

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN REGIÓN CENTRO SUR ANACO
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**DISEÑO DE ESTRATEGIAS DE MEJORAS PARA EL SISTEMA DE
GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS ESTÁTICOS Y
DINÁMICOS DEL ÁREA DE COMPRESIÓN DEL CENTRO OPERATIVO
SAN JOAQUÍN DE PDVSA PRODUCCIÓN GAS ANACO**

Realizado por:

Cabello G., Jesus J.

**Trabajo de Grado presentado ante la Universidad de Oriente como Requisito
para Optar al Título de**

INGENIERO INDUSTRIAL

Anaco, Abril de 2018

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN REGIÓN CENTRO SUR ANACO
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**DISEÑO DE ESTRATEGIAS DE MEJORAS PARA EL SISTEMA DE
GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS ESTÁTICOS Y
DINÁMICOS DEL ÁREA DE COMPRESIÓN DEL CENTRO OPERATIVO
SAN JOAQUIN DE PDVSA PRODUCCIÓN GAS ANACO**

ASESORES:

Msc. Bousquet, Juan
Asesor Academico

Ing. Ortega, Anddy
Asesor Industrial

Anaco, Abril de 2018

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN REGIÓN CENTRO SUR ANACO
ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**DISEÑO DE ESTRATEGIAS DE MEJORAS PARA EL SISTEMA DE
GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS ESTÁTICOS Y
DINÁMICOS DEL ÁREA DE COMPRESIÓN DEL CENTRO OPERATIVO
SAN JOAQUIN DE PDVSA PRODUCCIÓN GAS ANACO**

El Jurado hace constar que ha asignado a esta Tesis la clasificación de:

APROBADO

Jurado calificador

MSc. Bousquet, Juan
Asesor Académico

Ing. Ledezma, Melchor
Jurado Principal

Ing. Coa, Manuel
Jurado Principal

Anaco, Abril de 2018

RESOLUCIÓN

De acuerdo al Artículo 41 del Reglamento de trabajos de grado (vigente a partir del II semestre 2009 según comunicación CU-034-209)

“Los trabajos de grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización”.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI
EXTENSIÓN CENTRO SUR ANACO
ESCUELA DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**DISEÑO DE ESTRATEGIAS DE MEJORAS PARA EL SISTEMA DE
GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS ESTÁTICOS Y
DINÁMICOS DEL AREA DE COMPRESIÓN DEL CENTRO OPERATIVO
SAN JOAQUIN DE PDVSA PRODUCCIÓN GAS ANACO**

Autor: Cabello G., Br. Jesus J.

Tutor: MSc. Bousquet, Juan

Línea de investigación: Mantenimiento Industrial

Fecha: Abril - 2018

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo principal el diseño de estrategias de mejoras para el sistema de gestión de mantenimiento de los equipos estáticos y dinámicos del área de compresión del COSJ. La investigación fue de tipo descriptiva con diseño de campo. Se diagnosticó la situación actual del sistema de gestión de mantenimiento detectando desviaciones, se jerarquizaron las áreas del sistema basado norma COVENIN 2500-93, determinando que el sistema se encuentra DEFICIENTE. Se identificaron las causas de deficiencias en las áreas de mantenimiento, mediante el análisis causa y efecto, siendo las causas detectadas: ausencia de estudios de necesidades reales de mantenimiento de las instalaciones, frecuencias de ejecución no definidas, ausencia de procedimientos de control de ejecución y de gestión, inexistencia de equipos, herramientas e instrumentos para la ejecución de las actividades, entre otros. Se propuso la fijación de objetivos e indicadores de gestión, los cuales están orientados al cumplimiento de los factores críticos de éxito, siendo 6 objetivos. Se establecieron estrategias para las áreas deficiencias detectadas, un total de 4 estrategias, orientadas a las mejora del sistema de gestión. Se estimaron los costos asociados a las mismas, se aplicó el método de Tarifas Horarias para Servicios Profesionales, el costo estimado fue de 279.694.800 Bolívares, con una duración global de 8 meses de desarrollo.

Descriptor: COVENIN 2500-93, Mantenimiento, Causa y efecto, Indicadores, Costos, Estrategias.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESOLUCIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
RESUMEN.....	vii
ÍNDICE GENERAL	x
ÍNDICE DE TABLAS	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xviii
INTRODUCCIÓN	xix
CAPÍTULO I.....	22
EL PROBLEMA.....	22
1.1. Planteamiento del Problema	22
1.2. Objetivos de la Investigación.....	27
1.2.1. Objetivo General	27
1.2.2. Objetivos Especificos.....	27
1.3. Justificación de la Investigación	28
1.4. Delimitación y Alcance de la Investigación	28
1.5. Identificación de la Empresa.....	29
1.5.1. Nombre de la Empresa	29
1.5.2. Ubicación Geográfica.....	29
1.5.3. Misión de la Empresa.....	30
1.5.4. Visión de la Empresa.....	31
1.5.5. Gerencia Centro Operativo San Joaquín	31
1.5.5.1. Misión de la Gerencia del Centro Operativo San Joaquín	31
1.5.5.2. Visión de la Gerencia del Centro Operativo San Joaquín	32
1.5.5.3. Organización de PDVSA PRODUCCIÓN GAS ANACO	32
CAPÍTULO II	36
MARCO TEÓRICO.....	36
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	36
2.2. Bases teóricas.....	40
2.2.1. Mantenimiento	40
2.2.1.1. Objetivos del Mantenimiento	41
2.2.1.2. Recursos de Mantenimiento	42
2.2.1.3. Costo de Mantenimiento.....	43
2.2.1.4. Tipos de Mantenimiento	44
2.2.2. Tipos de Indicadores de Mantenimiento	47
2.2.3. Sistema de Mantenimiento	48
2.2.3.1. Funciones de un Sistema de Mantenimiento	49
2.2.3.2. Actividades en Sistema de Mantenimiento	50
2.2.3.3. Sistema de Órdenes de Trabajo de Mantenimiento	52
2.2.4. Auditoría del Sistema de Mantenimiento	53

2.2.4.1. Auditoría Interna	53
2.2.5. Organización del Mantenimiento	54
2.2.5.1. Tipos de Organizaciones de Mantenimiento	55
2.2.6. Gestión de Mantenimiento	56
2.2.6.1. Planeación del Mantenimiento	56
2.2.6.2. Programación del Mantenimiento	57
2.2.6.3. Ejecución del Mantenimiento	60
2.2.6.4. Evaluación y Control del Mantenimiento	60
CAPÍTULO III	62
MARCO METODOLÓGICO	62
3.1. Tipo de Investigación	62
3.2. Diseño de la Investigación	62
3.3. Población y Muestra	63
3.3.1. Población	63
3.3.2. Muestra	64
3.3.3. Unidades de Estudio	64
3.4. Técnicas de Recolección de Datos	65
3.4.1. Revisión Bibliográfica	65
3.4.2. Observación	66
3.4.3. Entrevista	66
3.4.3.1. Entrevista Estructurada	67
3.4.3.2. Entrevistas no Estructuradas	67
3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos	68
3.5.1. Norma COVENIN 2500-93	68
3.5.1.1. Principio Básico	68
3.5.1.2. Deméritos	69
3.5.1.3. Criterios para la Ponderación del Principio Básico.	69
3.5.1.4. Criterios para la Ponderación de los Deméritos	69
3.5.1.5. Criterios de Calificación del Sistema de Mantenimiento	70
3.5.2. Análisis Causa-Efecto	70
3.5.3. Análisis de Pareto	71
3.5.3.1. Pasos para Construir una Gráfica de Pareto	71
3.5.4. Planes de Acción	72
3.5.5. Tablas y Gráficos	72
3.5.6. Cuadro de Mando Integral	73
3.5.7. Estimación de Costos por Tarifa Horaria	74
3.6. Descripción del Procedimiento	74
3.6.1. Diagnóstico de la Situación Actual del Sistema de Gestión de Mantenimiento de los Equipos Estáticos y Dinámicos del Área de Compresión del Centro Operativo San Joaquín Aplicando la NORMA COVENIN 2500-93	75
3.6.2. Identificación de las Causas que Afectan a las Áreas de Mantenimiento	

con Mayor Incidencia en las Deficiencias del Sistema de Gestión de Mantenimiento	78
3.6.3. Definición de Objetivos e Indicadores de Control para la Medición del Desempeño del Sistema de Gestión de Mantenimiento de los Equipos Estáticos y Dinámicos del Centro Operativo San Joaquín	79
3.6.4. Generación de Estrategias Adecuadas para la Mejora del Sistema de Gestión de Mantenimiento de los Equipos Estáticos y Dinámicos del Centro Operativo San Joaquín	80
3.6.5. Estimación de los Costos Asociados al Desarrollo de las Estrategias Planteadas para la Mejora del Sistema de Gestión de Mantenimiento de los Equipos Estáticos y Dinámicos del Centro Operativo San Joaquín	80
CAPÍTULO IV	82
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	82
4.1. Diagnóstico de la Situación Actual del Sistema de Gestión de Mantenimiento de los Equipos Estáticos y Dinámicos del Área de Compresión del Centro Operativo San Joaquín Aplicando la NORMA COVENIN 2500-93.....	82
4.1.1. Área I: Organización de la Empresa	85
4.1.1.1. Funciones y Responsabilidades	85
4.1.1.2. Autoridad y Autonomía del Personal de la Empresa	86
4.1.1.3. Sistema de Información	88
4.1.2. Área II: Organización de Mantenimiento	90
4.1.2.1. Funciones y Responsabilidades	91
4.1.2.2. Autoridad y Autonomía de Personal de Mantenimiento	92
4.1.2.3. Sistema de Información de Mantenimiento	93
4.1.3. Área III: Planificación de Mantenimiento	95
4.1.3.1. Objetivos y Metas de Mantenimiento	96
4.1.3.2. Políticas para la Planificación de Mantenimiento	98
4.1.3.3. Control y Evaluación de Mantenimiento	99
4.1.4. Área IV: Mantenimiento Rutinario	101
4.1.4.1. Planificación	102
4.1.4.2. Programación e Implantación del Mantenimiento Rutinario	104
4.1.4.3. Control y Evaluación	106
4.1.5. Área V: Mantenimiento Programado	107
4.1.5.1. Planificación del Mantenimiento Programado	108
4.1.5.2. Programación e Implantación del Mantenimiento Programado	110
4.1.5.2. Control y Evaluación del Mantenimiento Programado	111
4.1.6. Área VI: Mantenimiento Circunstancial	114
4.1.6.1. Planificación del Mantenimiento Circunstancial.....	114
4.1.6.2. Programación e Implantación del Mantenimiento Circunstancial ...	115
4.1.6.3. Control y Evaluación del Mantenimiento Circunstancial	117
4.1.7. Área VII: Mantenimiento Correctivo	118
4.1.7.1. Planificación del Mantenimiento Correctivo	119
4.1.7.2. Programación e Implantación del Mantenimiento Correctivo	120

4.1.7.3. Control y Evaluación del Mantenimiento Correctivo	121
4.1.8. Área VIII: Mantenimiento Preventivo	123
4.1.8.1. Determinación de Parámetros	124
4.1.8.2. Planificación del Mantenimiento Preventivo	125
4.1.8.3. Programación e Implantación del Mantenimiento Preventivo	126
4.1.8.4. Control y Evaluación del Mantenimiento Preventivo	127
4.1.9. Área IX: Mantenimiento por Avería	129
4.1.9.1. Atención a las Fallas	130
4.1.9.2. Supervisión y Ejecución	131
4.1.9.3. Información de las Averías	133
4.1.10. Área X: Personal de Mantenimiento	135
4.1.10.1. Cuantificación de las Necesidades de Personal	135
4.1.10.2. Selección y Formación	136
4.1.10.3. Motivación e Incentivos	138
4.1.11. Área XI: Apoyo Logístico	140
4.1.11.1. Apoyo Administrativo	140
4.1.11.2. Apoyo Gerencial	141
4.1.11.3. Apoyo General	142
4.1.12. Área XII: Recursos	144
4.1.12.1. Equipos	144
4.1.12.2. Herramientas	146
4.1.12.3. Instrumentos	147
4.1.12.4. Materiales	148
4.1.12.5. Repuestos	149
4.1.13. Determinación de la Brecha Existente en el Sistema de Gestión de Mantenimiento	151
4.2. Identificación de las Causas que Afectan a las Áreas de Mantenimiento con Mayor Incidencia en las Deficiencias del Sistema de Gestión de Mantenimiento .	156
4.2.1. Análisis de Causas de los Factores	156
4.2.1.1. Planificación de Mantenimiento	158
4.2.1.2. Programación y Ejecución	159
4.2.1.3. Control y Evaluación	160
4.2.1.4. Mantenimiento de las Averías	160
4.2.1.5. Recursos	161
4.2.1.6. Personal de Mantenimiento	162
4.3. Definición de Objetivos e Indicadores de Control para la Medición del Desempeño del Sistema de Gestión de Mantenimiento de los Equipos Estáticos y Dinámicos del Centro Operativo San Joaquín	163
4.3.1. Indicadores de Desempeño Perspectiva Aprendizaje y Crecimiento	166
4.3.2. Indicadores de Desempeño Perspectiva Procesos Internos	167
4.3.3. Indicadores de Desempeño Perspectiva Clientes	172
4.3.4. Indicadores de Desempeño Perspectiva Financiera	174
4.4. Generación de Estrategias Adecuadas para la Mejora del Sistema de	

Gestión de Mantenimiento de los Equipos Estáticos y Dinámicos del Centro Operativo San Joaquín	175
4.4.1. Actualización de Información de los Equipos Estáticos y Dinámicos del Sistema de Compresión del Centro Operativo San Joaquín.....	180
4.4.1.1. Fichas Técnicas de los Equipos Instalados.....	181
4.4.1.2. Elaboración de la Codificación de los Equipos y su Registro en SAP PM.	181
4.4.1.3. Guía para Definir la Taxonomía de Activos en el Sistema de Gestión y Control de Mantenimiento (SGCM).	187
4.4.1.4. Medición de la Estrategia	188
4.4.2. Estudio de las Necesidades Reales de Mantenimiento de los Equipos y Sistema de Compresión del Centro Operativo San Joaquín.....	189
4.4.2.1. Análisis de Criticidad	190
4.4.2.2. Análisis de Modos y Efectos de Fallas.....	193
4.4.2.3. Medición de la Estrategia	194
4.4.3. Elaboración de Planes y Programas de Mantenimiento por Equipo	194
4.4.3.1. Elaboración y Administración de los Planes de Mantenimiento Preventivo.	195
4.4.3.2. Medición de la Estrategia	199
4.4.4. Diseño de Sistema de Inventarios de Materiales y Repuestos.	199
4.4.4.1. Clasificación de Materiales y Repuestos de Mantenimiento	200
4.4.4.2. Selección de un Modelo de Gestión de Inventario	201
4.4.4.3. Medición de la Estrategia	204
4.5. Estimación de los Costos Asociados al Desarrollo de las Estrategias Planteadas para la Mejora del Sistema de Gestión de Mantenimiento de los Equipos Estáticos y Dinámicos del Centro Operativo San Joaquín	204
4.5.1. Trabajo Requerido para el Desarrollo de las Estrategias	205
4.5.2. Estimación de la Tarifa Horaria de Profesionales	206
4.5.3. Costos de las Estrategias	207
4.5.4. Programa de Trabajo	209
CAPÍTULO V	211
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	211
6.1. Conclusiones	211
6.2. Recomendaciones.....	213
CAPÍTULO VI.....	215
PROPUESTA DE ESTRATEGIAS	215
6.1. Introducción	215
6.2. La Propuesta.....	215
6.3. Objetivos de la Propuesta.....	216
6.4. Desarrollo de Estrategias para Reducción de la Brecha Encontrada	216
6.4.1. Área: Planificación de Mantenimiento.....	216
6.4.2. Área: Mantenimiento Rutinario, Programado y por Avería.....	220
6.4.3. Área: Mantenimiento Correctivo y por Avería	221

6.4.4. Área: Mantenimiento Preventivo	221
6.4.5. Área: Personal de Mantenimiento	221
6.4.5.1. Desarrollo de Descripción de Cargos y Puestos de Trabajo	222
6.4.5.2. Detección de las Necesidades de Formación a fin de Preparar Planes de Formación y Actualización de los Trabajadores	223
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	226
METADATOS PARA TRABAJO DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:.....	228

