento programado y a su vez emitir órdenes para arreglos o reparaciones a las fallas detectadas.	<b>2</b>
<b>V.3.5</b> No existen formatos que permitan recoger información en cuanto al consumo de ciertos insumos requeridos para ejecutar mantenimiento programado para estimar presupuestos más reales.	<b>0</b>
<b>V.3.6</b> El personal encargado de las labores de acopio y archivo de información no está bien adiestrado para la tarea, con el fin de realizar evaluaciones periódicas para este tipo de mantenimiento.	<b>0</b>
<b>V.3.7</b> La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento programado basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento.	<b>10</b>
<b>ÁREA VI: MANTENIMIENTO CIRCUNSTANCIAL</b>	
<b>VI.1 Planificación</b>	

<b>VI.1.1</b> Los objetos que van a ser sometidos a acciones de mantenimiento circunstancial no están claramente definidos.	<b>20</b>
<b>VI.1.2</b> No existen formularios con datos de los objetos sujetos a acciones de mantenimiento circunstancial para cuando se tome la decisión de utilizar dichos objetos.	<b>20</b>
<b>VI.1.3</b> No existe coordinación con el departamento de producción para la ejecución de las acciones de mantenimiento circunstancial.	<b>20</b>
<b>VI.1.4</b> El personal no está en capacidad de absorber la carga de trabajo de mantenimiento circunstancial.	<b>20</b>
<b>VI.1.5</b> La organización no concede dentro de la estructura general de mantenimiento, la importancia que tiene el mantenimiento circunstancial a la hora de llevar a cabo la planificación.	<b>20</b>
<b>VI.2 Programación e Implantación</b>	
<b>VI.2.1</b> El mantenimiento circunstancial se realiza sin ningún tipo de basamento técnico.	<b>15</b>
<b>VI.2.2</b> No existe información clara y detallada sobre las acciones por ejecutarse en mantenimiento circunstancial en el momento en que sea requerido.	<b>20</b>
<b>VI.2.3 La organización de mantenimiento realiza las actividades de mantenimiento circunstancial sin considerar a los otros entes de la empresa.</b>	<b>15</b>
<b>VI.2.4</b> No se tiene previsto cuáles sistemas sustituirán a los objetos desincorporados.	<b>15</b>
<b>VI.2.5</b> Las actividades de mantenimiento circunstancial se realizan según el programa existente, pero no se dispone de la holgura necesaria para atender situaciones imprevistas.	<b>15</b>
<b>VI.3 Control y Evaluación</b>	
<b>VI.3.1</b> La organización no cuenta con los procedimientos de control de ejecución adecuados para las actividades del mantenimiento circunstancial.	<b>15</b>
<b>VI.3.2</b> La organización no cuenta con medios para la evaluación de las acciones de mantenimiento circunstancial, de acuerdo con los criterios tanto técnicos como económicos.	<b>15</b>
<b>VI.3.3</b> No se cuenta con un sistema de recepción y procesamiento de información para la evaluación del mantenimiento circunstancial en el momento oportuno	<b>10</b>
<b>VI.3.4</b> No se cuenta con mecanismos que permitan disminuir las interrupciones en la producción como consecuencia de las actividades de mantenimiento circunstancial.	<b>10</b>
<b>VI.3.5</b> La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento circunstancial basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento	<b>20</b>
<b>ÁREA VII: MANTENIMIENTO CORRECTIVO</b>	
<b>VII.1 Planificación</b>	
<b>VII.1.1</b> No se llevan registros por escrito de aparición de fallas para actualizarlas y evitar su futura presencia.	<b>1</b>
<b>VII.1.2</b> No se clasifican las fallas para determinar cuáles se van a atender o a eliminar por medio de la corrección.	<b>15</b>

<b>VII.1.3</b> No se tiene establecido un orden de prioridades, con la participación de la unidad de producción para ejecutar las labores de mantenimiento correctivo.	<b>1</b>
<b>VII.1.4</b> La distribución de las labores de mantenimiento correctivo no son analizadas por el nivel superior, a fin de que según la complejidad y dimensiones de las actividades por ejecutar se tome la decisión de detener una actividad y emprender otra que tenga más importancia.	<b>0</b>
<b>VII.2. Programación e Implantación</b>	
<b>VII.2.1</b> No se tiene establecida la programación de ejecución de las acciones de mantenimiento correctivo.	<b>2</b>
<b>VII.2.2</b> La unidad de mantenimiento no sigue los criterios de prioridad, según el orden de importancia de las fallas, para la programación de las actividades de mantenimiento correctivo.	<b>1</b>
<b>VII.2.3</b> No existe una buena distribución del tiempo para hacer mantenimiento correctivo.	<b>1</b>
<b>VII.2.4</b> El personal encargado para la ejecución del mantenimiento correctivo, no está capacitado para tal fin	<b>0</b>
<b>VII.3 Control y Evaluación</b>	
<b>VII.3.1</b> No existen mecanismos de control periódicos que señalen el estado y avance de las operaciones de mantenimiento correctivo.	<b>2</b>
<b>VII.3.2</b> No se llevan registros del tiempo de ejecución de cada operación.	<b>10</b>
<b>VII.3.3</b> No se llevan registros de la utilización de materiales y repuestos en la ejecución de mantenimiento correctivo.	<b>1</b>
<b>VII.3.4</b> La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento correctivo basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento.	<b>1</b>
<b>ÁREA VIII: MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>	
<b>VIII.1 Determinación de Parámetros</b>	
<b>VIII.1.1</b> La organización no cuenta con el apoyo de los diferentes recursos de la empresa para la determinación de los parámetros de mantenimiento.	<b>0</b>
<b>VIII.1.2</b> La organización no cuenta con estudios que permitan determinar la confiabilidad y mantenibilidad de los objetos de mantenimiento.	<b>20</b>
<b>VIII.1.3</b> No se tienen estudios estadísticos para determinar la frecuencia de las revisiones y sustituciones de piezas claves.	<b>20</b>
<b>VIII.1.4</b> No se llevan registros con los datos necesarios para determinar los tiempos de parada y los tiempos entre fallas.	<b>10</b>
<b>VIII.1.5</b> El personal de la Organización de mantenimiento no está capacitado para realizar estas mediciones de tiempos de parada y entre fallas.	<b>5</b>
<b>VIII.2. Planificación</b>	
<b>VIII.2.1</b> No existe una clara delimitación entre los sistemas que forman parte de los programas de mantenimiento preventivo de aquellos que permanecerán en régimen inmodificable hasta su desincorporación, sustitución o reparación correctiva.	<b>0</b>

<b>VIII.2.2</b> La organización no cuenta con fichas o tarjetas normalizadas donde se recoja la información técnica básica de cada objeto de mantenimiento inventariado.	<b>5</b>
<b>VIII.3 Programación e Implantación</b>	
<b>VIII.3.1</b> Las frecuencias de las acciones de mantenimiento preventivo no están asignadas a un día específico en los períodos de tiempo correspondientes.	<b>0</b>
<b>VIII.3.2</b> Las órdenes de trabajo no se emiten con la suficiente antelación a fin de que los encargados de la ejecución de las acciones de mantenimiento puedan planificar sus actividades.	<b>0</b>
<b>VIII.3.3</b> Las actividades de mantenimiento preventivo están programadas durante todas las semanas del año, impidiendo que exista holgura para el ajuste de la programación.	<b>0</b>
<b>VIII.3.4</b> No existe apoyo hacia la organización que permita la implantación progresiva del programa de mantenimiento preventivo.	<b>0</b>
<b>VIII.3.5</b> Los planes y políticas para la programación de mantenimiento preventivo no se ajustan a la realidad de la empresa, debido al estudio de las fallas realizado.	<b>5</b>
<b>VIII.4 Control y Evaluación</b>	
<b>VIII.4.1</b> No existe un seguimiento desde la generación de las instrucciones técnicas de mantenimiento preventivo hasta su ejecución.	<b>1</b>
<b>VIII.4.2</b> No existen los mecanismos idóneos para medir la eficiencia de los resultados por obtener en el mantenimiento preventivo hasta su ejecución.	<b>15</b>
<b>VIII.4.3</b> La organización no cuenta con fichas o tarjetas donde se recoja la información básica de cada equipo inventariado.	<b>2</b>
<b>VIII.4.4</b> La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento preventivo basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento.	<b>2</b>
<b>ÁREA IX.1 MANTENIMIENTO POR AVERÍA</b>	
<b>IX.1 Atención a las Fallas</b>	
<b>IX.1.1</b> Cuando se presenta una falla esta no se ataca de inmediato provocando daños a otros sistemas interconectados y conflictos entre el personal.	<b>4</b>
<b>IX.1.2</b> No se cuenta con instructivos de registros de fallas que permitan el análisis de las averías sucedidas para cierto período.	<b>6</b>
<b>IX.1.3</b> La emisión de órdenes de trabajo para atacar una falla no se hace de una manera rápida.	<b>3</b>
<b>IX.1.4</b> No existen procedimientos de ejecución que permitan disminuir el tiempo fuera de servicio del sistema.	<b>5</b>
<b>IX.1.5</b> 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.	<b>3</b>
<b>IX.1.6</b> No se tiene establecido un orden de prioridades en cuanto a atención de fallas con la participación de la unidad de producción.	<b>0</b>
<b>IX.2 Supervisión y Ejecución</b>	
<b>IX.2.1</b> No existe un seguimiento desde la generación de las acciones de mantenimiento por avería hasta su ejecución.	<b>3</b>