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 3.1. Población y muestra de trabajadores	64
Tabla 3.2. Poblacion y muestra de equipos	65
Tabla 3.3. Criterios de calificación	70
Tabla 3.4. Formato de tabla a utilizar ara presentación de datos	75
Tabla 3.5. Formato de tabla de presentación datos Pareto	76
Tabla 3.6. Aplicación del cuestionario de la Norma COVENIN 2500-93	77
Tabla 3.7. Formato de presentación de indicadores de gestión	79
Tabla 3.8. Formato de presentación de las estrategias	80
Tabla 3.9. Formato de presentación de la estimación de costos	81
Tabla 4.1. Organización de la empresa (principio: funciones y responsabilidades)...	86
Tabla 4.2. Organización de la empresa (principio: autoridad y autonomía).....	87
Tabla 4.3. Organización de la empresa (principio: sistema de información)	89
Tabla 4.4. Organización de mantenimiento (principio: funciones y responsabilidades).....	91
Tabla 4.5. Organización de mantenimiento (principio: autoridad y autonomía)	93
Tabla 4.6. Organización de mantenimiento (principio: sistema de información).....	94
Tabla 4.7. Planificación de mantenimiento (principio: objetivos y metas)	97
Tabla 4.8. Planificación de mantenimiento (principio: políticas para la planificación)	99
Tabla 4.9. Planificación de mantenimiento (principio: control y evaluación).....	100
Tabla 4.10. Mantenimiento rutinario (principio: planificación)	103
Tabla 4.11. Mantenimiento rutinario (principio: programación e implantación)	105
Tabla 4.12. Mantenimiento rutinario (principio: control y evaluación)	106
Tabla 4.13. Mantenimiento programado (principio: planificación).....	108
Tabla 4.14. Mantenimiento programado (principio: programación e implantación)	110
Tabla 4.15. Mantenimiento programado (principio: control y evaluación)	112
Tabla 4.16. Mantenimiento circunstancial (principio: planificación).....	114
Tabla 4.17. Mantenimiento circunstancial (principio: programación e implantación)	116
Tabla 4.18. Mantenimiento circunstancial (principio: control y evaluación)	117
Tabla 4.19. Mantenimiento correctivo (principio: planificación).....	119
Tabla 4.20. Mantenimiento correctivo (principio: programación e implantación)...	120
Tabla 4.21. Mantenimiento correctivo (principio: control y evaluación)	122
Tabla 4.22. Mantenimiento preventivo (principio: determinación de parámetros) ..	124
Tabla 4.23. Mantenimiento preventivo (principio: planificación)	125
Tabla 4.24. Mantenimiento preventivo (principio: programación e implantación) ..	127
Tabla 4.25. Mantenimiento preventivo (principio: control y evaluación)	128
Tabla 4.26. Mantenimiento por avería (principio: atención a las fallas)	131
Tabla 4.27. Mantenimiento por avería (principio: Supervisión y ejecución)	132

Tabla 4.28. Mantenimiento por avería (principio: información sobre las averías)...	134
Tabla 4.29. Personal de mantenimiento (principio: cuantificación de necesidades del personal)	136
Tabla 4.30. Personal de mantenimiento (principio: selección y formación.....	137
Tabla 4.31. Personal de mantenimiento (principio: motivación e incentivos)	138
Tabla 4.32. Apoyo logístico (principio: apoyo administrativo).....	141
Tabla 4.33. Apoyo logístico (principio: apoyo gerencial)	142
Tabla 4.34. Apoyo logístico (principio: apoyo gerencial)	143
Tabla 4.35. Recursos (principio: equipos)	145
Tabla 4.36. Recursos (principio: herramientas)	146
Tabla 4.37. Recursos (principio: instrumentos)	147
Tabla 4.38. Recursos (principio: materiales)	148
Tabla 4.39. Recursos (principio: repuestos)	150
Tabla 4.40. Brecha existente en el sistema de gestión de mantenimiento actual.....	152
Tabla 4.41. Análisis de Pareto (áreas de mantenimiento).....	152
Tabla 4.42. Factores claves del éxito del SGM	163
Tabla 4.43. Objetivos según perspectivas CMI	164
Tabla 4.44. Objetivos e indicadores según perspectivas CMI	165
Tabla 4.45. Indicadores de desempeño perspectiva aprendizaje y crecimiento	167
Tabla 4.46. Indicadores de desempeño perspectiva de procesos internos	168
Tabla 4.47. Indicadores de desempeño perspectiva de clientes	173
Tabla 4.48. Indicadores de desempeño perspectiva de clientes	174
Tabla 4.49. Estrategias propuestas y sus propósitos	176
Tabla 4.50. Productos entregables y actividades Información SAP-PM	181
Tabla 4.51. Niveles 1, 2 y 3 de ubicaciones técnicas.....	185
Tabla 4.52. Nivel 4, Plantas / Unidad	186
Tabla 4.53. Código de equipos	186
Tabla 4.54. Productos entregables y actividades estudio de necesidades reales de equipos	189
Tabla 4.55. Matriz de Análisis de Criticidad	191
Tabla 4.56. Datos para codificar los planes de mantenimiento	198
Tabla 4.57. Duraciones estimadas de desarrollo de las estrategias.....	205
Tabla 4.58. Personal requerido por estrategias	205
Tabla 4.59. Factores de estimación de tarifa horaria	206
Tabla 4.60. Tarifa Horaria de Profesionales	207
Tabla 4.61. Costos estimados para estrategias	208
Tabla 4.62. Resumen de programa de trabajo.....	209
Tabla 6.1. Descripción de puestos Superintendente de Mantenimiento	222
Tabla 6.2. Tópicos de Capacitación Personal COSJ – Compresión	224

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Ubicación geográfica de PDVSA Producción Gas Anaco	29
Figura 1.2. Ubicación del Distrito Gas Anaco y sus áreas geográficas AMA Y AMO.....	30
Figura 1.3. Ubicación Geográfica del Centro Operativo San Joaquín	32
Figura 1.4. Organigrama de PDVSA PRODUCCIÓN GAS ANACO	33
Figura 1.5. Organigrama de Gerencia del Centro Operativo San Joaquín.....	35
Figura 1.6. Organigrama de Superintendencia de Mantenimiento Operacional.....	35
Figura 3.1. Gráfico de Pareto	72
Figura 3.2. Gráficos a utilizar para presentación de datos	75
Figura 3.3. Ficha de resumen de la evaluación con la norma COVENIN 2500-93....	76
Figura 3.4. Formato de presentación del análisis de Pareto	77
Figura 3.5. Formato de presentación del análisis de Causa efecto	78
Figura 4.1. Ficha de resultados de la norma COVENIN 2500-93.....	84
Figura 4.2. Calificaciones ponderadas del área “organización de la empresa”	90
Figura 4.3. Calificaciones ponderadas del área “organización de mantenimiento”....	95
Figura 4.4. Calificaciones ponderadas del área “planificación de mantenimiento” .	102
Figura 4.5. Calificaciones ponderadas del área “mantenimiento rutinario”	107
Figura 4.6. Calificaciones ponderadas del área “mantenimiento programado”.....	113
Figura 4.7. Calificaciones ponderadas del área “mantenimiento circunstancial”	118
Figura 4.8. Calificaciones ponderadas del área “mantenimiento correctivo”	123
Figura 4.9. Calificaciones ponderadas del área “mantenimiento preventivo”	129
Figura 4.10. Calificaciones ponderadas del área “mantenimiento por avería”	135
Figura 4.11. Calificaciones ponderadas del área “personal de mantenimiento”	139
Figura 4.12. Calificaciones ponderadas del área “apoyo logístico”	144
Figura 4.13. Calificaciones ponderadas del área “recursos de mantenimiento”	151
Figura 4.14. Análisis de Pareto (Áreas de mantenimiento)	154
Figura 4.15. Análisis causa y efecto del sistema de Gestión de Mantenimiento	157
Figura 4.16. Formato de Fichas Técnicas de Equipos	182
Figura 4.17. Pirámide de Niveles taxonómicos	184
Figura 4.18. Esquemática de la codificación de ubicación técnica de activos.....	185
Figura 4.19. Matriz de Criticidad.....	192
Figura 4.20. Hoja de Información del AMEF.	193
Figura 4.20. Esquema de codificación de planes de mantenimiento	198
Figura 4.21. Formatos de control de materiales y repuestos.....	203
Figura 4.22. Programa de trabajo para ejecución de las estrategias	210
Figura 6.1. Formato de reporte de fallas de equipos	217
Figura 6.2. Formato de reporte de trabajo de mantenimiento	219

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento industrial ha evolucionado con el paso del tiempo, asimismo a través del crecimiento sorprendente que experimentaron los sistemas de producción, muchas empresas se dieron cuenta que llevar a cabo actividades de reparaciones a los equipos cuando fallaban generaban grandes pérdidas económicas ya que se incurrían en elevados costos por la adquisición de los repuestos, sueldos de mano de obra y aumento de los tiempos de paradas que se reflejaban en pérdidas monetarias e insatisfacción de los clientes, por esto se presentó la necesidad de implementar el mantenimiento antes de que se presentaran las fallas y poder prever cuáles podrían ser las posibles averías que pueden presentarse en los equipos e instalaciones y así poder prevenirlas.

A medida que evolucionaba el mantenimiento se percibía que no era posible desarrollar únicamente el mantenimiento correctivo, sino que era necesario que se implementara distintos tipos de mantenimiento con el propósito de prevenir, reparar, reconstruir y sustituir partes de los equipos e instalaciones, considerándolos en conjunto como un sistema general de mantenimiento que funciona con el fin de mantener los sistemas productivo en condiciones operativas.

Esto ha generado la importancia de llevar a cabo frecuentemente el estudio del funcionamiento de los sistemas de gestión, para verificar el cumplimiento de su función y aplicación dentro de las empresas con el propósito de garantizar una buena labor del mantenimiento, que busque garantizar la confiabilidad y disponibilidad de los sistemas de producción.

PDVSA Gas, se encuentra ubicada en la ciudad de Anaco del estado Anzoátegui, está dedicada a la exploración, extracción, producción, manejo y

transmisión de hidrocarburos, orientada hacia el negocio del gas, cumpliendo con estándares de calidad con el propósito de lograr la satisfacción del cliente, mediante un sistema de gestión integrado que garantiza la mejora continua de los procesos, con la visión de transformar a Venezuela en una potencia gasífera y garantizar el desarrollo del país. Para lograr lo propuesto, PDVSA Gas debe garantizar la mayor disponibilidad posible de los equipos e instalaciones a través de un sistema de gestión de mantenimiento eficiente desde todo punto de vista.

Para evidenciar el correcto funcionamiento de este sistema, fue de gran importancia realizar evaluaciones y análisis que permita a través de los resultados obtenidos, detectar cuáles son las deficiencias del sistema de gestión y aquellas áreas que no funcionan de manera efectiva, y con base en esto desarrollar un proceso de mejora con el fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos del sistema.

Para efectuar dicha evaluación fue necesaria la aplicación de técnicas e instrumentos que facilitaron realizar el diagnóstico del funcionamiento del sistema de gestión y la detección de las causas que generaban las deficiencias que se presentan en el mismo.

En función de lo narrado, para el desarrollo del presente trabajo se utilizó la investigación de diseño de campo, aplicando técnicas como entrevistas y observación, recolectando la información en forma directa con el fin de describir e interpretar el evento en estudio. El cual posee una estructura que consta de los siguientes capítulos:

Capítulo I, el problema; donde se presenta una descripción de la empresa PDVSA Gas, lo correspondiente a la gerencia de mantenimiento dentro del Centro Operativo San Joaquín, el planteamiento del problema objeto de estudio acompañado con los objetivos a desarrollar y su debida justificación.

Capítulo II, marco teórico; en este se expresa toda la información relacionada con el tema en estudio, los antecedentes, bases teóricas relacionados con el tema que fundamenta la información y la definición de términos básicos referente al problema.

Capítulo III, marco metodológico; suministra toda la información correspondiente al tipo y diseño de la investigación, técnicas de recolección de datos, población y muestra, además de las técnicas de análisis y procesamiento de datos y el procedimiento que se llevó a cabo para el procesamiento de los datos obtenidos que permitieron el desarrollo del trabajo y la obtención de los resultados para proponer las mejoras correspondientes.

Capítulo IV, análisis de los resultados; en este se aprecia el desarrollo de los objetivos propuestos para desarrollar la investigación, se presentan la información obtenida del diagnóstico de la situación actual del sistema de gestión de mantenimiento, el análisis de las causas que generan las fallas del sistema, la definición de objetivos e indicadores de control para la medición del desempeño del sistema de gestión de mantenimiento, las estrategias generadas para la mejora del sistema de gestión de mantenimiento.

Capítulo V, Conclusiones y recomendaciones, donde se presentan las conclusiones y recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos surgidos por el desarrollo de la investigación.

Capítulo VI, la propuesta, donde se presentan la estructura de la propuesta, las recomendaciones específicas para llevar a cabo las estrategias, así como los costos estimados para las mismas.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

En el mundo se han observado durante los últimos años grandes avances tecnológicos, permitiendo la utilización de equipos automatizados en las industrias, puesto que facilitan las operaciones, haciéndolas más eficientes. Estos aspectos favorables que promueve la automatización de las operaciones poseen sus desventajas, ya que la instalación y manutención de dichos equipos tiene elevados costos. Por esta razón, es necesario garantizar el máximo rendimiento de los equipos, máquinas e instalaciones de producción, tratando en lo posible de extender su vida útil tanto como sea posible, permitiendo a la empresa cumplir con sus objetivos sin descuidar la calidad de sus procedimientos y operaciones.

En este sentido, las empresas se han visto en la necesidad de crear y mantener un sistema de gestión de mantenimiento documentado, el cual está compuesto generalmente por descripción y clasificación de los equipos, planes, programas de mantenimiento, además de los registros históricos de cada uno equipos en lo que respecta a las reparaciones, tiempos de operación, de paradas, actividades ejecutadas, costos de mantenimiento, para así ejercer un mejor control de la gestión de mantenimiento de las instalaciones y activos en general.

Cuando se considera el mantenimiento como sistema, se percibe como partes que se encuentran relacionados entre sí para alcanzar un fin común. Cada una de ellas, se encarga de lograr sus objetivos a través de la ejecución de un conjunto de actividades propias que ayudan a alcanzar una meta.

Estas actividades son consideradas como fuente principal para garantizar la confiabilidad y disponibilidad de las instalaciones.

En muchos casos, las organizaciones no cuentan con un sistema de mantenimiento estructurado, con visión, misión, objetivos y estrategias bien definidos que permitan desarrollar un plan operativo que les facilite mantener las instalaciones y equipos en un buen estado. En otros casos, se cuenta con éste pero no cumple con su propósito, por lo tanto afecta el desempeño de la organización, lo que se traduce en pérdidas económicas debido al deterioro de los equipos e instalaciones, bajos niveles de producción por paradas no programadas, entre otros.

En este sentido, muchas de las empresas venezolanas, no cumplen con estándares de mantenimiento, es decir, no aplican metodologías para gestionar las instalaciones en cuanto a su manutención, por lo que se ejecutan actividades sin seguir un plan, ni una programación específica y en la mayoría de los casos se ejecuta cuando el equipo ha fallado, todo esto impacta negativamente en la efectividad de las instalaciones de producción, propiciando un estado deficiente de cumplimiento de los objetivos empresariales.

Dentro de estas empresas venezolanas se encuentra PDVSA Gas, la cual se concibe como la filial de Petróleos de Venezuela, S.A., teniendo como objeto principal la exploración y explotación de gas, así como a la extracción y fraccionamiento de Líquidos del Gas Natural (LGN), incluyendo el transporte, distribución y comercialización de metano. Es una empresa comercial, cuyo accionista principal es el estado venezolano, que explora, produce, transporta, procesa, distribuye y comercializa gas natural y sus derivados.

Esta empresa opera en diferentes áreas del país, entre una de ellas se encuentra el Área Mayor de Anaco (AMA) ubicada en el municipio Anaco del estado

Anzoátegui. El campo operacional San Joaquín se encuentra ubicado en AMA Oeste, aproximadamente a 12 kilómetros al suroeste de la ciudad de Anaco dentro de una extensión aproximada de 68 kilómetros cuadrados. Posee dentro de él, diferentes instalaciones como estaciones de flujo conocidas como SJED-1, SJED-3, SJED-4 y GED-1 y ERED-2.

Asimismo, El Centro Operativo San Joaquín, se ubica aproximadamente a 1,2 kilómetros de la Planta Compresora San Joaquín Booster. La infraestructura comprende tres sistemas principales de proceso: Sistema de Recolección, Estación de Flujo Centralizada y las instalaciones de compresión de Gas, esta última compuesta por equipos cinco (5) turbocompresores de baja y cuatro (4) de alta, los cuales descargan fluidos a 450 psig y 1200 psig, respectivamente, así como recipientes, válvulas de control, entre otros. Para la gestión y operación de estas instalaciones, la empresa posee una gerencia compuesta por un conjunto de superintendencias, siendo estas: la superintendencia de planificación y control, de operaciones de compresiones y operaciones, de laboratorios y de mantenimiento operacional, siendo esta última el objeto de estudio de la presente investigación.

La superintendencia de mantenimiento operacional se encarga del mantenimiento, preservación de los sistemas de separación, alivio y venteo, tratamiento, almacenamiento, despacho de fluidos, sistema contra incendio, aguas servidas, así como la custodia del Taller de Soldadura y del Taller de Mantenimiento.

Esta se encarga de realizar las labores de mantenimiento de los equipos estáticos y dinámicos del Centro Operativo San Joaquín, así como elaborar, documentar, controlar la ejecución de los planes de mantenimiento y de inspección de los equipos de los sistemas mencionados anteriormente. De la misma forma, se encarga de gestionar aquello inherente a los procesos de mantenimiento como la

gestión de indicadores, manejo de almacenes de repuestos, proyectos de restauración y mantenimiento de sistemas a través de contratación de servicios externos.

Dentro del Sistema de Gestión de Mantenimiento del área de compresión del centro operativo, se observan deficiencias resaltando dentro entre ellas, la ausencia de un inventario actualizado y una codificación secuencial de los equipos, lo que dificulta su registro dentro del sistema de información de la empresa conocido como Sistemas, Aplicaciones y Productos en el módulo Mantenimiento de planta (SAP PM) utilizado como sistema computarizado para la gestión del mantenimiento, influyendo directamente en que no se lleve un control sobre los equipos propiamente dicho, desde la falta de registro de las fallas, recursos utilizados y costos incurridos en la ejecución de las actividades.

De igual forma no poseen actualizados planes de mantenimiento preventivo asociados a los equipos dinámicos y estáticos, por lo cual no se lleva a cabo la programación y ejecución de las actividades necesarias para que los equipos operen sin paradas no programadas, facilitando el control de la ejecución de las acciones de mantenimiento y ayudando en la consecución de los objetivos del sistema de producción. Esto genera un aumento de fallas de los equipos y en la disminución de la efectividad de las instalaciones, haciendo que se incurran en elevados costos por las continuas reparaciones de las fallas de los equipos.