<b>IX.2.2 La empresa no cuenta con el personal de supervisión adecuado para inspeccionar los equipos inmediatamente después de la aparición de la falla.</b>	<b>0</b>
<b>IX.2.3</b> La supervisión es escasa o nula en el transcurso de la reparación y puesta en marcha del sistema averiado.	<b>5</b>
<b>IX.2.4</b> El retardo de la ejecución de las actividades de mantenimiento por avería ocasiona paradas prolongadas en el proceso productivo.	<b>2</b>
<b>IX.2.5</b> No se llevan registros para analizar las fallas y determinar la corrección definitiva o la prevención de las mismas.	<b>4</b>
<b>IX.2.6</b> No se llevan registros sobre el consumo, de materiales o repuestos utilizados en la atención de las averías.	<b>1</b>
<b>IX.2.7</b> No se cuenta con las herramientas, equipos e instrumentos necesarios para la atención de averías.	<b>1</b>
<b>IX.2.8</b> No existe personal capacitado para la atención de cualquier tipo de falla.	<b>0</b>
<b>IX.3 Información sobre las averías</b>	
<b>IX.3.1</b> No existen procedimientos que permitan recopilar la información sobre las fallas ocurridas en los sistemas en un tiempo determinado.	<b>15</b>
<b>IX.3.2</b> La organización no cuenta con el personal capacitado para el análisis y procesamiento de la información sobre fallas.	<b>3</b>
<b>IX.3.3</b> 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.	<b>15</b>
<b>IX.3.4</b> 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.	<b>15</b>
<b>ÁREA X: PERSONAL DE MANTENIMIENTO</b>	<b>0</b>
<b>X.1 Cuantificación de las necesidades del personal</b>	
<b>X.1.1</b> No se hace uso de los datos que proporciona el proceso de cuantificación de personal.	<b>10</b>
<b>X.1.2 La cuantificación de personal no es óptima y en ningún caso ajustada a la realidad de la empresa.</b>	<b>10</b>
<b>X.1.3</b> La Organización de mantenimiento no cuenta con formatos donde se especifique, el tipo y número de ejecutores de mantenimiento por tipo de frecuencia, tipo de mantenimiento y para cada semana de programación.	<b>19</b>
<b>X.2 Selección y Formación</b>	
<b>X.2.1</b> La selección no se realiza de acuerdo con las características del trabajo por realizar: educación, experiencia, conocimiento, habilidades, destrezas y actitudes personales en los candidatos.	<b>3</b>
<b>X.2.2</b> No se tienen procedimientos para la selección de personal.	<b>2</b>
<b>X.2.3</b> No se tienen establecidos períodos de adaptación del personal.	<b>2</b>
<b>X.2.4</b> No se cuenta con programas permanentes de formación del personal que permitan mejorar sus capacidades, conocimientos y la difusión de nuevas técnicas.	<b>4</b>
<b>X.2.5</b> Los cargos en la Organización de mantenimiento no se tienen por escrito.	<b>4</b>
<b>X.2.6</b> La descripción del cargo no es conocida plenamente por el personal.	<b>1</b>

X.2.7 La ocupación de cargos vacantes no se da con promoción interna.	0
X.2.8 Para la escogencia de cargos no se toman en cuenta las necesidades derivadas de la cuantificación del personal.	0
<b>X.3 Motivación e Incentivos</b>	
X.3.1 El personal no da la suficiente importancia a los efectos positivos con que incide el mantenimiento para el logro de las metas de calidad y producción.	0
X.3.2 No existe evaluación periódica del trabajo para fines de ascensos o aumentos salariales.	8
<b>X.3.3 La empresa no otorga incentivos o estímulos basados en la puntualidad, en la asistencia al trabajo, calidad de trabajo, iniciativa, sugerencias para mejorar el desarrollo de la actividad de mantenimiento.</b>	3
X.3.4 No se estimula al personal con cursos que aumenten su capacidad y, por ende, su situación dentro del sistema.	0
<b>ÁREA XI: APOYO LOGÍSTICO</b>	
<b>XI.1 Apoyo Administrativo</b>	
XI.1.1 Los recursos asignados a la Organización de mantenimiento no son suficientes.	1
XI.1.2 La administración no tiene políticas bien definidas, en cuanto al apoyo que se debe prestar a la Organización de mantenimiento.	5
XI.1.3 La administración no funciona en coordinación con la Organización de mantenimiento.	0
XI.1.4 Se tienen que desarrollar muchos trámites dentro de la empresa, para que se le otorguen los recursos necesarios a mantenimiento.	0
<b>XI.1.5</b> La gerencia no posee políticas de financiamiento referidas a inversiones, mejoramiento de objetos de mantenimiento u otros.	1
<b>XI.2 Apoyo Gerencial</b>	
XI.2.1 La Organización de mantenimiento no tiene el nivel jerárquico adecuado dentro de la organización en general.	0
XI.2.2 Para la gerencia, mantenimiento es solo la reparación de los sistemas.	2
XI.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.	2
XI.2.4 La gerencia no delega autoridad en la toma de decisiones.	0
XI.2.5 La gerencia general no demuestra confianza en las decisiones tomadas por la Organización de mantenimiento.	0
<b>XI.3 Apoyo General</b>	
<b>XI.3.1</b> No se cuenta con apoyo general de la organización, para llevar a cabo todas las acciones de mantenimiento en forma eficiente.	0
<b>XI.3.2</b> No se aceptan sugerencias por parte de ningún ente de la organización que no esté relacionado con mantenimiento.	0
<b>ÁREA XII: RECURSOS</b>	
<b>XII.1 Equipos</b>	