Teniendo en consideración lo antes descrito, es conveniente mencionar que dentro del área de compresión se encuentran instalados un total de cinco (5) turbocompresores de baja (450 psig), cuatro (4) turbocompresores de alta (1200 Psig), un total de setenta y dos (72) ventiladores, además de equipos estáticos como depuradores de salida, entrada e inter-etapa en las turbinas de baja presión, un total de veintitrés (23) y tuberías de diferentes diámetros. La mayoría de estos equipos no poseen estudios actualizados de las condiciones de operación, puesto que no se

realizan los mismos a través de la aplicación de técnicas de análisis y métodos estadísticos como Inspección Basada en Riesgo (IBR), análisis de confiabilidad, mantenibilidad, confiabilidad, entre otros. La ausencia de estos estudios no permite establecer frecuencias de inspección acorde a las necesidades de mantenimiento de los equipos traduciéndose en fallas inesperadas, afectando el cumplimiento de las metas y los objetivos de producción.

Aunado a estos inconvenientes, se presentan otras desviaciones como personal insuficiente, es decir, no es óptima la cantidad de personal existente, ausencia de planes de formación y capacitación de los trabajadores, todo esto influye negativamente en el desempeño de las labores que se ejecutan en el área ya que los trabajadores pueden no sentirse entusiasmados debido a la ausencia de incentivos para lograr por un mejor desempeño.

Es importante mencionar que la capacidad de manejo de gas de un tren de compresión es aproximadamente de 84 miles de millones de pie cubico en condiciones estándar (25 °C y 1 Atm) por día (MMPCED) y 146 MMPCED, respectivamente, cada uno de ellos cuenta con un total de 5 y 4 trenes respectivamente. La paralización de alguno de estos trenes de compresión de gas dificulta el cumplimiento de los objetivos y metas establecidos para el centro operativo San Joaquín.

La presente investigación tuvo como propósito diseñar estrategias de mejoras para el sistema de gestión de mantenimiento de los equipos estáticos y dinámicos del área de compresión del Centro Operativo San Joaquin de Pdvsa Producción Gas Anaco, a fin de proponer soluciones que ayuden a mejorar el desempeño de la gestión y lograr el cumplimiento de metas y objetivos a través del buen funcionamiento de las instalaciones.

Con base en lo expuesto anteriormente, se plantearon las siguientes interrogantes: ¿En qué situación se encuentra el sistema de gestión de mantenimiento de los equipos estáticos y dinámicos del centro operativo san Joaquín? ¿Qué causas afectan las áreas con mayor incidencia en las deficiencias del sistema de gestión de mantenimiento? ¿Cuáles son las estrategias más adecuadas para mejorar la situación actual del sistema de gestión de mantenimiento de los equipos estáticos y dinámicos del centro operativo san Joaquín?

1.2. Objetivos de la Investigación

1.2.1. Objetivo General

Diseñar estrategias de mejoras para el sistema de gestión de mantenimiento de los equipos estáticos y dinámicos del área de compresión del Centro Operativo San Joaquín de PDVSA Producción Gas Anaco

1.2.2. Objetivos Especificos

- ✓ Diagnosticar la situación actual del sistema de gestión de mantenimiento de los equipos estáticos y dinámicos del área de compresión del Centro Operativo San Joaquín aplicando la NORMA COVENIN 2500-93.
- ✓ Identificar las causas que afectan a las áreas de mantenimiento con mayor incidencia en las deficiencias del sistema de gestión de mantenimiento
- ✓ Generar estrategias adecuadas para la mejora del sistema de gestión de mantenimiento de los equipos estáticos y dinámicos del centro operativo San Joaquín
- ✓ Definir objetivos e indicadores de control para la medición del desempeño del sistema de gestión de mantenimiento de los equipos estáticos y dinámicos del centro operativo San Joaquín

- ✓ Estimar los costos asociados al desarrollo de las estrategias planteadas para la mejora del sistema de gestión de mantenimiento de los equipos estáticos y dinámicos del centro operativo San Joaquín

1.3. Justificación de la Investigación

El mantenimiento, tiene una función en el logro de las metas y objetivos de la empresa. Contribuye a reducir los costos, minimizar el tiempo de paradas de los equipos, mejorar la calidad, incrementar la productividad y contar con equipos confiables. El mal desempeño del sistema de gestión del mantenimiento afecta directamente las empresas, puesto que afecta la disponibilidad y confiabilidad de las instalaciones, afectando directamente el logro de los objetivos, por ello, fue necesario llevar a cabo una evaluación y mejora del sistema de gestión de mantenimiento, con el propósito de verificar cual era el desempeño de la gestión del mantenimiento dentro de las empresas y así detectar sus deficiencias y puntos débiles con el fin de plantear acciones y estrategias para eliminar las deficiencias y garantizar el cumplimiento de sus objetivos.

1.4. Delimitación y Alcance de la Investigación

La investigación fue aplicada al sistema de gestión de mantenimiento de la superintendencia de mantenimiento operacional en el Centro Operativo San Joaquín de PDVSA Gas, ubicada en la ciudad de Anaco del estado Anzoátegui, la cual tuvo como basamento los lineamientos de la norma COVENIN 2500-93, aplicada a los equipos rotativos y estáticos del área de compresión del COSJ.

1.5. Identificación de la Empresa

1.5.1. Nombre de la Empresa

PDVSA Gas, Producción Gas Anaco, filial de Petróleos de Venezuela Sociedad Anónima. Es una filial de Petróleos de Venezuela y una división de PDVSA – Petróleo y Gas S.A. que se encarga de las actividades de extracción, procesamiento, transmisión, distribución y comercialización de gas metano y como consecuencia del procesamiento del gas natural (LNG), es una empresa comercial, cuyo accionista es el Estado Venezolano.

1.5.2. Ubicación Geográfica

PDVSA Gas, Producción Gas Anaco, se encuentra ubicada en la parte central del Estado Anzoátegui, abarcando parte de los estados Guárico y Monagas, con un área aproximada de 13.400 Km². La figura 1.1 indica la ubicación geográfica de la ciudad de Anaco en un mapa representativo de los estados Anzoátegui, Monagas, Nueva Esparta, Delta Amacuro y Sucre.

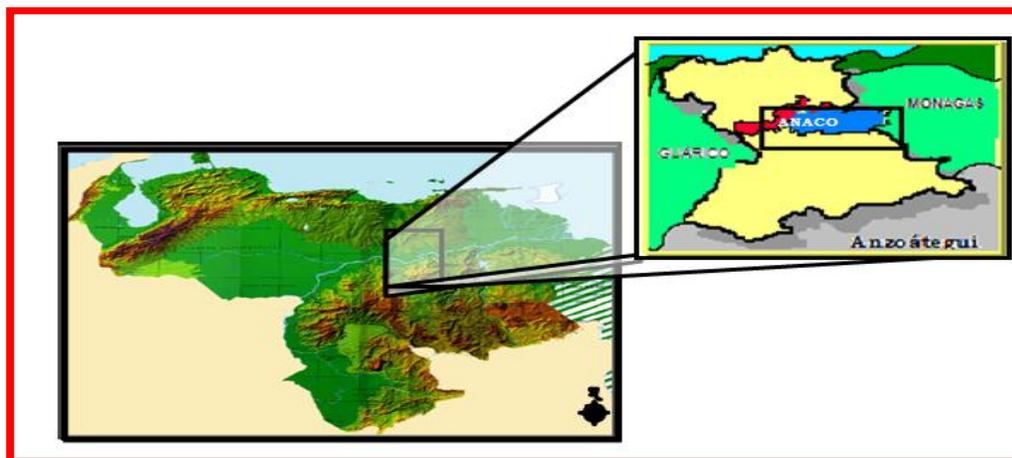


Figura 1.1. Ubicación geográfica de PDVSA Producción Gas Anaco
Fuente. PDVSA Producción Gas Anaco, 2017, Anaco.

Por su parte, PDVSA Producción Gas Anaco está integrada por dos (2), áreas operacionales: Área Mayor Anaco (AMA), localizada en la Cuenca Oriental de Venezuela, y Área Mayor Oficina (AMO), ubicada en la parte sur de la zona central del Estado Anzoátegui. Además esta empresa posee una estructura organizativa de 34 gerencias funcionales.

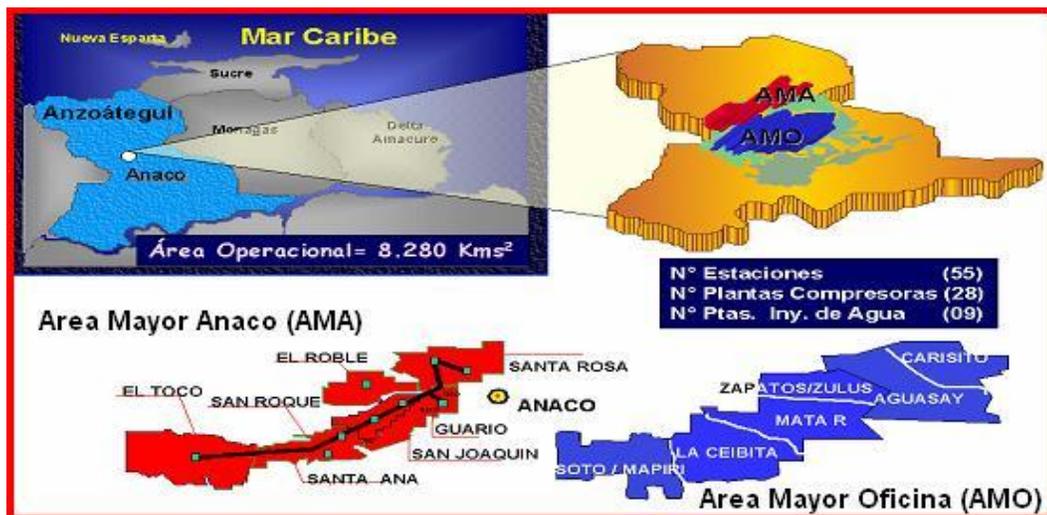


Figura 1.2. Ubicación del Distrito Gas Anaco y sus áreas geográficas AMA Y AMO
Fuente. Extraído del servidor //Acocom02//PGA, 2017.

1.5.3. Misión de la Empresa

Explorar, explotar, procesar, transportar, distribuir y comercializar en forma adecuada y confiable Gas Natural, líquidos del Gas Natural y Gas Metano, soportado por un capital humano competente, dentro de un ambiente organizacional favorable con seguridad e higiene, con tecnología actualizada que impulse la máxima rentabilidad del negocio y sustente el desarrollo endógeno del país, en armonía con nuestro entorno y medio.

1.5.4. Visión de la Empresa

Ser la organización que valore el negocio del Gas Natural, aplicando las mejores prácticas mundiales, en armonía con el ambiente, y contribuyendo con el desarrollo socioeconómico del país y con la visión solidaria de nuestro entorno internacional.

1.5.5. Gerencia Centro Operativo San Joaquín

El campo San Joaquín se encuentra ubicado aproximadamente a 12 kilómetros al sur oeste de la ciudad de Anaco (Municipio Anaco, Estado Anzoátegui), dentro de una extensión aproximada de 68 kilómetros cuadrados.

Las estaciones de flujo SJER-1, SJER-3, SJER-4 y GER-1 y ERER-2 se ubican en el Campo San Joaquín, Campo El Roble al norte de San Joaquín y en el Campo Guarío al noreste del mismo.

El Centro Operativo San Joaquín, se ubica aproximadamente a 1,2 kilómetros de la Planta Compresora San Joaquín Booster.

1.5.5.1. Misión de la Gerencia del Centro Operativo San Joaquín

Somos la organización responsable del manejo de la producción de hidrocarburos líquidos y gaseosos, proveniente de las áreas operacionales San Joaquín- Guarío- El Roble. Trabajamos con eficiencia, seguridad y calidad, utilizando tecnología de vanguardia, para satisfacer las necesidades de nuestros clientes; soportado en un talento humano con competencia técnica y conciencia revolucionaria, compromiso social y ambiental, todo enmarcado en el plan de desarrollo socialista de la nación.

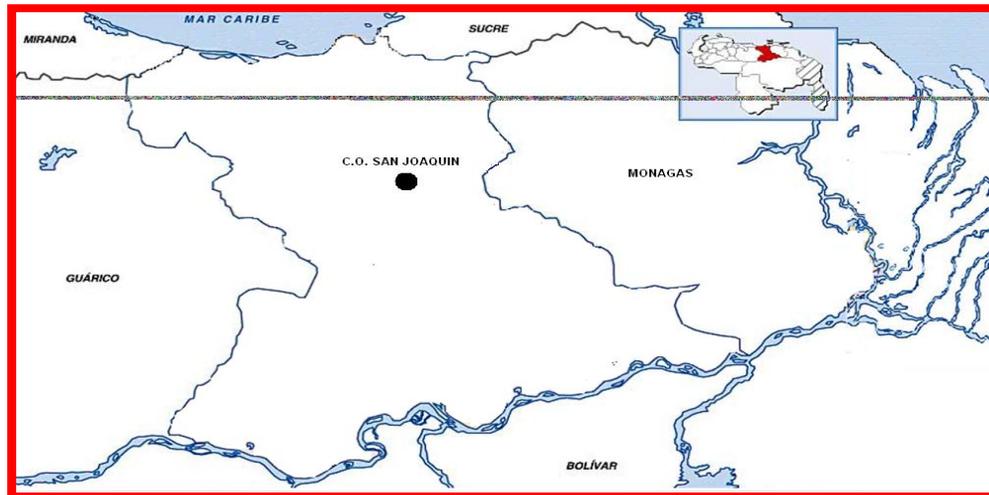


Figura 1.3. Ubicación Geográfica del Centro Operativo San Joaquín
Fuente: PDVSA GAS (2017)

1.5.5.2. Visión de la Gerencia del Centro Operativo San Joaquín

Lograr para el año 2017, la puesta en servicio del 100% de los subsistemas que involucran los procesos de la planta; y así contribuir a que PDVSA Gas, convierta a Venezuela en una potencia energética, fortaleciendo la integración regional y propiciando la conformación de un mundo multipolar.

1.5.5.3. Organización de PDVSA PRODUCCIÓN GAS ANACO

A continuación en la figura 1.4, se muestra el organigrama de PDVSA Producción Gas Anaco.

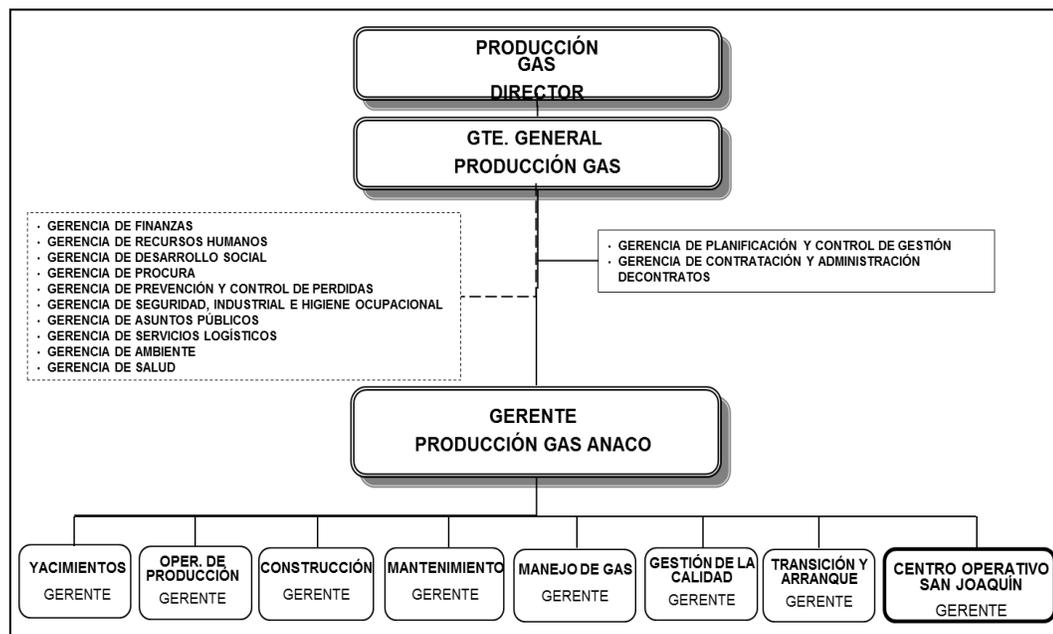


Figura 1.4. Organigrama de PDVSA PRODUCCIÓN GAS ANACO

Fuente: PDVSA GAS (2017)

La gerencia del Gerencia del Centro Operativo San Joaquín, posee las siguientes organizaciones estructurales compuestas por 5 superintendencias, las cuales son Planificación y Control de Gestión, Operaciones de Compresión, Operaciones, Taller y Laboratorios (figura 1.5).

Las superintendencias tienen las siguientes funciones:

- ✓ *Superintendencia de planificación y control de gestión:* responsable de coordinar, planificar y controlar la ejecución de las actividades inherentes a los planes de trabajo y la gestión de recursos requeridos por las unidades del Centro Operativo San Joaquín, así como del mantenimiento del sistema de gestión de la calidad.
- ✓ *Superintendencia de Operaciones y Compresión:* su objetivo es procesar los fluidos provenientes de las estaciones de recolección mediante la separación gas/líquidos en el centro operativo. El gas es enviado al proceso de compresión y el líquido es separado en petróleo y agua. El petróleo se estabiliza hasta

cumplir con las especificaciones del cliente para su envío; mientras que el agua es acondicionada para ser bombeada a los pozos de disposición. Adicionalmente será responsable de la operación de los Servicios Industriales, tales como: Sistema contra incendio, Sistema de agua, Sistema de Tratamiento de efluentes y Sistema Eléctrico (Baja tensión).