<b>XII.1.1</b> No se cuenta con los equipos necesarios para que el ente de mantenimiento opere con efectividad.	<b>1</b>
<b>XII.1.2</b> Se tienen los equipos necesarios, pero no se les da el uso adecuado.	<b>1</b>
<b>XII.1.3</b> El ente de mantenimiento no conoce o no tiene acceso a información (catálogos, revistas u otros) sobre las diferentes alternativas económicas para la adquisición de equipos.	<b>1</b>
<b>XII.1.4</b> Los parámetros de operación, mantenimiento y capacidad de los equipos no son plenamente conocidos o la información es eficiente.	<b>3</b>
<b>XII.1.5</b> No se lleva registro de entrada y salida de equipos	<b>1</b>
<b>XII.1.6</b> No se cuenta con controles de uso y estado de los equipos.	<b>2</b>
<b>XII.2 Herramientas</b>	
<b>XII.2.1</b> No se cuenta con las herramientas necesarias para que el ente de mantenimiento opere eficientemente.	<b>1</b>
<b>XII.2.2</b> No se dispone de un sitio para la localización de las herramientas, donde se facilite y agilice su obtención.	<b>0</b>
<b>XII.2.3</b> Las herramientas existentes no son las adecuadas para ejecutar las tareas de mantenimiento.	<b>0</b>
<b>XII.2.4</b> No se llevan registros de entrada y salida de herramientas.	<b>1</b>
<b>XII.2.5</b> No se cuenta con controles de uso y estado de las herramientas.	<b>2</b>
<b>XII.3 Instrumentos</b>	
<b>XII.3.1</b> No se cuenta con los instrumentos necesarios para que el ente de mantenimiento opere con efectividad.	<b>1</b>
<b>XII.3.2</b> No se toma en cuenta para la selección de los instrumentos, la efectividad y exactitud de los mismos.	<b>0</b>
<b>XII.3.3</b> El ente de mantenimiento no tiene acceso a la información (catálogos, revistas u otros), sobre diferentes alternativas tecnológicas de los instrumentos.	<b>0</b>
<b>XII.3.4</b> Se tienen los instrumentos necesarios para operar con eficiencia, pero no se conoce o no se les el uso adecuado.	<b>1</b>
<b>XII.3.5</b> No se llevan registros de entrada y salida de instrumentos.	<b>0</b>
<b>XII.3.6</b> No se cuenta con controles de uso y estado de los instrumentos.	<b>1</b>
<b>XII.4 Materiales</b>	
<b>XII.4.1</b> No se cuenta con los materiales que se requieren para ejecutar las tareas de mantenimiento.	<b>0</b>
<b>XII.4.2</b> El material se daña con frecuencia por no disponer de un área adecuada de almacenamiento.	<b>0</b>
<b>XII.4.3</b> Los materiales no están identificados plenamente en el almacén (etiquetas, sellos, rótulos, colores u otros).	<b>0</b>
<b>XII.4.4</b> No se ha determinado el costo por falta de material.	<b>0</b>
<b>XII.4.5</b> No se ha establecido cuáles materiales tener en stock y cuales comprar de acuerdo a pedidos.	<b>0</b>
<b>XII.4.6</b> No se poseen formatos de control de entradas y salidas de materiales de circulación permanente.	<b>0</b>
<b>XII.4.7</b> No se lleva el control (formatos) de los materiales desechados por mala calidad.	<b>0</b>

<b>XII.4.8</b> No se tiene información precisa de los diferentes proveedores de cada material.	<b>0</b>
<b>XII.4.9</b> No se conocen los plazos de entrega de los materiales por los proveedores.	<b>0</b>
<b>XII.4.10</b> No se conocen los mínimos y máximos para cada tipo de material.	<b>0</b>
<b>XII.5 Repuestos</b>	
<b>XII.5.1</b> No se cuenta con los repuestos que se requieren para ejecutar las tareas de mantenimiento.	<b>1</b>
<b>XII.5.2</b> Los repuestos se dañan con frecuencia por no disponer de un área adecuada de almacenamiento.	<b>0</b>
<b>XII.5.3</b> Los repuestos no están identificados plenamente en el almacén (etiquetas, sellos, rótulos, colores u otros).	<b>0</b>
<b>XII.5.4</b> No se ha determinado el costo por falta de repuestos.	<b>3</b>
<b>XII.5.5</b> No se ha establecido cuáles repuestos tener en <i>stock</i> y cuales comprar de acuerdo a pedidos.	<b>3</b>
<b>XII.5.6</b> No se poseen formatos de control de entradas y salidas de repuestos de circulación permanente.	<b>0</b>
<b>XII.5.7</b> No se lleva el control (formatos) de los repuestos desechados por mala calidad.	<b>3</b>
<b>XII.5.8</b> No se tiene información precisa de los diferentes proveedores de cada repuesto.	<b>3</b>
<b>XII.5.9</b> No se conocen los plazos de entrega de los repuestos por los proveedores.	<b>3</b>
<b>XII.5.10</b> No se conocen los mínimos y máximos para cada tipo de repuesto.	<b>0</b>