- ✓ *Superintendencia de Mantenimiento Operacional*, será el responsable por el mantenimiento y preservación de los sistemas de separación, alivio y venteo, tratamiento, almacenamiento y despacho de fluidos, sistema contra incendio y aguas servidas, así como la custodia del Taller de Soldadura y la responsabilidad compartida del Taller de Mantenimiento.
- ✓ *Superintendencia Laboratorios*, su objetivo es brindar servicios especializados de análisis gas, crudo, agua y aceites a cualquier ente de PDVSA Gas que lo solicite, aplicando métodos normalizados y validados, buenas prácticas profesionales y tecnología de punta, permitiendo promover el desarrollo de la empresa. Adicionalmente, el Laboratorio de Fluidos y Prevención al Daño de Formación, brinda apoyo y fortalecimiento a las actividades técnicas y operacionales del área que den valor en el incremento de la producción, así como, el apalancamiento de temas de investigación y desarrollos propios del negocio que permitan mejorar los procesos operacionales y tecnológicos.

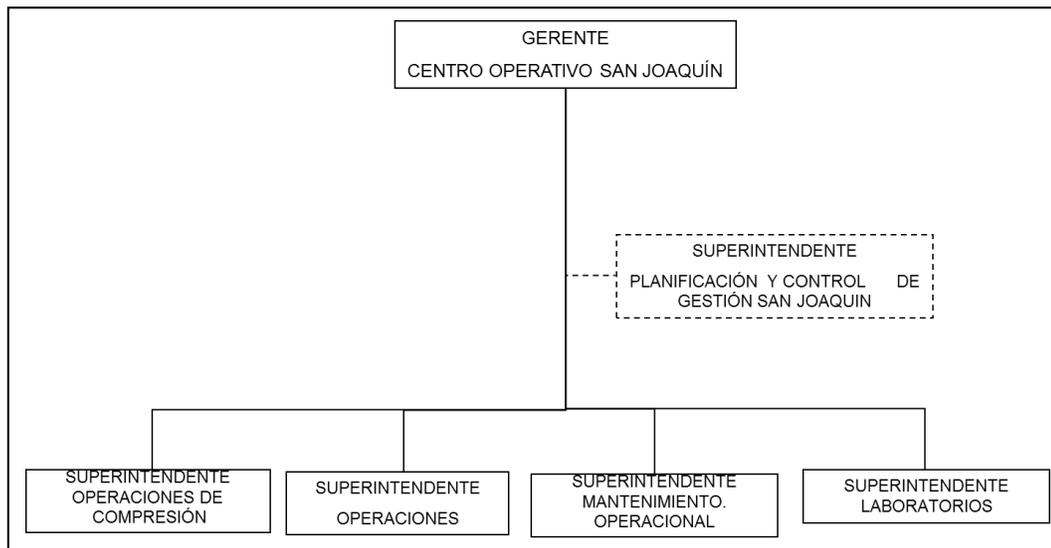


Figura 1.5. Organigrama de Gerencia del Centro Operativo San Joaquín
Fuente: PDVSA GAS (2017)

En la figura 1.6., se presenta el organigrama de la superintendencia de mantenimiento operacional adscrita a la gerencia del centro operativo San Joaquín.

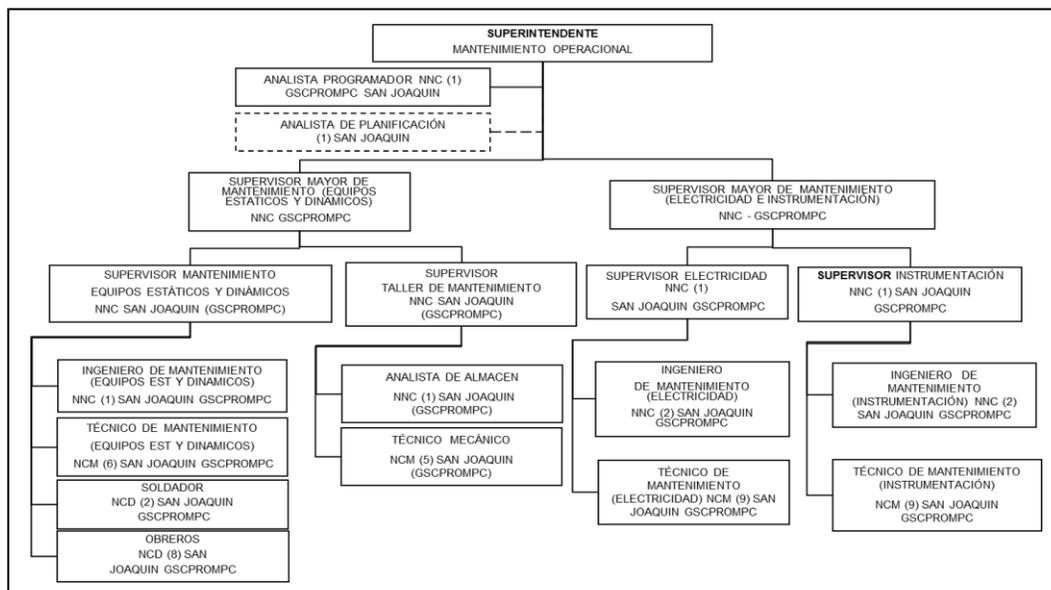


Figura 1.6. Organigrama de Superintendencia de Mantenimiento Operacional
Fuente: PDVSA GAS (2017)

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

Arias, F. (2006), expresa que “reflejan los avances y el estado actual del conocimiento en un area determinada y sirven de modelo o ejemplo para futuras investigaciones” (p. 106). A continuación los antecedentes citados:

Gomez (2015). Propuesta de mejoras a la gestión de mantenimiento de la flota de vehículos livianos adscrita a la superintendencia de transporte de la Empresa Mixta Petroritupano, S.A. Esta investigación tuvo como objetivo principal proponer estrategias para mejorar la gestión de mantenimiento de la superintendencia de transporte, de la empresa PETRORITUPANO, S.A. La investigación fue de tipo descriptiva con diseño de campo. Para lograr el objetivo planteado, el autor inicio con la descripción del sistema de gestión de mantenimiento donde se detectaron las desviaciones que presentaba. Posteriormente, en función de estas desviaciones se jerarquizaron las áreas más deficientes a través del análisis de Pareto, lo que facilito su análisis e identificación de causas que generaban las deficiencias mediante la metodología análisis causa efecto. Además, se analizó el entorno interno del sistema de mantenimiento donde se identificaron las fortalezas y debilidades, y de esta forma se plantearon estrategias adecuadas para mejorar la situación actual de la gestión de mantenimiento, en función de las observaciones y situaciones detectadas, resultando un total de 6 estrategias propuestas. Seguidamente, se realizó un plan de acción por cada uno de las estrategias propuestas así como la estimación de costos de cada una de ellas permitiendo obtener un costo global de la implementación de la propuesta realizada.

En esta investigación se concluyó que la superintendencia de transporte poseía un sistema de mantenimiento regular de acuerdo al criterio de Zony Zambrano, y detectaron que las causas principales de fallas del sistema fueron la ausencia de planificación, programación, control y evaluación de mantenimiento, asimismo se recomendó la mejorar del sistema de gestión de inventario, el uso de indicadores de gestión y la elaboración de planes estratégicos de mantenimiento.

De esta investigación se tomó como referencia la aplicación de la norma COVENIN 2500-93 “Manual para evaluar los sistemas de mantenimiento en la industria”, pudiendo reafirmar el conocimiento en cuanto a la aplicación de esta norma y así comprender la aplicación de los principios y los efectos de los demeritos. Tomando como referencia la preparación de planes de acción de implementación de estrategias. Este aporte de vincula directamente con los objetivos de diagnóstico de situación actual y la generación de estrategias y planes de acción de implementación de estrategias.

Agostini (2013). Evaluación del sistema de mantenimiento de la superintendencia de Mantenimiento Operacional de PDVSA Producción Gas, Área Mayor Anaco Este (AMA este), basado en la norma COVENIN 2500-93. Esta investigación tuvo como objetivo principal la evaluación del sistema de mantenimiento de la superintendencia de mantenimiento operacional de PDVSA Gas, Área Mayor Anaco Este, basado en la norma COVENIN 2500-93. La investigación fue de tipo descriptiva con diseño de campo. Para lograr el objetivo planteado el autor, describió el sistema de mantenimiento donde se detectaron las desviaciones que presentaba, identificó las variables que afectaban la gestión de mantenimiento, las que fueron sujetas a un estudio mediante la metodología análisis estructural donde se visualizó las variables que afectan el desempeño del sistema de mantenimiento. Seguidamente, identificó causas generadoras de las deficiencias mediante la metodología análisis causa efecto, las cuales fueron jerarquizadas por la regla de

Pareto. Además, analizó el entorno interno y externo del sistema donde se identificaron las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, estos fueron considerados en la aplicación de la matriz FODA permitiendo plantear estrategias para los procesos de gestión de mantenimiento.

Por último elaboró un plan estratégico para mitigar las deficiencias encontradas en la evaluación donde propuso la codificación de los equipos, la elaboración de planes de mantenimiento, la gestión de avisos y ordenes de mantenimiento para ejercer control de gestión de mantenimiento. En esta investigación se emitió como conclusiones principales la elaboración y codificación de planes de mantenimiento a los equipos así como el uso de indicadores de control de gestión técnico y económico. Y se recomendó mejorar el sistema de control de inventario y la implementación del sistema SAP PM.

De esta investigación se tomó como referencia la aplicación de la norma COVENIN 2500-93 “Manual para evaluar los sistemas de mantenimiento en la industria”, pudiendo reafirmar el conocimiento en cuanto a la aplicación de esta norma y así comprender la aplicación de los principios y los efectos de los demeritos. Tomando como referencia la aplicación del diagrama causa efecto y la gráfica de Pareto, así como la generación de estrategias asociadas a la mejora del sistema de gestión de mantenimiento. Este aporte se relaciona con los objetivos de diagnóstico de la situación actual del sistema de gestión de mantenimiento, la jerarquización de las áreas de mantenimiento y el análisis de causas de fallas y deficiencias del sistema de gestión.

Hernandez (2012), realizó una propuesta de mejoras a la gestión de mantenimiento de la flota vehicular d transporte adscrito a la gerencia de transporte de PDVSA distrito San Tomé. La investigación fue de tipo descriptiva con diseño de campo. Tuvó por objetivo principal proponer mejoras a la gestión de mantenimiento

de la flota vehicula de transporte, distrito San Tomé, para ello el investigador realizó un diagnostico de la gestion actual mediante la norma COVENIN 2500-93, a traves de la cual pudo conocer cuales eran las areas con mas deficiencias de la organización de mantenimiento, las cuales fueron matenimiento preventivo, personl de mantenimiento y recursos. Posteriormente determinó lo parámetros de mantenimiento a través de weibull y gumbell. Aplicó la herramienta Análisis Causa Raíz, mediante el cual se determinó que las deficiencias en la gestión, en funcion de estas, se elaboraron propuestas con el objetivos de minimiar su efecto en el sistema de gestion. Se emitieron como conclusiones la desincorporación de los vehiculos que poseian un vida avanzada que presentaban un patron de fallas elevados. Se reomendo la adquision de vihiculos nuevos puesto que sustenta la inversion ya que en comparación con el costo de mantenimiento esperado por un periodo de tiempo iguala la inversión requerida.

Esta investigación contribuyó a la ampliacion de los conocimientos referentes a la aplicación de la norma COVENIN 2500-93. La elaboración de propuestas de mejoras, lo que sirvió como modelo para la escogencia y presentación de las estrategias que buscan mejorar el sistema de gestión de mantenimiento.

Perez (2011), efectuó el Diseño de un plan estratégico gerencial para mejorar la gestión de mantenimiento de Nitor Metal S.A. usando los lineamientos establecidos en la norma COVENIN 2500-93. La investigación fue de tipo descriptiva con diseño de campo. Tuvo por objeto mejorar el sistema de gestion de mantenimiento que actualmente poseia la empresa Nitor Metal S.A., para ello el investigador determinó la capacidad de gestión del mantenimiento, detectando que las fallas que afectaban el sistema de mantenimiento eran la falta de planificación, programación y control de las actividades de mantenimiento; en función de los cuales se elaboraron propuesta con su respectivo plan de acción con la finalidad de minimizar sus efectos en el sistema de mantenimiento.

En este trabajo se concluyó con la emisión de dos propuestas generales, donde se seleccionó la relacionada a la mejora de la gestión del personal y los procesos de mantenimiento antes que la implementación de un sistema de información para la gestión de mantenimiento ya que el aporte a la mejora gerencial era sustancialmente notable. Asimismo, se recomendó que la adquisición de un sistema computarizado para la gestión de mantenimiento.

De esta investigación se tomó como referencia la emisión de propuestas de mejoras a la gestión de mantenimiento de la empresa, formuladas en torno a las causas principales que generaban las fallas del sistema de gestión de mantenimiento, y la orientación de las propuestas, en este caso, a la mejora del sistema de gestión desde el punto de vista gerencial.

2.2. Bases teóricas

Según Arias, F. (2006), “las bases teóricas implican un desarrollo amplio de los conceptos y proposiciones que conforman el punto de vista o enfoque adoptado, para sustentar o explicar el problema planteado” (p. 107).

2.2.1. Mantenimiento

Duffuaa (2012), en su libro de Sistema de Mantenimiento Planeación y Control, define el mantenimiento como:

La combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantiene en, o se restablece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas. Es un factor importante en la calidad de los productos y puede utilizarse como una estrategia para una competencia exitosa (p. 29).

Por otra parte, la Norma COVENIN 3049-93, lo define, como el conjunto de acciones que permiten conservar o restaurar un sistema productivo a un estado específico, para que pueda cumplir un servicio determinado (p. 1).

En este aspecto, el mantenimiento son actividades (acciones) orientadas a proteger un sistema productivo (instalaciones, equipos, dispositivos) y mantenerlos en condiciones operativas para que cumplan con los objetivos para el que fue creado. Este constituye un apoyo a la productividad y la calidad de los productos ayudando a que los equipos permanezcan activos y dentro de las especificaciones establecidas permitiendo cumplir con la producción propuesta y productos conformes.

2.2.1.1. Objetivos del Mantenimiento

La norma COVENIN 3049-93, establece que:

El objetivo del mantenimiento es mantener un sistema productivo 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 servicios, a un costo global (p. 1).

Teniendo en cuenta dicha definición, se puede comentar que la función específica del mantenimiento es lograr que de una u otra forma las instalaciones, equipos y/o dispositivos cumplan con un objetivo establecido, a través de las acciones de prevención de fallas, averías y en caso de presentarse alguna, recuperar la condición operativa de los equipos en el menor tiempo posible minimizando el impacto de la falla al menor costo posible.

2.2.1.2. Recursos de Mantenimiento

Jiménez y Milano (2006), expresa que “los recursos que deben considerar a la hora de elaborar el presupuesto de mantenimiento se pueden clasificar en humanos, materiales, financieros, y constituyen la parte visible de la organización con la cual interactúan diariamente los ejecutores del mantenimiento y sus clientes” (p. 91).

Representan los recursos necesarios y/o utilizados en la gestión para lograr los objetivos de mantenimiento y la ejecución de los planes y programas de mantenimiento, incluye los recursos materiales, equipos y mano de obra, entre otros, expresados en términos monetarios.

✓ Recursos humanos.

Considerado como la gente o fuerza de la organización de mantenimiento que se encarga de la ejecución de las labores de mantenimiento. Pueden clasificarse según el área técnica en la que se emplea: mecánica, electricidad, de instrumentos. La mayor parte de los trabajos suelen necesitar más de una especialidad, por lo que la clasificación anterior se hace de acuerdo con la especialidad dominante en cada trabajo.

✓ Materiales y repuestos.

Son aquellos insumos que son destinados para la sustitución de partes defectuosas dentro de los sistemas, equipos y aquellos que son utilizados para llevar a cabo las actividades de mantenimiento. La organización de mantenimiento debe asegurar el suministro de todos los repuestos, elementos de reparación, consumibles, suministros especiales y artículos de inventarios necesarios para apoyar los procesos de mantenimiento. Para llevar a cabo el control de los materiales se puede realizar la

catalogación, identificación y almacenamiento, se pueden clasificar según su tasa de uso y otras características asociadas.

✓ Herramientas.

Aquellos insumos utilizados para llevar a cabo la reparación de los equipos y sistemas, es decir artefactos que utiliza el personal con el fin de facilitar la reparación de los equipos.

✓ Recursos financieros.

Se refiere a la adecuada disponibilidad presupuestaria que permita cubrir los compromisos adquiridos para ejecutar los trabajos programados y no programados.

2.2.1.3. Costo de Mantenimiento

La norma COVENIN 3049-93, define “es la sumatoria en términos monetarios de los recursos humanos y materiales, asociados a la gestión de mantenimiento. La ejecución de estos se transforma en gastos” (p. 9).

✓ Tipos de costos involucrados en el mantenimiento

El Mantenimiento involucra diferentes costos: directos, indirectos y generales.

- Costos directos: están relacionados con el rendimiento de la empresa y son menores si la conservación de los equipos es mejor; influyen la cantidad de tiempo que se emplea el equipo y la atención que requiere. Estos costos son fijados por la cantidad de revisiones, inspecciones y en general las actividades y controles que se realizan a los equipos, comprendiendo costos

de mano de obra directa y contratada, costos de materiales y repuestos directos y contratados, costos de la utilización de herramientas y equipos directamente y con contratación, costos de contratos para la realización de intervenciones.

- Costos indirectos: son aquellos que no pueden atribuirse de una manera directa a una operación o trabajo específico. En Mantenimiento, es el costo que no puede relacionarse a un trabajo específico. Por lo general, suelen ser: la supervisión, almacén, instalaciones, servicio de taller, accesorios diversos, administración, servicios públicos, etc.
- Costos generales: son los costos en que incurre la empresa para sostener las áreas de apoyo o de funciones no propiamente productivas y que a su vez dan soporte a las áreas que desempeñan labores que se relacionan directamente con el negocio.

2.2.1.4. Tipos de Mantenimiento

✓ Mantenimiento rutinario

Según Calloni (2007), en su libro mantenimiento eléctrico y mecánico para PYMES, establece que:

Es el más elemental de los mantenimientos. Como su nombre lo indica, es una actividad diaria con el objeto de mantener la limpieza, la lubricación y revelar novedades observadas en los equipos, maquinarias e instalaciones en servicio (p. 18).

Este tipo de mantenimiento perteneciente al tipo de mantenimiento preventivo, busca inspeccionar las condiciones de operaciones, condiciones físicas de los equipos a fin de detectar fallas potenciales o para corregir alguna condición que no sea adecuada para la operación del equipo.

✓ Mantenimiento programado

Calloni (*op.cit*), lo define como “un procedimiento de cuidados para posibles y probables emergencias que pueden acontecer en equipos destinados a producción continuada y exigida, con componentes de los cuales es de esperar larga vida útil” (p. 19).

Este tipo de mantenimiento pertenece a la clasificación de mantenimiento preventivo o no emergente que hace uso de las recomendaciones del fabricante para la elaboración de los programas de mantenimiento, considerando frecuencias de revisión y sustitución de piezas y partes.

✓ Mantenimiento por avería o reparación

La norma COVENIN 3049-93, lo define como:

La atención a un sistema productivo cuando aparece una falla. Su objetivo es mantener en servicio adecuadamente dichos sistemas, minimizando sus tiempos de parada. La atención de las fallas debe ser inmediata y por tanto no da tiempo para ser programada pues implica el aumento en costos y paradas innecesarias de personal y equipos (p. 2).

Este tipo de mantenimiento pertenece a la clasificación general del mantenimiento correctivo emergente, el cual se ejecuta una vez que se presenta la falla o se paraliza el equipo, este no permite realizar su planificación sino que las actividades de reparación deben ser ejecutadas rápidamente a fin de reducir los tiempos de parada del equipo.

✓ Mantenimiento correctivo

Duffuaa (*op.cit*), expresa que:

El mantenimiento de este tipo solo se realiza cuando el equipo es incapaz de seguir operando. No hay elemento de planeación de este tipo de mantenimiento. Este es el caso que se presenta cuando el costo adicional de otros tipos de mantenimiento no se puede justificar (p. 33).

Este tipo de mantenimiento no emergente, es posible realizar su planificación y programación ya que las fallas detectadas no son súbitas y no paralizan el equipo sino que permiten que cumpla con su función. La falla detectada debe ser corregida a la brevedad posible ya que puede generar fallas catastróficas a mediano plazo y generar pérdidas a la empresa. Actividades orientadas a la modificación de los equipos y sistemas de producción.

✓ Mantenimiento circunstancial

La norma COVENIN 3049-93, lo define como:

Una mezcla entre el rutinario, programado, avería y correctivo ya que por su intermedio se ejecutan acciones de rutina pero no tienen un punto fijo en el tiempo para iniciar su ejecución, porque los sistemas atendidos funcionan de manera alterna; se ejecutan acciones que están programadas en un calendario anual pero que tampoco tienen un punto fijo de inicio por razón anterior; se atienden averías cuando el sistema se detiene, existiendo por supuesto otro sistema que cumpla su función; y el estudio de fallas permite la programación de su corrección eliminando dicha avería a mediano plazo (p. 2).

Es considerado la agrupación de los diferentes tipos de mantenimiento aplicado a los equipos que se poseen como relevos o que se encuentran instalados para ser utilizados en caso de parada del equipo principal del proceso, o aquellos que se utilizan en caso de mantenimiento correctivo o modificación de equipos del proceso. Consiste en la ejecución de actividades de mantenimiento rutinario, programado y correctivo.

✓ Mantenimiento preventivo

Duffuaa (*op.cit*), lo 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 equipo (p. 77).

Se deriva de los estudios estadísticos de datos resultantes de la operación del equipo como tiempos de operación, tiempos de paradas y del estudio de parámetros de mantenimiento como confiabilidad y mantenibilidad, para establecer frecuencias de revisión y sustitución de piezas y partes para evitar la aparición de fallas potenciales detectadas a través de estudio y aplicación de técnicas y métodos de análisis de fallas.

2.2.2. Tipos de Indicadores de Mantenimiento

✓ Indicadores de clase mundial

Según Duffuaa (2012),

Para asegurar un buen desempeño de las funciones de los equipos es necesario medir de forma simple sus características esenciales a través de los siguientes parámetros o indicadores:

- Confiabilidad: es la probabilidad de que un objeto o sistema opere bajo condiciones normales durante un periodo de tiempo establecido, el parámetro que identifica la confiabilidad es el Tiempo Medio de Fallas, es decir son lapsos de tiempos entre una falla y otra.
- Mantenibilidad: es la probabilidad de que un objeto o sistema sea reparado durante un periodo de tiempo establecido bajo condiciones procedimentales establecidas para ello, siendo su parámetro básico el Tiempo Promedio Fuera de Servicio.

- Disponibilidad: es el tiempo que un objeto o sistema permanece funcionando dentro del sistema productivo bajo ciertas condiciones determinadas. Este parámetro es tal vez el más importante dentro de un sistema productivo, ya que de él depende de la planificación del resto de actividades de la organización (p. 285).

✓ Indicadores secundarios

Como complemento es necesario adoptar indicadores secundarios, que permitan definir de qué manera impactan sobre los indicadores de clase mundial cada uno de los aspectos parciales de la gestión. Según Duffuaa (Op.cit),

Estos indicadores pueden variar dependiendo de la amplitud y control que se lleve a cabo sobre la gestión del mantenimiento. Se pueden nombrar algunos tales como:

- Indicador de mano de obra externa: revela la relación entre gastos de mano de obra externa como contratación eventual y la mano de obra total empleada en los servicios, durante el periodo considerado.
- Indicador de costos de mantenimiento de un tipo por mantenimiento total: este indicador permite verificar el grado de utilización de las técnicas de un tipo de mantenimiento específico con respecto a los costos totales de mantenimiento. Por ejemplo considerar el porcentaje que representa el costo de mantenimiento preventivo con respecto a los costos totales del mantenimiento (p. 286).

Los indicadores descritos son una somera descripción de los tipos de indicadores que pueden ser utilizados en la gestión de mantenimiento.

2.2.3. Sistema de Mantenimiento

Duffuaa (*op.cit*), lo define como “un conjunto de componentes que trabajan de manera combinada hacia un objetivo común. El mantenimiento se considera como sistema con un conjunto de actividades que se realizan en paralelo con el sistema de producción” (p. 30).

Este sistema busca a través de la aplicación de procesos de gestión como planificación, programación y control, lograr la efectividad de operación de los equipos y los sistemas de producción. Por lo general, este sistema de gestión de mantenimiento debe contar con directrices que permitan desarrollar eficientemente dichos procesos y así obtener los beneficios deseados establecidos en los planes de gestión o planes estratégicos de mantenimiento.

2.2.3.1. Funciones de un Sistema de Mantenimiento

Teniendo en mente los objetivos de un sistema de mantenimiento, se puede decir que sus actividades básicas son las siguientes:

- ✓ Mantener, reparar y revisar los equipos, herramientas e instalaciones, entre otros, dejándolos en condiciones operacionales.
- ✓ Efectuar implementaciones en los sistemas (equipos, herramientas, técnicas de trabajos, entre otras).
- ✓ Establecer una política de materiales de stock, definiendo las necesidades de repuestos y de materiales de reposición.
- ✓ Promover la conservación de los materiales en stock.
- ✓ Establecer una política de obsolescencia.
- ✓ Promover el desarrollo técnico-administrativo y cultural de sus recursos humanos.
- ✓ Definir, implementar y controlar los indicadores de mantenimiento.
- ✓ Planeamiento y control de actividades.
- ✓ Elaboración de presupuesto anual.
- ✓ Elaborar el control de costos
- ✓ Elaborar manuales de mantenimiento.

Estas, son las funciones básicas que un sistema de mantenimiento debe ejercer para que alcance los objetivos que se propone.

2.2.3.2. Actividades en Sistema de Mantenimiento

✓ Actividades de planeación del sistema de mantenimiento

Las actividades de planeación incluyen las siguientes:

- Filosofía de mantenimiento: Es básicamente la de tener un nivel mínimo de personal de mantenimiento que sea consistente con la optimación de la producción y la disponibilidad de la planta sin que se comprometa la seguridad.
- Pronóstico de la carga de mantenimiento: Proceso mediante el cual se predice la carga de mantenimiento. Este es esencial para alcanzar un nivel deseado de eficiencia y utilización de los recursos.
- Planeación de la capacidad de mantenimiento: Determina los recursos necesarios para satisfacer la demanda de trabajos de mantenimiento. Estos recursos incluyen mano de obra, materiales, equipos y herramientas. Entre los aspectos de planeación de la capacidad de mantenimiento se incluyen la cantidad de trabajadores y herramientas requeridas para el mantenimiento.
- Organización de mantenimiento: El mantenimiento se puede organizar por departamentos, por área o en forma centralizada, dependiendo de la magnitud de la empresa.
- Programación de mantenimiento: Es el proceso de asignación de recursos y personal para los trabajos que tienen que realizarse en ciertos momentos. Es necesario asegurar que los trabajadores, las piezas y los materiales requeridos estén disponibles antes de poder programar una tarea de mantenimiento.

✓ Actividades de organización de sistema de mantenimiento

La organización de un sistema de mantenimiento incluye lo siguiente:

- Diseño del trabajo: en lo que se refiere a mantenimiento, comprende el contenido de trabajo de cada tarea y determina el método que se va a utilizar, las herramientas especiales necesarias y los trabajadores calificados requeridos.
- Estándares de tiempo: los estándares de tiempos realistas representan un elemento muy valioso para vigilar e incrementar la eficacia de los trabajadores y, de forma, reducir al mínimo el tiempo muerto de la planta. No es esencial tener estándares de tiempo para todos los trabajos de mantenimiento, sino para aquellos que pueden llegar a consumir el mayor tiempo durante su ejecución.

✓ Actividades de control de mantenimiento

El control es una parte esencial de la administración científica. El control, tal como se aplica a un sistema de mantenimiento, incluye:

- Control de trabajos: el sistema de mantenimiento se pone en marcha por la demanda de trabajos de mantenimiento. El control del trabajo de mantenimiento son esenciales para lograr los planes establecidos. El sistema de órdenes de trabajo es la herramienta que se utiliza para controlar el trabajo en mantenimiento.
- Control de inventario: es la técnica de mantener existencia de insumos y materiales en los niveles deseados. Es esencial mantener un nivel óptimo de insumos que disminuya el costo de tener el artículo en existencia y el costo en que se incurre si las refacciones no están disponibles.
- Control de costos: el costo de mantenimiento tiene muchos componentes, incluyendo el mantenimiento directo, la producción perdida, la degradación del equipo y costos de mantenimiento excesivo. Es un componente importante en el ciclo de vida de los equipos. el control de costo optimiza todos los costos

de mantenimiento, logrando al mismo tiempo los objetivos que se ha fijado la organización, como disponibilidad y otras medidas de eficiencia y eficacia.

- Control de calidad: el mantenimiento puede verse como un proceso y la calidad de sus salidas debe ser controlada. La calidad puede evaluarse como el porcentaje de trabajos de mantenimiento aceptados de acuerdo a la norma adaptada por la organización.

2.2.3.3. Sistema de Órdenes de Trabajo de Mantenimiento

Duffuaa (2012), expresa un sistema de órdenes de trabajo;

Es el vehículo para planear y controlar el trabajo de mantenimiento. También proporciona la información necesaria para vigilar e informar sobre el trabajo de mantenimiento. Una meta clara y procedimientos específicos son esenciales para la implantación del sistema de órdenes de trabajo y el control de las actividades de mantenimiento. (p. 50)

La orden de trabajo es una forma donde se detallan las instrucciones escritas para el trabajo que se va a realizar y debe ser llenada para todos los trabajos. El propósito de una orden de trabajo es proporcionar medios para:

- ✓ Solicita por escrito el trabajo que va a realizar el departamento de mantenimiento.
- ✓ Seleccionar por operación el trabajo solicitado.
- ✓ Asignar el mejor método y los trabajadores más calificados para el trabajo.
- ✓ Reducir el costo mediante una utilización eficaz de los recursos (Mano de obra, material).
- ✓ Mejorar la planeación y la programación del trabajo de mantenimiento.
- ✓ Mantener y controlar el trabajo de mantenimiento.

- ✓ Mejorar el mantenimiento en general mediante datos recopilados de la orden de trabajo que serán utilizados para el control y programación de mejora continua.

En los sistemas de mantenimiento hay dos tipos de órdenes de trabajo, el primero es la orden de trabajo general que se utiliza para pequeños trabajos de rutina y repetitivos. El segundo tipo es la orden de trabajo especial que se elabora para todos los demás trabajos individuales, para los cuales es necesario reportar todos los hechos acerca del trabajo.

2.2.4. Auditoría del Sistema de Mantenimiento

En forma sencilla y clara, la auditoría es el examen de las demostraciones y registros administrativos. El auditor observa la exactitud, integridad y autenticidad de tales demostraciones, registros y documentos.

La auditoría viene a ser el examen que se efectúa a las actividades de mantenimiento para evaluar si cumple con los planes establecidos, y si estos son efectivos y adecuados en la práctica para alcanzar los objetivos de la empresa. Generalmente son realizadas por personas ajenas a la organización de mantenimiento.

El objetivo de la auditoría consiste en apoyar a los miembros de la empresa en el desempeño de sus actividades. Para ello la auditoría les proporciona análisis, evaluaciones, recomendaciones, asesoría e información concerniente a las actividades revisadas.

2.2.4.1. Auditoría Interna

Jiménez y Milano (Op. Cit.), “el diagnóstico de la situación de una organización de mantenimiento exige la evaluación exhaustiva de una amplia

variedad de factores que, en su conjunto, constituyen los aportes de la organización a la calidad de los servicios prestados” (p. 48). Para ello se debe realizar, anualmente al menos, una evaluación de la organización de mantenimiento para buscar respuestas a interrogantes como las siguientes:

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

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

De la auditoría interna se identifican las fortalezas y debilidades de la organización de mantenimiento en sus funciones características tales como planificación, organización, ingeniería, inspección, mantenimiento preventivo, entre otras.

2.2.5. Organización del Mantenimiento

Jiménez y Milano (2006), expresan que “es un conjunto de cargos cuyas reglas y normas de comportamiento deben sujetarse a todos sus miembros para, de esta forma, valerse de los medios que permitan a la empresa alcanzar determinados objetivos” (p. 32).

2.2.5.1. Tipos de Organizaciones de Mantenimiento

Dentro de estas el recurso humano se dispone o distribuye de una manera funcional, de acuerdo con sus roles individuales y según el orden de importancia, siendo reguladas las interacciones por leyes, normas o reglamentos.

✓ Estructuras funcionales (Centralizadas)

Se agrupan las personas con base en su pericia y experiencias comunes o a que utilizan los mismos recursos. Las organizaciones del mantenimiento centralizadas tienen las siguientes características: todo el personal es controlado desde una localización central y es transferible de un área a otra, presenta menores problemas de transporte, prioridades, compras, entre otros, requieren estricto control de costos porque pueden ascender a niveles excesivos.

✓ Estructuras divisionales (Descentralizadas)

Es apropiada para las organizaciones cuando las estrategias se tienen que adaptar a las necesidades y características particulares de los clientes en diferentes áreas geográficas.

Las características principales de las organizaciones de mantenimiento descentralizados, son: aumenta la eficiencia al estar situadas las pequeñas organizaciones cerca de las operaciones, el control lo ejerce el nivel supervisorio en el área respectiva, operaciones apoya en casos de emergencia, la cantidad de personal, normalmente es mayor que el mantenimiento centralizado.

2.2.6. Gestión de Mantenimiento

Prando, R. (1996), lo define como “la efectiva y eficiente utilización de los recursos materiales, económicos, humanos y de tiempo para alcanzar los objetivos del mantenimiento” (p. 32).

La gestión del mantenimiento tiene como propósito principal el aprovechamiento de todos los recursos asignados al sistema, con el propósito de garantizar la disponibilidad de los equipos y sistemas de producción, contribuyendo al cumplimiento de las metas y objetivos establecidos por la gerencia de la empresa. Este considera un conjunto de técnicas para cuidar la tecnología de los sistemas de producción a lo largo de todo su ciclo de vida, asegurando la disponibilidad planeada.

2.2.6.1. Planeación del Mantenimiento

Según Duffuaa (2012), la planeación del mantenimiento:

Se refiere al proceso mediante el cual se determinan y preparan todos los elementos requeridos para efectuar una tarea antes de iniciar el trabajo. El proceso de planeación comprende todas las funciones relacionadas con la preparación de la orden de trabajo, la lista de materiales y todos los datos necesarios antes de programar y liberar la orden de trabajo (p. 193).

Este proceso de gestión involucra diferentes niveles, nivel estratégico y operativo. A nivel estratégico se plantean objetivos y metas a perseguir, estrategias a desarrollar y planes de acciones para el logro de los objetivos planteados mientras que a nivel táctico operativo, se desarrolla las actividades específicas de preparar planes de trabajo orientados a la ejecución de actividades para mantener los equipos operativos o en su defecto con tasa baja de fallas.