### 13.3 Plantilla para el cálculo de visitas de inspección de mantenimiento preventivo

	<b>Plantilla Cálculo de visitas de inspección</b> <b>Programa de Mantenimiento por contratos</b>		Codigo	4-02-11-002
			Fecha	10 05 2019
			Versión	01

Nombre Sistema	<input type="text"/>	Total equipos muestra	<input type="text" value="0"/>
Cantidad de equipos o estaciones	<input type="text"/>		

Parámetros Fijos				
Proporción Población	PQ	0,25	Trimestral	0,0
%Error	E	0,1	Semestral	0,0
Coef Confianza	Z	1,64	Bimensual	0,0

### 13.4 Hoja de trabajo RCM para portones del sistema de accesos automáticos

Empresa		Cuerpo de Bomberos de CR		Hoja de Trabajo RCM										
Máquina		Código											Realizó: Joaquín Montero	
Parte		Código											Fecha: 28-04-2019	
Función	Falla Funcional	Subparte	Modo de falla	Causa			Efecto			Acciones proactivas				
Permitir el movimiento de apertura y cierre en respuesta a la solicitud	Incapacidad de apertura o cierre total del portón	Motor eléctrico	E	1	Falla a tierra	Contaminación interna del motor				1	Sin el motor el portón es incapaz de abrirse automáticamente	1	Limpiar superficies interna y externa del motor	
				2	Motor quemado	Sobrecarga	Pérdida de aislamiento			2		2	Revisar la presencia de golpes en la carcasa. Informar	
				3	Operación intermitente o desaceleración	Falta de lubricación	Mal ajuste en piezas de movimiento			3	Portón presenta movimiento intermitente y con mucha vibración	3	Lubricar guías, rodamientos de ser necesario	
		Cuadro de mando	C E	4	Límites de carrera no funcionan	Tarjeta de control dañada	Desprogramación de los límites de carrera				4		4	Reprogramación de límites de carrera. Reparación o cambio de tarjeta
				5	No recibe señales de los controles	Receptor de señal dañado	Control desprogramado				5		5	Revisión de componentes dañados en la tarjeta
			M	6	Exceso de suciedad en circuito	Falta adecuada de limpieza en revisiones anteriores	Error humano				6		6	Limpieza adecuada de la tarjeta de control
			C E	7	Pulsador interno no responde	Componente defectuoso					7	Pulsador de control interno del portón no funciona	7	Cambiar el componente
		8		Lámpara de señalización no funciona	Circuito dañado					8	Luz de señalización no enciende	8	Cambio de lámpara	
		Controles	E	9	Batería gastada	Vida útil					9	Portón no abre cuando no está conectado a la alimentación	9	Cambio de baterías
			C E	10	Señal con sensores no funciona	Error humano	Vida útil cumplida	Desprogramación de la tarjeta interna			10		10	Reprogramación de la tarjeta de control
		Sistema de movimiento por cortina	M	11	Ménsula de montaje se descuadra	Tuercas de seguridad gastadas, quebradas					11	No se logra levantar o bajar el portón	11	Revisar el montaje para un reajuste. Cambiar tuercas de seguridad
				12	Cadena elevación manual patina	Se desconectó	Conexión floja				12	No se puede abrir o cerrar el portón de forma manual	12	Ajuste de conexión
		Sistema de movimiento por cadena	M	13	Aflojamiento de la cadena	desgaste en los eslabones	Tensión muy baja de la cadena				13	Incapacidad de apertura continua o sin vibraciones	13	Verificar que la tensión sea la establecida por el proveedor
				14	Rodines no giran	Falta de lubricación	Vida útil cumplida				14	Portón incapaz de moverse o con dificultad	14	Cambio de rodamientos
				15	Guías no transcurren correctamente el mecanismo	Lubricación inadecuada	Rodamientos dañados				15		15	Lubricación. Sino se corrige cambiar los rodamientos.