En consecuencia un procedimiento de planeación eficaz, deberá incluir los siguientes pasos:

- ✓ Determinar el contenido de trabajo (Puede requerir visitas al sitio).
- ✓ Desarrollar un plan de trabajo. Este comprende la secuencia de actividades en el trabajo y el establecimiento de los mejores métodos y procedimientos para realizar el trabajo.
- ✓ Establecer el tamaño de la cuadrilla para el trabajo.
- ✓ Planear y solicitar las partes y los materiales.
- ✓ Verificar si se necesitan equipos y herramientas especiales y obtenerlos
- ✓ Asignar a los trabajadores con las destrezas apropiadas.
- ✓ Revisar los procedimientos de seguridad.
- ✓ Establecer prioridades (rutinario, preventivo, correctivo, por avería) para todo el trabajo de mantenimiento.
- ✓ Asignar cuentas de costos.
- ✓ Completar la orden de trabajo.
- ✓ Revisar los trabajos pendientes y desarrollar planes para su control.
- ✓ Predecir la carga de mantenimiento utilizando una técnica eficaz de pronósticos.

2.2.6.2. Programación del Mantenimiento

Duffuaa (2012), lo define como “el proceso mediante el cual se acoplan los trabajos con los recursos y se les asigna una secuencia para ser ejecutados en ciertos puntos del tiempo” (p. 197).

Este proceso se limita a la determinación y asignación de la secuencia de ejecución de trabajos requeridos para cumplir el plan de mantenimiento, asignación de fechas para las actividades, asignación de los recursos escasos a las actividades a fin de lograr una condición de nivelación que permita lograr el programa de

mantenimiento, plasma a través de diagramas la frecuencia de ejecución de las actividades, entre otros aspectos.

Su objetivo es señalar cuando se deben realizar las diferentes actividades a cada objeto de mantenimiento de un sistema de producción. Esta puede ser en periodos anuales, semestrales mensuales, semanales o diarios, dependiendo de la dinámica del proceso y del conjunto de actividades a ser programadas.

Una programación confiable debe tener en consideración lo siguiente:

- ✓ Una clasificación de prioridades de trabajos que refleje la urgencia y el grado crítico del trabajo.
- ✓ Si todos los materiales necesarios para la orden de trabajo están en la planta (si no, la orden de trabajo no debe programarse)
- ✓ El programa maestro de producción y estrecha coordinación con la función de operaciones.
- ✓ Estimaciones realistas y lo que probablemente sucederá, y no lo que el programador desea.
- ✓ Flexibilidad en el programa (El programador debe entender que se necesita flexibilidad, especialmente en el mantenimiento; el programa se revisa y actualiza con frecuencia).
- ✓ Elementos de una programación acertada

La planeación del trabajo de mantenimiento es un requisito previo de la programación correcta. En todos los tipos de trabajos de mantenimiento, los siguientes requerimientos son necesarios para una programación eficaz:

- Ordenes de trabajos escritos que se deriven de un proceso de planeación bien concebido. Las órdenes de trabajo deberán explicar con precisión el trabajo que se va a realizar, los métodos a seguir, los técnicos por especialidad necesarios, las refacciones que se necesitan y la prioridad.
 - Estándares de tiempo que se basan en la técnica de medición del trabajo.
 - Información acerca de la disponibilidad de técnicos por especialidad para cada turno.
 - Existencia de refacciones e información sobre reabastecimiento.
 - Información sobre la disponibilidad de equipos y herramientas especiales, necesarias para el trabajo de mantenimiento.
 - Acceso al programa de producción de la planta y conocimiento del momento en que las instalaciones estarán disponibles para servicio, sin interrupción del programa de producción.
 - Prioridades bien definidas para el trabajo de mantenimiento. Estas prioridades deben desarrollarse con una estrecha coordinación entre mantenimiento y producción.
 - Información acerca de los trabajos ya programados pero que se han atrasado con respecto al programa (trabajos pendientes)
- ✓ Procedimiento de programación de mantenimiento

El procedimiento debe incluir los siguientes pasos:

- Clasificar las órdenes de trabajos pendientes por especialidad.
- Ordenar las órdenes por prioridad.
- Compilar una lista de trabajos completados y restantes.
- Considerar la duración de los trabajos, su ubicación, distancia de traslado y la posibilidad de combinar trabajos en la misma área.

- Programar trabajos de oficios múltiples para iniciarlos al comienzo de cada turno.
- Emitir un programa diario (excepto proyecto y trabajos de construcción).
- Autorizar a un supervisor para que asigne los trabajos.

2.2.6.3. Ejecución del Mantenimiento

Jiménez y Milano (Op. Cit.), expresan que:

Es el signo visible del mantenimiento ante los custodios de los objetos y contempla un conjunto de actividades que permiten llevar con éxito actividades previamente programadas, además de aquellas no programadas que son necesarias para corregir fallas imprevistas u otros problemas (p. 93).

Este proceso se encarga del desarrollo y cumplimiento con los planes y programas de mantenimiento con el fin de lograr los objetivos planteados por el ente de mantenimiento.

2.2.6.4. Evaluación y Control del Mantenimiento

Jiménez y Milano (2006), expresa que “se refiere al conjunto de actividades que permiten identificar y analizar las desviaciones de los resultados, tanto de la gestión del mantenimiento como del desempeño real del sistema productivo, versus las metas operativas” (p. 103).

La evaluación y control permite orientar la gestión del mantenimiento y definir alternativas de mejora técnica y optimizar costos. Por otra parte, contribuyen a darle un carácter sistemático al mantenimiento, lo cual garantiza la continuidad operativa

de los procesos dentro de las exigencias de efectividad del sistema operativo. Este se realiza en cuatro etapas:

- ✓ Captura de los datos necesarios y cálculo de los indicadores: durante el proceso administrativo del mantenimiento se recopilan los datos y se calculan los indicadores previamente seleccionados (p. 104).
- ✓ Comparación de los resultados versus las metas: una vez calculados los indicadores reales, se comparan con las metas establecidas previamente para conocer si existen desviaciones de importancia. La evaluación y control se facilita si se pone atención solo en las desviaciones importantes, debiendo existir amplitud de criterios a la hora de seleccionarlas. (p. 106).
- ✓ Análisis de las desviaciones: las desviaciones deben ser analizadas a fin de conocer claramente el porqué de las mismas y tomar las acciones correctivas (p. 107).
- ✓ Acciones correctivas: Según el diagnóstico obtenido del análisis se deben aplicar los correctivos necesarios tomando en cuenta que se deben eliminar las causas y no solo corregir el defecto (p. 107).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de Investigación

Según Arias, F. (*op.cit*), la metodología de un proyecto es el como se realizó el estudio para responder al problema planteado, indicando de esta forma los tipos de investigación que se llevó a cabo durante la misma” (p. 110).

El mismo autor (*op.cit*), “considera tres tipos de investigación según el propósito, según el nivel y según el diseño” (p. 23).

De acuerdo con el tipo y/o nivel, se desarrolló el tipo de investigación descriptiva, puesto que el estudio del problema planteado se realizó dentro de un nivel intermedio de profundidad en cuanto al conocimiento se refiere, permitiendo caracterizar la estructura y el comportamiento del sistema de gestión de mantenimiento.

En este aspecto, Arias, F. (*op.cit*), establece que una investigación descriptiva:

Consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados se ubican en un nivel intermedio en cuanto al grado de profundidad de los conocimientos se refiere (p. 24).

3.2. Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación, es la decisión correspondientes al plan de trabajo propiamente dicho, sobre el modo de abordar el problema de forma adecuada para llegar a resolverlo, el diseño debe estar ajustado desde el inicio al problema estudiado.

Teniendo en cuenta el diseño de investigación, Arias, F. (*op.cit*), define como “la estrategia general adoptada por el investigador para responder al problema planteado” (p. 26).

De acuerdo a lo antes descrito, el diseño de la investigación fue de campo ya que los datos fueron tomados directamente del lugar donde se presentan los hechos, lo que permitió llevar a cabo la caracterización del comportamiento y la estructura del sistema de mantenimiento y de igual forma plantear soluciones a las deficiencias y desviaciones que se encuentren en el mismo.

En cuanto a la investigación de campo, Tamayo y Tamayo (*op.cit*), expresa lo siguiente:

Quando los datos se recogen directamente de la realidad, por lo cual los denominamos primarios, su valor radica en que permite cerciorarse de las verdaderas condiciones en las que se han obtenido los datos, lo cual facilita su revisión o modificación en caso de surgir dudas. (P. 110).

3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

Arias, F. (*op.cit*), “población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación.” (p. 81). La población objeto de estudio, está representada por los trabajadores que integran a la superintendencia de mantenimiento operacional, un total de trece (13) trabajadores.

3.3.2. Muestra

Debido a la cantidad finita de la población, se puede considerar la misma como la muestra del estudio, en cuanto a esta afirmación, Arias, F. (*op.cit*), expresa que:

Si la población, por el número de unidades que lo integran, resulta accesible en su totalidad, no será necesario extraer una muestra. En consecuencia se podrá investigar u obtener datos de toda la población objetivo, sin que se trate estrictamente de un censo (p. 82).

De acuerdo con este autor, la población objeto de estudio fue igual a la muestra, ya que es posible acceder y establecer contacto con todos los trabajadores pertenecientes a la superintendencia de mantenimiento operacional (tabla 3.1).

Tabla 3.1. Población y muestra de trabajadores

Cargo	Población	Muestra
Superintendente	01	01
Analista programador	01	01
Analista de planificación	01	01
Supervisores	06	06
Ingeniero de mantenimiento	03	03
Analista de almacén	01	01
Total	13	13

Fuente: el autor (2018)

3.3.3. Unidades de Estudio

Por otro lado, se encontraron los equipos pertenecientes al área de compresión (ver tabla 3.2), los cuales encuentran formado por equipos principales como son los turbocompresores de alta y baja presión, depuradores y enfriadores.

Tabla 3.2. Poblacion y muestra de equipos

Equipo	Población	Muestra
Turbocompresores de baja	5	5
Turbocompresores de alta	4	4
Depuradores de alta	8	8
Depuradores de baja	15	15
Enfriadores de baja	5	5
Enfriadores de alta	4	4
Total	41	41

Fuente: el autor (201/)

Para los equipos, se consideró un 100% del total de equipos pertenecientes a la población (ver tabla 3.2). En vista de que la investigación se relaciona con la evaluación y mejora del sistema de gestión de mantenimiento en el área de Compresión del Centro Operativo San Joaquín e involucra a los equipos, se consideró la información que se desprenda de los mismos, ya que la misma corresponde a registros y datos a ser verificados para contrastar el cumplimiento de los principios y deméritos establecidos en la norma relacionados a la información de los equipos así como los tipos de mantenimientos ejecutados.

3.4. Técnicas de Recoleccion de Datos

Tamayo y Tamayo (2005), expresa “es la parte operativa del diseño investigativo. Hace referencia al procedimiento, condiciones y lugar de la recoleccion de datos” (p. 211).

3.4.1. Revision Bibliografica

Consiste en recopilar y sintetizar la informacion mas importante referente al problema planteado, con el proposito de comprender y profundizar los aspeostos teóricos que se relacionan estrechamente con el estudio, que sirva de sustento para la

elaboración del proyecto. Permitió descubrir el nivel de conocimiento que se posee referente al tema en estudio y detectar las metodologías que permitan desarrollar adecuadamente los objetivos propuestos.

3.4.2. Observacion

Arias, F. (*op.cit*), expresa que la observación:

Es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos (p. 69).

Esta técnica permitió verificar directamente la ejecución de las actividades de mantenimiento, constatando así las deficiencias que se presentan en el área de trabajo en cuanto al suministro de herramientas, materiales, respuestos necesarios para llevar a cabo las actividades, se observó el tipo de actividades que se ejecutan y la existencia de los equipos a mantener verificando el inventario del departamento, entre otros aspectos.

3.4.3. Entrevista

Tamayo y Tamayo (*op.cit*), describe que la entrevista “es la relación directa establecida entre el investigador y su objeto de estudio a través de individuos o grupos con el fin de obtener testimonios orales” (p. 184).

3.4.3.1. Entrevista Estructurada

Arias, F. (*op.cit*), establece que la entrevista estructurada “es la que se realiza a partir de una guía prediseñada que contiene las preguntas que serán formuladas al entrevistado” (p. 73).

A través de esta técnica se llevó a cabo la auditoría interna, que permitió analizar el estado actual del sistema de gestión de mantenimiento, pudiendo detectar más a fondo las deficiencias presentadas en el mismo, a fin de estudiarlas y presentar posibles soluciones a ellas para mejorar el sistema.

Para realizar la entrevista estructurada se utilizó como instrumento la guía propuesta por la norma COVENIN 2500-93, el cuestionario compuesto por las 12 áreas, con la totalidad de sus principios y demeritos, es decir, el diagnóstico se realizó basándose en los parámetros que establece la norma.

3.4.3.2. Entrevistas no Estructuradas

Arias, F. (*op.cit*), expresa que “en esta modalidad no se dispone de una guía de preguntas elaboradas previamente. Si embargo, se orienta por unos objetivos preestablecidos, lo que permite definir el tema de la entrevista” (p. 74).

Esta modalidad permitió al investigador, indagar sobre información referente a los objetivos planteados en la investigación, es decir, partió de la necesidad de conocer elementos relacionados a los objetivos, lo que facilitó el desarrollo de los mismos. Esta se realizó a personas estrechamente vinculadas con el sistema de gestión de mantenimiento.

3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

Arias, F. (*op.cit*), establece que “en este punto se describen las operaciones a las que serán sometidos los datos que se obtengan” (p. 111).

3.5.1. Norma COVENIN 2500-93

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

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

Antes de realizar la evaluación con esta norma, fue necesario disponer de la definición de los conceptos de principios básicos y demeritos de igual manera que el establecimiento de los criterios para su ponderación.

Se utilizó la norma en su totalidad las 12 áreas, así como su ficha de evaluación establecida en la norma para el diagnóstico del sistema de gestión de mantenimiento.

3.5.1.1. Principio Básico

Según la Norma COVENIN 2500-93, “es aquel 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” (p. 2).

3.5.1.2. Deméritos

Según la Norma COVENIN 2500-93, “Es aquel aspecto parcial que 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” (p. 2).

3.5.1.3. Criterios para la Ponderación del Principio Básico.

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

3.5.1.4. Criterios para la Ponderación de los Deméritos

- ✓ Para determinar la existencia real de deméritos en cada principio básico que se haya comprobado su existencia, el evaluador hizo una investigación exhaustiva y minuciosa, en el mismo lugar en que cada aspecto pueda dar lugar a su existencia, considerando cada detalle que pueda contribuir a disminuir la eficiencia del contenido del principio básico.

- ✓ Los deméritos restantes al principio básico hasta la cantidad máxima que se indica para cada uno de ellos en la columna correspondiente de cada capítulo, pueden restar cualquier valor comprendido entre cero y el valor máximo que se indica para cada uno de ellos, dependiendo de la intensidad con que el demérito se presenta.

3.4.1.5. Criterios de Calificación del Sistema de Mantenimiento

En la tabla 3.3, se detallan los criterios de calificación de los sistemas de mantenimiento, según la norma COVENIN 2500-93, las cuales fueron extraídos del manual práctico de gestión de mantenimiento elaborado por Zambrano, S., Leal, S.

Tabla 3.3. Criterios de calificación

Puntuación	Situación
$0 < P \leq 40\%$	Sistema deficiente
$40\% < P \leq 60\%$	Sistema regular
$60\% < P \leq 80\%$	Sistema aceptable
$80\% < P \leq 90\%$	Sistema bueno
$90\% < P \leq 100\%$	Sistema excelente

Fuente: (Zambrano, S., Leal, S.) Manual práctico de gestión de mantenimiento

3.5.2. Análisis Causa-Efecto

Rey Sacristan (2003), expresa que:

Es una representación gráfica compuesta de líneas y símbolos que tiene por objeto representar una relación entre un efecto y sus causas. Estos diagramas han sido creados para describir un conjunto de factores concretos (p. 80).

Esta técnica se utilizó para la detección de causas de las fallas y deficiencias encontradas en las áreas de mantenimiento según la norma COVENIN 2500-93, se aplicó el gráfico espina de pescado para plasmar las causas graficamente.

3.5.3. Analisis de Pareto

Rey Sacristan (2003), expresa que “es una forma especial de grafico de barras verticales en el cual se distribuyen los datos en orden de magnitud decreciente de izquierda a derecha” (p. 63).

Es simplemente una distribución de frecuencias de datos agrupados por orden de frecuencia. Su propósito es separar los pocos vitales de los muchos triviales. También ayuda a establecer prioridades acerca de cuál curso de acción es más benéfica. Una gráfica de Pareto puede ser útil para identificar los factores importantes por mejorar y, como resultado de ello, pueden establecerse prioridades acerca de cuál factor mejorar. Un ejemplo de esta metodología se muestra en la figura 3.1.

Esta técnica permitió la jerarquización de las áreas del sistema de mantenimiento haciendo uso de las puntuaciones obtenidas y la acumulacion de los deméritos por área.

3.5.3.1. Pasos para Construir una Gráfica de Pareto

Paso 1. Dividir los datos en partidas o clases que se utilizaran en la gráfica.

Paso 2. Establecer el horizonte de tiempo para la gráfica.

Paso 3. Determinar la frecuencia de cada partida o clase. Clasificarlas de acuerdo a su frecuencia en orden descendente.

Paso 4. Graficar la partida o clase contra la frecuencia, comenzando con la frecuencia más grande y continuando en orden descendente. En la misma gráfica se puede obtener la frecuencia acumulada contra la partida o la clase.

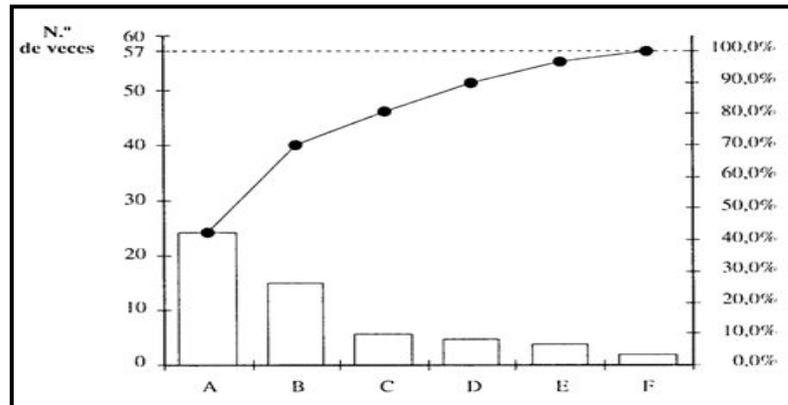


Figura 3.1. Gráfico de Pareto

Fuente: el autor (2018)

3.5.4. Planes de Acción

Según Koenes (1994) los planes de acción “son aquellos formados por un conjunto de actividades que se deberán ejecutar para facilitar los logros de las metas (especificadas y cuantificadas) establecidas con anterioridad” (p.190).

La elaboración del plan de acción es un paso fundamental para el éxito de toda planificación. Si este se encuentra claramente estructurado y las acciones son las adecuadas, se va en camino hacia obtener el mínimo riesgo de fracaso en la obtención de las metas propuestas por la organización.

Este fue utilizado en la elaboración de planes de implementación de las estrategias planteadas para mejorar el sistema de gestión de mantenimiento, en este se indican las actividades, recursos, plazos y responsables de cada acción del plan.

3.5.5. Tablas y Gráficos

Se denomina gráfica o gráfico la representación de datos, generalmente numéricos, mediante líneas, vectores, superficies, colores o símbolos, que muestran

visualmente la relación que guardan entre sí. Sirven para analizar el comportamiento de un proceso, o un conjunto de elementos o signos que permiten la interpretación de un fenómeno. Así, podemos decir que las gráficas tienen como función fundamental representar visualmente, en forma clara e intuitiva, una serie de datos que aportan gran cantidad de información.

Por otra parte, las tablas permiten resumir un conjuntos de datos que describen o pertenecen a estudio de un fenómeno determinado, en estas pueden plasmarse información cualitativa como cuantitativa, representar datos con información estadísticas.

El uso de estos graficos y tablas permitió al investigador plasmar la informacion recabada de la investigacion que se desarrolló y facilitó la presentacion sintetizada de la información obtenida del sistema de gestión de mantenimiento.

3.5.6. Cuadro de Mando Integral

Kaplan y Norton (1996), dicen que el cuadro de mando integral, traduce la estrategia y la misión de una organización en un amplio conjunto de medidas de actuación, que proporcionan la estructura necesaria para un sistema de gestión y medición estratégica. Mide la actuación de la organización desde cuatro perspectivas equilibradas: las fianzas, los clientes, los procesos internos, y la formación y crecimiento. (p. 12)

Esta metodología contribuyó a la toma de decisiones a nivel de dirección al proporcionar información periódica sobre el nivel de cumplimiento de los objetivos establecidos, mediante los indicadores de gestión.

3.5.7. Estimación de Costos por Tarifa Horaria

Las empresas consultoras calculan el costo de sus servicios en base al número de Horas-Hombre que según la experiencia prevén invertir en cada actividad que se requiere para desarrollar el proyecto encomendado; de esta forma, es usual ver presupuestos donde se indica mediante un cuadro resumen las actividades o tareas a completar y la cantidad de horas-hombre que se requieren para completar cada una de ellas; horas que se encuentran distribuidas en función de la experiencia y especialidades profesionales que realizarán las tareas (Ingenieros, Técnicos y otros).

Este método permite a las empresas estimar los costos relacionados a actividades de desarrollo de actividades de consultoría, asimismo facilita saber cuáles son los costos en los que se incurren cuando personal interno de la empresa se encarga de realizar actividades de gestión, preparación de documentos, entre otras actividades.

A través de esta técnica se realizó la estimación de los costos relacionados a las estrategias propuestas por el autor, dichos costos están basados en el alcance de las mismas.

3.6. Descripción del Procedimiento

En este apartado se expresan todas las operaciones a las que fueron sometidos los datos obtenidos durante la investigación para cumplir los objetivos propuestos y expresar los resultados de manera ordenada y en forma coherente con el propósito de que sea comprendido rápidamente.

A continuación se presentan el procedimiento por etapa y de acuerdo a los objetivos para lograr el desarrollo de este trabajo.

3.6.1. Diagnóstico de la Situación Actual del Sistema de Gestión de Mantenimiento de los Equipos Estáticos y Dinámicos del Área de Compresión del Centro Operativo San Joaquin Aplicando la NORMA COVENIN 2500-93

El desarrollo de esta etapa se realizó mediante la aplicación de la entrevista estructurada al personal encargado del funcionamiento del sistema de gestión de mantenimiento, se aplicó como instrumento el cuestionario de la norma COVENIN 2500-93, permitió al investigador diagnosticar la situación en la que se encuentra el sistema de gestión de mantenimiento tomando en cuenta todos los principios básicos y deméritos establecidos por la norma el cual será clasificado de acuerdo al criterio de Zony Zambrano, esto facilitó la verificación cuales eran las áreas que no cumplen con los estándares de la norma y afectan directamente la gestión del mantenimiento de la empresa.

Para ello se utilizaron los formatos, tablas y gráficos mostrados en las figuras 3.2 y tabla 3.4.

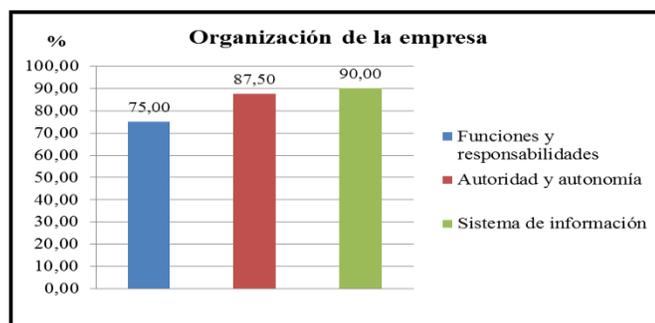


Figura 3.2. Gráficos a utilizar para presentación de datos

Fuente: el autor (2018)

Tabla 3.4. Formato de tabla a utilizar ara presentación de datos

I.D.	Descripción	Puntuación	Calificación

Fuente: el autor (2018)

Al finalizar con la presentación de los resultados y su procesamiento se presentó la información resultante resumida en la ficha de evaluación establecida por la norma COVENIN 2500-93 (figura 3.3).

SISTEMA DE MANTENIMIENTO																													
FICHA DE EVALUACIÓN																													
Norma COVENIN 2500-93																													
A	B	C	D (1+2+3+...+10)										E	F	G %														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																	
ÁREA	PRINCIPIO BÁSICO	PTS											TOTAL	PTS	%	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100				
I ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	1. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES	60	0	0	0								75	60,0	100,0														
	2. AUTORIDAD Y AUTONOMÍA	40	0	10	10	10							30,0	10,0	25,0														
	3. SISTEMA DE INFORMACIÓN	60	0	0	0	5	1	0					6,0	45,0	60,0														
	TOTAL OBTENIBLE	160											36,0	118,0	78,7														
II ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO	1. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES	80	0	0	0	0	10						15,0	65,0	81,3														
	2. AUTORIDAD Y AUTONOMÍA	60	0	15	10	0							25,0	25,0	60,0														
	3. SISTEMA DE INFORMACIÓN	70	15	15	10	10	10						70,0	60,0	85,0														
	TOTAL OBTENIBLE	200											110,0	30,0	45,0														
III PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO	1. OBJETIVOS Y METAS	70	20	20	15	15							70,0	60,0	85,7														
	2. POLÍTICAS PARA PLANIFICACIÓN	70	20	20	0	0							40,0	30,0	42,8														
	3. CONTROL Y EVALUACIÓN	60	0	0	0	0	5	5	5	5			20,0	40,0	66,6														
	TOTAL OBTENIBLE	200											130,0	70,0	35,0														
IV MANTENIMIENTO RUTINARIO	1. PLANIFICACIÓN	100	20	20	0	0	10	10					60,0	40,0	40,0														
	2. PROGRAMACIÓN E IMPLANTACIÓN	80	15	10	10	10	10	0					65,0	15,0	18,7														
	3. CONTROL Y EVALUACIÓN	70	10	0	0	0	5	5	20				40,0	30,0	42,9														
	TOTAL OBTENIBLE	250											165,0	85,0	34,0														
V MANTENIMIENTO PROGRAMADO	1. PLANIFICACIÓN	100	20	15	15	20	0	10	0				65,0	25,0	25,0														
	2. PROGRAMACIÓN E IMPLANTACIÓN	80	20	10	15	10	0	0					65,0	25,0	31,3														
	3. CONTROL Y EVALUACIÓN	70	15	0	10	5	0	20					60,0	20,0	28,6														
	TOTAL OBTENIBLE	250											185,0	65,0	26,0														
VI MANTENIMIENTO CORRECTIVO	1. PLANIFICACIÓN	100	30	30	0	0							60,0	40,0	40,0														
	2. PROGRAMACIÓN E IMPLANTACIÓN	80	20	0	20	20							60,0	20,0	25,0														
	3. CONTROL Y EVALUACIÓN	70	0	15	20	20							55,0	15,0	21,4														
	TOTAL OBTENIBLE	250											175,0	70,0	28,0														
VII MANTENIMIENTO PREVENTIVO	1. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS	80	20	20	20	10	10						60,0	60,0	75,0														
	2. PLANIFICACIÓN	40	0	10									10,0	30,0	75,0														
	3. PROGRAMACIÓN E IMPLANTACIÓN	70	20	0	15	0	10						45,0	25,0	35,7														
	TOTAL OBTENIBLE	250											165,0	85,0	34,0														
VIII MANTENIMIENTO POR AVERÍA	1. ATENCIÓN A FALLAS	100	0	20	0	15	15	0					50,0	60,0	60,0														
	2. SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN	80	20	0	10	5	5	0	10				50,0	30,0	37,5														
	3. INFORMACIÓN SOBRE AVERÍAS	70	0	10	20	20							50,0	20,0	28,6														
	TOTAL OBTENIBLE	250											150,0	100,0	40,0														
IX PERSONAL DE MANTENIMIENTO	1. CUANTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DE PERSONAL	70	0	20	20								40,0	30,0	42,9														
	2. SELECCIÓN Y FORMACIÓN	80	10	10	10	10	0	5	0	0			45,0	35,0	43,8														
	3. MOTIVACIÓN E INCENTIVOS	50	10	10	10	0							30,0	20,0	40,0														
	TOTAL OBTENIBLE	200											115,0	85,0	42,5														
X APOYO LOGÍSTICO	1. APOYO ADMINISTRATIVO	40	0	10	0	0	5						15,0	25,0	62,5														
	2. APOYO GENERAL	40	0	0	0	0							0,0	40,0	100,0														
	3. APOYO GENERAL	20	0	0	0	0							0,0	20,0	100,0														
	TOTAL OBTENIBLE	100											15,0	85,0	85,0														
XI RECURSOS	1. EQUIPOS	30	0	5	0	0	5						15,0	15,0	50,0														
	2. HERRAMIENTAS	30	0	0	5	0							10,0	20,0	66,7														
	3. INSTRUMENTOS	30	0	0	5	5	5						20,0	10,0	33,3														
	4. MATERIALES	30	0	0	3	0	3	10	0	3	3		15,0	15,0	50,0														
	5. REPUESTOS	30	0	3	3	0	3	3	3	0	3	3		30,0	30,0														
		TOTAL OBTENIBLE	150											81,0	69,0	46,0													
													925,0		41%														

Figura 3.3. Ficha de resumen de la evaluación con la norma COVENIN 2500-93
Fuente: el autor (2018)

Se procedió a la jerarquización de las áreas más deficientes a través de la gráfica o regla de Pareto, tomando en cuenta la brecha detectada entre los valores establecidos para cada área en la norma y el obtenido en el diagnóstico, se utilizó para su procesamiento los siguientes formatos (tabla 3.5 y figura 3.4)

Tabla 3.5. Formato de tabla de presentación datos Pareto

Área	Brecha	% Frecuencia	% Frecuencia Acumulada
Total			

Fuente: el autor (2018)

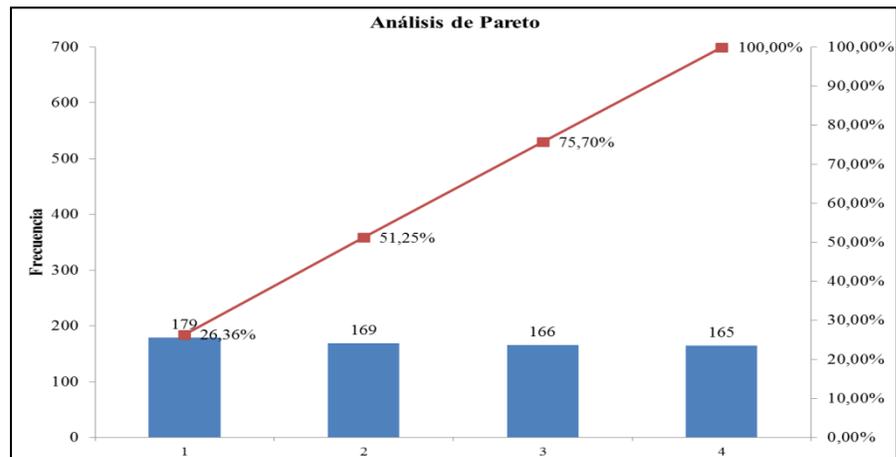


Figura 3.4. Formato de presentación del análisis de Pareto

Fuente: el autor (2018)

La aplicación del cuestionario de la norma se realizó de la siguiente manera (tabla 3.6)

Tabla 3.6. Aplicación del cuestionario de la Norma COVENIN 2500-93

Factores	Puesto entrevistado
Organización de la empresa y mantenimiento, planificación estratégica de mantenimiento y competencia del personal	Superintendente, Analista de Planificación, Supervisor Mayor de Mantenimiento de Equipos Estáticos y Dinámicos
Planificación, organización y ejecución de las actividades de mantenimiento	Analista Programador, Supervisor Mayor de Mantenimiento de Equipos Estáticos y Dinámicos, Supervisor de Mantenimiento de Equipos Estáticos y Dinámicos, Ingeniero de Mantenimiento de Equipos Estáticos y Dinámicos y Supervisor de Taller de Mantenimiento
Apoyo logístico y Recursos de mantenimiento	Analista de Almacén, Supervisor de Taller de Mantenimiento y Supervisor de Taller de Mantenimiento

Fuente: el autor (2018)

3.6.2. Identificación de las Causas que Afectan a las Áreas de Mantenimiento con Mayor Incidencia en las Deficiencias del Sistema de Gestión de Mantenimiento

Con el propósito de mejorar el sistema de gestión de mantenimiento, para ello fue necesario identificar las áreas débiles del sistema de gestión y aquellas causas que generan las deficiencias, esto permitió determinar las estrategias que deben aplicarse en pro de mejorar la gestión de mantenimiento. Una vez determinadas las áreas con mayores deficiencias del sistema de gestión de mantenimiento, estas fueron sometidas a un análisis mediante un diagrama causa y efecto (diagrama Ishikawa) con el propósito de identificar las causas que generan deficiencias en el sistema de mantenimiento. Las mismas fueron consideradas como factores principales que causan deficiencias en el desempeño de la organización de mantenimiento. Los datos recopilados fueron resumidos y presentados en el diagrama espina de pescado (ver figura 3.5)

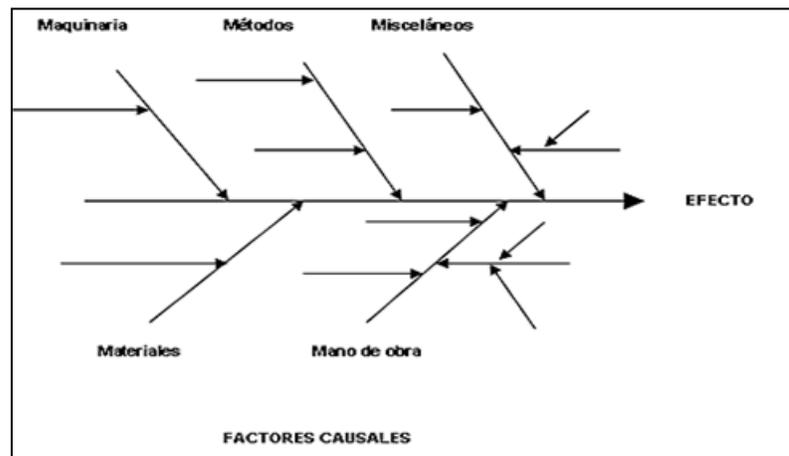


Figura 3.5. Formato de presentación del análisis de Causa efecto
Fuente: el autor (2018)

3.6.3. Definición de Objetivos e Indicadores de Control para la Medición del Desempeño del Sistema de Gestión de Mantenimiento de los Equipos Estáticos y Dinámicos del Centro Operativo San Joaquín

Esta etapa tuvo como propósito principal establecer objetivos para el sistema de gestión de mantenimiento así como sus respectivos indicadores de medición de desempeño, que permitió a la organización establecer un rumbo a seguir, metas que alcanzar y verificar si las mismas han sido logradas. Esto facilita a la organización iniciar la implementación de una filosofía de medición, teniendo en cuenta que aquello que no se mide no se puede mejorar. En este caso, se plantearan objetivos técnicos y económicos a perseguir por el sistema de gestión de mantenimiento.