Empresa **Cuerpo de Bomberos de CR**

**Hoja de Trabajo RCM**

Realizó: **Joaquín Montero**

Fecha: **28-04-2019**

Máquina		Código												
Parte		Código												
Función	Falla Funcional	Subparte	Modo de falla			Causa			Efecto			Acciones proactivas		
		Reductor	M	16	Rodamientos	Fatiga	exceso de revoluciones		16		Portón no abre normalmente	16		Revisar estado rodamientos. Cambiar componente de ser necesario
		Sistema de movimiento por brazo	M	17	Caja de engranajes dañada	Falta de lubricación	Desgaste		17			17		Inspección de la caja, lubricar a discreción. Realizar el cambio de engranajes
				18	Brazos no funcionan	Piñón desajustado	Falta de lubricación	Tornillos de fijación dañados	18		18		Reajuste de piñón. Revisar necesario el cambio de piñón o tornillos	
		Sistema movimiento por cremallera	M	19	Piñón desacoplado	Desgaste			19		Portón no abre, o abre de forma intermitente, con dificultad	19		Ajuste del piñón o cambio de pieza de ser necesario
				20	Ruedas no giran	Mala lubricación			20		20		Portón abre con dificultad	20
		Sensores	CE	21	Falla en la señal de bloqueo entre sensores	Vida útil acabada	Objeto bloqueando señal		21			21		Verificar objetos que bloquean la señal, cambio de sensor
			M	22	Daño físico	Golpes por manipulación			22			22		Cambio de sensores
		Baterías internas	E	23	Descarga de la batería	Falta de uso	Vida útil cumplida		23			23		Cambio de baterías
			M	24	Daño interno	Vida útil cumplida			24			24		

### 13.5 Hoja de RCM para aires acondicionados (Hoja 1 de 2)

Empresa		Cuerpo Bomberos CR		Hoja de Trabajo RCM						Realizado por: Joaquín Montero Fecha 28-04-2019					
Máquina		Código													
Parte		Código													
Función	Falla Funcional	Subparte	Modo de falla	Causa			Efecto		Acción proactiva						
1	1	Compresor	M	Compresor sobrecalentado	Falta de aceite	Fugas			Ruido excesivo en el compresor	1	3	Revisión interna del compresor, cambio de equipo de ser necesario			
				Sobrepresión en la salida	Recarga excesiva de refrigerante				Aire a temperatura ambiente	2	1	Inspeccionar las tuberías visualmente			
				Baja presión en la entrada	Fuga de refrigerante				Congelamiento del sistema	3	1	Inspeccionar tuberías en busca de fugas			
				I	Compresor no enciende	No llega corriente al motor del compresor	Interruptor desconectado	Avería en la acometida		Sistema no entra en funcionamiento	4	3	Revisar los breakers		
						Arranque defectuoso				Sistema no enciende	5	5	Reparar o cambiar el compresor		
				M	El compresor enfría, pero no mucho	El refrigerante no circula adecuadamente	Válvula de servicio cerrada o parcial			Sistema se sobrecalienta	6	5	Revisión de la válvula de servicio		
						válvula de solenoide de poco paso				Sistema enciende, pero no opera de forma normal	7	5	Revisión de obstrucciones en la válvula. Ajuste		
						falta de refrigerante	fugas en el serpentín	No se recargó refrigerante durante mantenimiento preventivo		Sistema funciona ineficientemente	8	5	Reparación de serpentín		
				CE	Hace mucho frío	Termostato mal ajustado	Desbloqueo del ajustador			Temperatura mucho más baja de la ajustar	9	3	Reajuste del termostato y bloqueo		
						Válvula de expansión desajustada	Desgaste por fatiga			No establece la temperatura adecuada de confort	10	5	Reajuste de la válvula o cambio de la pieza		
				M	Sobrepresión en la salida	Recarga excesiva de refrigerante	Aire a temperatura ambiente				11				
						Baja presión en la entrada	Fuga de refrigerante	Congelamiento sistema		Compresor no opera correctamente	12	1	Búsqueda de fugas en las tuberías, reparación en sitio.		
				Serpentín	2	M	Suciedad	Impurezas en el sistema	congelamiento sistema			Congelamiento del sistema	13	4	Realizar la limpieza del serpentín
				Válvula expansión directa	3	M	Obstrucción	Impurezas en el sistema				Climatización ineficiente	14	2	Inspección del funcionamiento de la válvula
							Caída de presión insuficiente	desgaste			Intercambio de calor insuficiente para climatizar	15	2	Verificar el físico de la válvula, fugas	
				Filtro	4	M	suciedad	baja presión, falta circulación eficiente de aire				Climatización ineficiente	16	4	Realizar limpieza de filtros

Máquina		Código												
Parte		Código												
Función	Falla Funcional	Subparte	Modo de falla	Causa						Efecto	Acción proactiva			
Mantener la climatización de las áreas designadas a una temperatura de 22°C		Ventilador interno	5	M	suciedad	Acumulación partículas, polvo suciedad					flujo aire ineficiente malos olores	17	4	Limpeza del ventilador
					Aspa rota	desbalance en aspas					vibraciones, ruido	18	3	Revisión aspas, ajuste de ser necesario o cambio de partes
					Atascamiento	motor averiado, objeto en el interior del ventilador					no hay flujo de aire	19	2	Verificar el motor, remover objeto atascado
		Desagüe	6	M	Obstrucción	Suciedad acumulada					perdida de agua por el frente del sistema	20	4	Limpiar la sección de desagüe
		Panel de control	7	I	Falla sistema control	falla aislamiento	problemas cableado lógico	controlador quemado			No se puede iniciar el sistema	21		
					Interruptor principal abierto	interruptor dañado	manipulación para trabajos y no se reseteo			22				
					Fusibles dañados	sobrecarga	sobrecalentamiento			23				
					No hay señal	Lector o tarjeta dañada				24		Verificar el estado de la tarjeta. Ajustar o cambiar en caso de ser necesario		
		Evaporador	8	M	Serpentín sucio o bloqueado	contaminación externa por mala manipulación				Disminución eficiencia del evaporador, incapaz de enfriar a la temperatura establecida	25	4	Limpeza del evaporador	
					Motor ventilador dañado	daño físico	cortocircuito	desgaste rodamientos		Evaporador no funciona	26	2	Revisión física y eléctrica del evaporador	
					Presión de descarga alta	gases no condensados en el sistema	sistema sobrecargado refrigerante	Serpentín sucio		No se extrae adecuadamente el calor de las ubicaciones específicas	27			
					Presión de descarga baja	regulación temperatura incorrecta del condensador	poco refrigerante	válvula de descarga casi cerrada			28			
					Presión succión alta	carga excesiva	válvula de expansión sobrealimentada				29			
					Presión de succión baja	filtros sucios	poco refrigerante	Baja temperatura condensación			30			
		Serpentín condensador	9	M	Fuga refrigerante	Tubería dañada				Equipo no funciona correctamente	31		Realizar revisión de las tuberías	
Ventilador condensado	10		Grietas y golpes en las aspas	Error humano durante limpieza	Desgaste por fatiga			No se ofrece la climatización a la temperatura establecida	32		Limpiar las aspas. Verificar el estado físico de los soportes del abanico, desgaste o pandeo			

## 13.6 Auditoría de sistemas

### 1. INTEGRIDAD DE LOS DATOS (MÁXIMA CALIFICACIÓN: 24 PUNTOS)

1. Introducen datos completos sobre tipo, ubicación, posición, códigos y detalles técnicos de los equipos
2. Registra el inventario de piezas de repuesto detallado de cada equipo.
3. Registra información detallada sobre las actividades de mantenimiento PM/CM/SW ejecutadas (informes de ejecución).
4. Registra la información detallada de las fechas de inicio y finalización de las tareas de PM/CM/SW.
5. Se asignan los datos específicos de piezas/refacciones para la ejecución del mantenimiento PM/CM/SW.
6. Los datos de fallas (tiempos, modos y síntomas) se registran, codifican, capturan y generan bases de datos para ser analizados.

### 2. ADIESTRAMIENTO Y FORMACIÓN (MÁXIMA CALIFICACIÓN: 16 PUNTOS)

7. Proceso de formación inicial está orientado a todos los posibles usuarios del CMMS.
8. Proceso de formación avanzado para el uso del CMMS a los usuarios de mantenimiento y almacén.
9. Proceso de formación específico del uso del CMMS orientado para los usuarios de operaciones.
10. Proceso de formación avanzado para los administradores del CMMS 4.



### **3. CONTROL DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO (MÁXIMA CALIFICACIÓN: 24 PUNTOS)**

11. Describen de forma detallada dentro del CMMS la descripción de la actividad del mantenimiento (paso a paso).

12. La creación y el flujo de la orden de trabajo de mantenimiento dentro del CMMS es manual, manual-automática o totalmente automatizada (por ejemplo, mejor caso: el operador puede crear una orden *On-line*, la orden va a mantenimiento en forma virtual, mantenimiento revisa el equipo, diagnóstica, resuelve el problema, entrega el equipo y se cierra la orden de trabajo de forma totalmente automática, sin registros en papel).

13. Se registra el detalle específico de las horas de trabajo de los ejecutores del mantenimiento 14. Se revisan y analizan las horas de trabajo de mantenimiento estimadas contra las horas reales de ejecución del mantenimiento

15. Se define un proceso de asignación de prioridades de las órdenes de trabajo con base en la criticidad de los equipos: factores de seguridad, lucro cesante, costo de materiales, mano de obra, calidad, coste del tiempo de inactividad, etc.

### **4. PRESUPUESTOS Y CONTROL DE COSTOS (MÁXIMA CALIFICACIÓN: 20 PUNTOS)**

16. Se cargan en la orden de trabajo de forma detallada los costos por mano de obra, refacciones y se contabilicen a nivel de equipos

17. Se visualizan los presupuestos de mantenimiento y se le hace seguimiento a su ejecución a nivel de área, proceso, sistema, equipos y componentes

18. Dentro del CMMS se calculan y analizan indicadores de costos de mantenimiento (costes de mantenimiento preventivo, costos de mantenimiento correctivo, preventivo versus correctivo, costos de mantenimiento versus coste de producción, etc.

19. Se definen los costos de mantenimiento y reparaciones especiales (mantenimientos mayores, *overhauls*, modificaciones importantes, etc.) y se les hace seguimiento y análisis detallado.

20. Se estiman los costos totales de mantenimiento en el ciclo de vida del activo, se utiliza esta información para tomar decisiones de sustitución o renovación de los equipos.

### **5. PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO (MÁXIMA CALIFICACIÓN: 28**

**PUNTOS)**

21. Se desarrolla y aplica dentro del CMMS un proceso documentado para la planificación y programación del mantenimiento PM/CM.
22. Se documentan y registran las actividades de mantenimiento PM/CM, se controla y mide su eficiencia, además, se analizan y registran las mejoras de este tipo de mantenimiento.
23. Se mide el tiempo de ejecución efectivo de las actividades de mantenimiento PM/CM, se analizan y documentan las mejoras obtenidas.
24. El CMMS registra la información de las herramientas necesarias para la ejecución de las actividades de mantenimiento programadas.
25. Está definido el proceso de soporte de repuestos dentro del CMMS y está disponible para apoyar la planificación y la programación de las actividades de mantenimiento.
26. Está definido en el CMMS el proceso de soporte de coordinación entre el mantenimiento y las operaciones en la fase de programación y ejecución del mantenimiento.
27. Se registran los detalles de las reparaciones de emergencia, horas, costos de directos y costos por indisponibilidad, se da seguimiento y se analiza esta información para generar recomendaciones que ayuden a evitar estos mantenimientos de emergencia.

## **6. GESTIÓN DE MATERIALES Y REPUESTOS (MÁXIMA CALIFICACIÓN: 28 PUNTOS)**

28. Está totalmente integrado el módulo de gestión de inventarios utilizado plenamente con el módulo de órdenes de trabajo PM/CM del CMMS.
29. Están definidos los indicadores de máximos y mínimos y nivel de reposición dentro del CMMS, los mismos se estiman en función de las órdenes de trabajo PM/CM.
30. Están definidos los kits de partes de mantenimiento para las actividades de mantenimiento preventivo PM.
31. Están definidos dentro del CMMS los de partes para los equipos de protección y seguridad.
32. Están definidos dentro del CMMS los repuestos críticos (en función del factor Riesgo) y su nivel de *stock* mínimo.
33. Están relacionados e integrados los catálogos de fallas de las órdenes de trabajo del CMMS con los repuestos del almacén.
34. Está definida dentro del CMMS la información sobre la garantía de las principales refacciones de los equipos y está integrada con las órdenes de mantenimiento por garantía (PM / CM).

## **7. TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO POR TIEMPO (PM) Y PREDICTIVO (PdM)**

### **(MÁXIMA CALIFICACIÓN: 24 PUNTOS)**

35. Se utilizan indicadores de revisión continua de la eficiencia de PM / PdM y se relacionan con la criticidad de los equipos (cumplimiento de ejecución de PM/PdM, niveles de asertividad de los PdM, back log por PM, etc.).
36. El CMMS mide el cumplimiento de la ejecución de los presupuestos de PM /PdM, se generan tendencias de gastos de mantenimiento.
37. Se tienen cargados en el CMMS el detalle de la ejecución de las actividades PM / PdM.
38. El CMMS proporciona información sobre las variables por condición y estatus de alarmas para los equipos que tienen definidas actividades de PdM.
39. El CMMS proporciona los resultados de los indicadores de MTBF, MTTR, las tendencias de falla y costes por indisponibilidad.
40. El CMMS proporciona información detallada de las tareas de PM / PdM, para que pueda ser utilizada como parte de la formación de los nuevos trabajadores de mantenimiento.

## **8. INDICADORES DE MEDICIÓN DE DESEMPEÑO (MÁXIMA CALIFICACIÓN: 20 PUNTOS)**

41. EL CMMS permite evaluar y diferenciar el tiempo de indisponibilidad (mantenibilidad) por mantenimientos correctivos, preventivos y por condición (tiempos fuera de servicio, los tiempos de reparación y los tiempos fuera de control).
42. El CMMS permite diferenciar entre los tiempos operativos (confiabilidad) por mantenimientos correctivos, preventivos y por condición.
43. El CMMS integra los indicadores Mantenibilidad y Confiabilidad con los indicadores de costos por indisponibilidad por fallas (CIF).
44. El CMMS integra los indicadores técnicos con los indicadores financieros del negocio.

## **9. OTROS USOS AL CMMS (MÁXIMA CALIFICACIÓN: 24 PUNTOS)**

45. Los líderes de Mantenimiento utilizan el CMMS para gestionar el mantenimiento e integrarlo con los procesos fundamentales del negocio.

46. El personal de operaciones y manufactura comprende la lógica básica del CMMS y recibe información e indicadores que lo ayuden a mejorar sus procesos.
47. Los cambios de ingeniería relacionados con datos del equipo / activo, planos y especificaciones se actualizan y registran de forma efectiva en el CMMS.
48. Se incluyen dentro del CMMS la información de las jerarquías de sistemas / subsistemas utilizados para la codificación de los equipos de planta.
49. Se incluyen dentro del CMMS los reportes de los análisis de fallas (ACR) ejecutados (se registra una base de datos de fallas evaluadas).
50. Se integran dentro del CMMS, las aplicaciones de Confiabilidad (RCM, TPM, Six Sigma, etc...), además, se actualizan y mejoran los planes de mantenimiento e inspección en función de los resultados obtenidos a partir del uso de estas metodologías