En este caso, los objetivos fueron presentados en función de la teoría del cuadro de mando integral, solo se utilizó las perspectivas utilizadas por el modelo de gestión presentado por Kaplan y Norton (1996), las cuales son Perspectiva Financiera, de procesos internos, de clientes y aprendizaje, los indicadores serán mostrados de acuerdo al formato de la tabla 3.7.

Tabla 3.7. Formato de presentación de indicadores de gestión

<p>Nombre del indicador: Definición: Ecuación: Dónde: Periodicidad: Propósito: Responsabilidad: Meta:</p>

Fuente: el autor (2018)

3.6.4. Generación de Estrategias Adecuadas para la Mejora del Sistema de Gestión de Mantenimiento de los Equipos Estáticos y Dinámicos del Centro Operativo San Joaquín

Con el propósito de mejorar el sistema de gestión de mantenimiento de equipos estáticos y dinámicos del centro operativo San Joaquín, fue necesario considerar las áreas deficientes, los deméritos admitidos en la evaluación con la norma COVENIN 2500-93 y las causas de deficiencias detectadas. Se buscó generar estrategias que permitan mejorar las áreas con deficiencias y eliminar las causas (tabla 3.8 formato utilizado), por ello, se realizó el análisis respectivo de los factores generadores de fallas y deficiencias dentro de la gestión de mantenimiento.

Tabla 3.8. Formato de presentación de las estrategias

Nº	Área de la norma	Principios	Deficiencias	Estrategias	Propósito

Fuente: el autor (2018)

3.6.5. Estimación de los Costos Asociados al Desarrollo de las Estrategias Planteadas para la Mejora del Sistema de Gestión de Mantenimiento de los Equipos Estáticos y Dinámicos del Centro Operativo San Joaquín

Fueron determinados los costos asociados al cumplimiento y desarrollo de las estrategias propuestas, para ello, se consideró las acciones que serán necesarias para la consecución de la mejora y los recursos necesarios de cada actividad relacionadas, además de los recursos materiales involucrado por estrategias de mejora, para así determinar los costos necesarios para el logro de las mismas. Esto se realizó a través de la identificación de los recursos necesarios y sus respectivos costos, lo que permitió estimar los costos totales de implementación de las estrategias. El método de estimación de costos aplicado fue método de tarifa horaria de servicios profesionales, para el cual fue necesario la estimación de Horas hombres de trabajo requerido para

el desarrollo de cada estrategia a fin de obtener el tiempo de ejecución. Los resultados se presentaron en el formato mostrado en la tabla 3.9.

Tabla 3.9. Formato de presentación de la estimación de costos

Estrategia:					
Actividades	Personal	Duración (H-h)	F	TH	Costos
Total					

Fuente: el autor (2018)

F: Factor Multiplicador

TH: Tarifa Horaria

F y TH, valores proporcionados por la empresa PDVSA GAS, departamento de estimación de costos.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. Diagnóstico de la Situación Actual del Sistema de Gestión de Mantenimiento de los Equipos Estáticos y Dinámicos del Área de Compresión del Centro Operativo San Joaquín Aplicando la NORMA COVENIN 2500-93

El diagnóstico de la situación actual del sistema de gestión de mantenimiento de los equipos estáticos y dinámicos del área de compresión del centro operativo San Joaquín permitió al investigador detectar las condiciones actuales del sistema, pudiendo identificar las debilidades y deficiencias que posee así como los puntos fuertes, todo esto para verificar el cumplimiento de los estándares venezolanos asociado a los sistemas de gestión de mantenimiento.

Para la evaluación, se realizaron entrevistas estructuradas donde se aplicó como instrumento de recolección de datos el cuestionario de la norma COVENIN 2500-93 denominada “Manual para la evaluación de los sistemas de mantenimiento en la industria”. Para determinar cuál es la condición actual del sistema de gestión de mantenimiento, se entrevistó a diferentes trabajadores de las superintendencias de Mantenimiento Operacional, entre los cuales se puede nombrar los siguientes puestos: Superintendente de Mantenimiento Operacional, Analista de Planificación, Analista de Almacén, Supervisor Mayor de Mantenimiento de Equipos Estáticos y Dinámicos, Ingeniero de Mantenimiento de Equipos Estáticos y Dinámicos y Supervisor de Taller de Mantenimiento.

La norma fue separada y aplicada a aquellos trabajadores que se encargan de desarrollar las actividades asociadas a las partes del sistema de mantenimiento, esto es para; las actividades asociadas a la organización y planificación estratégica de mantenimiento se entrevistó al Superintendente de Mantenimiento y Analista de Planificación, lo asociado a la preparación, organización y ejecución de las actividades de mantenimiento se entrevistó al Supervisor Mayor de Mantenimiento de Equipos Estáticos y Dinámicos, Ingeniero de Mantenimiento de Equipos Estáticos y Dinámicos y Supervisor de Taller de Mantenimiento. Asimismo, lo que respecta al apoyo logístico y recursos se entrevistó al analista de almacén.

En función de la aplicación total de norma COVENIN 2500-93, se detectó que el sistema de gestión de mantenimiento de mantenimiento de los equipos estáticos y dinámicos del área de compresión del Centro Operativo San Joaquín, posee una situación actual *DEFICIENTE* (34,36 %), de acuerdo con el criterio de establecido por Zambrano, S. y Leal, S., en el Manual práctico de gestión de mantenimiento (tabla 3.3). Los resultados se muestran resumido en la ficha de evaluación de norma COVENIN 2500-93 (figura 4.1).

La justificación de estos resultados se presenta en el análisis de la aplicación de la norma y las calificaciones obtenidas en cada una de las áreas y sus respectivos principios. Los resultados obtenidos de la evaluación del sistema de mantenimiento, permitieron revelar la brecha existente entre lo idealizado en la norma COVENIN 2500-93 y la realidad actual del mismo. A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de la norma.

A	B	C	D (D1+D2+...+Dn)										E	F	G %											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			TOTAL	PTS	%	10	20	30	40	50	60	70	80	90
I ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	PRINCIPIO BÁSICO	PTS																								
		1. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES	60	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2. AUTORIDAD Y AUTONOMÍA	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II ORGANIZACIÓN DE MANTENIMIENTO	PRINCIPIO BÁSICO	TOTAL OBTENIBLE	150											60	40	66.7										
		1. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES	50	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
		2. AUTORIDAD Y AUTONOMÍA	50	10	10	0	10	6	15																	
III PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO	PRINCIPIO BÁSICO	TOTAL OBTENIBLE	200											60	90	60.0										
		1. OBJETIVOS Y METAS	70	20	10	8	9																			
		2. POLÍTICAS PARA PLANIFICACIÓN	70	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
IV MANTENIMIENTO RUTINARIO	PRINCIPIO BÁSICO	TOTAL OBTENIBLE	200											65	5	7.1										
		1. PLANIFICACIÓN	80	15	15	10	5	6	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
		2. PROGRAMACIÓN E IMPLANTACIÓN	80	11	10	7	4	10	4	6	2															
V MANTENIMIENTO PROGRAMADO	PRINCIPIO BÁSICO	TOTAL OBTENIBLE	250											61	39	39.00										
		1. PLANIFICACIÓN	100	15	10	5	10	8	5	7																
		2. PROGRAMACIÓN E IMPLANTACIÓN	80	10	5	15	10	4	6																	
VI MANTENIMIENTO CIRCUNSTANCIAL	PRINCIPIO BÁSICO	TOTAL OBTENIBLE	250											54	26	32.50										
		1. PLANIFICACIÓN	80	6	10	7	3	5	5	20																
		2. PROGRAMACIÓN E IMPLANTACIÓN	80	10	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
VII MANTENIMIENTO CORRECTIVO	PRINCIPIO BÁSICO	TOTAL OBTENIBLE	250											54	26	32.50										
		1. PLANIFICACIÓN	80	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
		2. PROGRAMACIÓN E IMPLANTACIÓN	80	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
VIII MANTENIMIENTO PREVENTIVO	PRINCIPIO BÁSICO	TOTAL OBTENIBLE	250											54	26	32.50										
		1. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS	80	10	10	20	4	5																		
		2. PLANIFICACIÓN	40	10	10	10	10	5	8																	
IX MANTENIMIENTO POR AVERIA	PRINCIPIO BÁSICO	TOTAL OBTENIBLE	250											47	13	21.67										
		1. ATENCIÓN A FALLAS	100	11	10	8	10	15	5																	
		2. SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN	80	10	10	5	6	3	5	5	5															
X PERSONAL DE MANTENIMIENTO	PRINCIPIO BÁSICO	TOTAL OBTENIBLE	250											45	25	35.7										
		1. CUANTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DE PERSONAL	70	15	5	15	10	10																		
		2. SELECCIÓN Y FORMACIÓN	80	10	10	5	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
XI APOYO LOGÍSTICO	PRINCIPIO BÁSICO	TOTAL OBTENIBLE	200											45	25	35.7										
		1. APOYO ADMINISTRATIVO	40	10	10	10	5	5																		
		2. APOYO GERENCIAL	40	6	8	10	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
XII RECURSOS	PRINCIPIO BÁSICO	TOTAL OBTENIBLE	100											15	5	25.0										
		1. EQUIPOS	30	5	5	2	0	2	5																	
		2. HERRAMIENTAS	30	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
TOTAL OBTENIBLE	PRINCIPIO BÁSICO	TOTAL OBTENIBLE	2500											121	29	19.3										
		1. EQUIPOS	30	5	5	2	0	2	5																	
		2. HERRAMIENTAS	30	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
TOTAL OBTENIBLE		2500											121	29	19.3											
TOTAL OBTENIBLE		2500											859	34.36%												

Figura 4.1. Ficha de resultados de la norma COVENIN 2500-93 Fuente: el autor (2017)

PUNTAJACIÓN PORCENTUAL GLOBAL 34,36%

4.1.1. Área I: Organización de la Empresa

La organización de la empresa está definida por la estructura organizativa, es decir, lo que respecta al organigrama general y por departamentos que debe poseer, la asignación de las funciones y las responsabilidades específicas a todas las unidades de la misma que garantice la autonomía de cada puesto de trabajo y al uso de un sistema de información que facilite desarrollar una gestión permitiendo planificar y controlar dicha gestión y las partes que la componen.

Mediante el análisis de este factor se obtuvo la información referente a la organización de la empresa, en lo que respecta a las estructuras organizativas, responsabilidades de los puestos de trabajos, autonomía en la toma de decisiones y la implementación de sistemas de información.

4.1.1.1. Funciones y Responsabilidades

Este principio establece que la empresa debe poseer un organigrama general por departamentos, con sus respectivas funciones y responsabilidades asociadas a cada puesto de trabajo. En lo que respecta a este, la empresa cumple con este en forma parcial, esto debido a que no posee el organigrama por departamentos completamente actualizado, ni la asignación de las responsabilidades de cada puesto en su totalidad. En la tabla 4.1, se muestran los resultados y calificaciones obtenidas en este principio.

Tabla 4.1. Organización de la empresa (principio: funciones y responsabilidades)

Descripción	Puntos	Calificación
La Organización posee un organigrama general y por departamentos. Se tienen definidas por escrito las descripciones de las diferentes funciones con su correspondiente asignación de responsabilidades para todas las unidades estructurales de la organización (guardando la relación con su tamaño y complejidad en producción).	60	40
Deméritos	Deméritos	Calificación
La organización no posee organigramas acordes con su estructura o no están actualizados; tanto a nivel general, como a nivel de departamentos.	20	10
Las funciones y la correspondiente asignación de responsabilidades, no están especificadas por escrito, o presentan falta de claridad.	20	0
La definición de funciones y la asignación de responsabilidades no llegan hasta el último nivel supervisorio necesario, para el logro de los objetivos deseados.	20	10
Porcentaje de cumplimiento del principio		66,67 %

Fuente: el autor (2018)

La definición de las funciones y responsabilidades de la organización de la empresa, posee un porcentaje de cumplimiento de 66,67 %. Las deficiencias detectadas en este principio fueron la ausencia de actualización de los organigramas de la empresa en sus diferentes niveles. Asimismo, las definiciones de las funciones y asignación de responsabilidades no llegan hasta el último nivel supervisorio, aunque estas se poseen por escrito y se presentan con claridad, esto tiene lugar debido a la ausencia de inducción del personal o la falta de charlas de comunicación al personal de la empresa.

4.1.1.2. Autoridad y Autonomía del Personal de la Empresa

Generalmente, la autoridad refiere primariamente al derecho a mandar. Por esta idea, comúnmente se entiende como el derecho de una persona o un grupo de personas a dictar normas de conducta vinculantes para los sujetos normativos incluidos en su alcance. Por otro lado, la idea de autoridad también refiere al derecho a respaldar dichas normas con sanciones. Por otro lado, se suele hablar de autonomía

para referirse a la idea de que tenemos el derecho y el deber de juzgar por nosotros mismos sobre cuestiones morales y de actuar en consecuencia.

Es por ello, la importancia de la autoridad y autonomía dentro de la cualquier gestión en este caso, se habla en termino de gestión de mantenimiento, donde debe existir un línea de autoridad, de aquellas personas que tienen responsabilidades de una línea funcional sobre aquellos que desempeñan labores de apoyo a fin de lograr las metas establecidas y cumplir con las responsabilidades implícitas de los trabajadores. Asimismo, aunque exista la autoridad por parte de los directivos, aquellos trabajadores deben poseer la suficiente autonomía para ejercer sus funciones libremente cumpliendo con las decisiones y metas de la organización.

En la tabla 4.2, se muestran los resultados y calificaciones obtenidas en este principio.

Tabla 4.2. Organización de la empresa (principio: autoridad y autonomía)

Descripción	Puntos	Calificación
Las personas asignadas al desarrollo y cumplimiento de las diferentes funciones, cuentan con el apoyo necesario de la dirección de la organización, y tienen la suficiente autoridad y autonomía para el cumplimiento de las funciones y responsabilidades establecidas	40	35
Deméritos	Deméritos	Calificación
La línea de autoridad no está claramente definida	10	0
Las personas asignadas a cada puesto de trabajo no tienen pleno conocimiento de sus funciones	10	0
Existe duplicidad de funciones	10	0
La toma de decisiones para la resolución de problemas rutinarios en cada dependencia o unidad, tiene que ser efectuada previa consulta a los niveles superiores	10	5
Porcentaje de cumplimiento del principio		87,50%

Fuente: el autor (2018)

Los datos recopilados mediante la aplicación de instrumento, permitió visualizar que la empresa cumple razonablemente con este principio, ya que existe claramente definida la línea de autoridad, el personal posee conocimiento de sus funciones, no existe la duplicidad de funciones y aunque las decisiones sobre la solución de problemas rutinario en las dependencias deben ser consultadas a niveles superiores, posee un porcentaje de cumplimiento de 87,50 % del principio.

4.1.1.3. Sistema de Información

Los sistemas de información de empresa suministran una plataforma tecnológica que permiten integrar y coordinar sus procesos de negocio. Ellos suministran un sistema individual que es central para la organización y asegura que la información puede ser compartida a través de todos los niveles funcionales y jerarquías de gestión. Estos sistemas son indispensables para eliminar el problema de la fragmentación de la información causada por la existencia de múltiples sistemas de información en una organización, creando una estructura de datos estándar.

La empresa PDVSA GAS, al igual que otras filiales de Petróleos de Venezuela S.A., utilizan el sistema de gestión empresarial denominado SAP R/3 (sistemas, aplicaciones y producto), el cual integra funciones modulares como finanzas, costos y control, logística, ventas y distribución, gestión de materiales, ejecución de logística, producción, recursos humanos, tecnología en base de datos y configuración, tecnología en desarrollo y soluciones específicas por industria.

La norma COVENIN 2500-93, establece que la empresa debe contar con un sistema de gestión empresarial que le permita recopilar y procesar la información resultante de sus procesos, en la tabla 4.3, se muestran los resultados de la auditoría de este principio de la norma.

Tabla 4.3. Organización de la empresa (principio: sistema de información)

Descripción	Puntos	Calificación
La Organización cuenta con una estructura técnica administrativa para la recolección, depuración, almacenamiento, procesamiento y distribución de la información que el sistema productivo requiere	50	15
Deméritos	Deméritos	Calificación
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.	10	10
La organización no cuenta con mecanismos para evitar que se introduzca información errada o incompleta en el sistema de información.	5	5
La organización no cuenta con un archivo ordenado y jerarquizado técnicamente.	5	5
No existen procedimientos normalizados (formatos) para llevar y comunicar la información entre las diferentes	10	5
La organización no dispone de los medios para el procesamiento de la información en base a los resultados que se deseen obtener.	10	5
La organización no dispone de los mecanismos para que la información recopilada y procesada llegue a las personas que deben manejarla.	10	5
Porcentaje de cumplimiento del principio		30,00%

Fuente: el autor (2018)

En cuanto al principio de existencia del sistema de información se obtuvo un porcentaje de cumplimiento de 30 %, debido a que no se cuenta con un diagrama de flujo para el sistema de información donde estén involucrados todos los componentes estructurales partícipes en la toma de decisiones, asimismo no se cuenta con mecanismos para evitar la introducción de información errada e incompleta en el sistema de información y no se cuenta con un archivo jerarquizado técnicamente.

Se pudo detectar la existencia parcial de procedimientos normalizados para llevar y comunicar la información entre las diferentes área, medios para el procesamiento de la información en base a resultados que se desea obtener y de mecanismos para que la información recopilada y procesada llegue a las personas que deben manejarla.

El porcentaje de cumplimiento del área de organización de la empresa es de 60%, lo que indica que el área se encuentra *regular*. En la figura 4.2, los resultados mostrados representan el porcentaje de incidencia de cada uno de los principios en la calificación general obtenida por el área de organización de la empresa. La calificación obtenida del principio de “funciones y responsabilidades”, “autoridad y autonomía” y “sistema de información” representa el 66,67 %, 87,50 % y 30 % respectivamente.

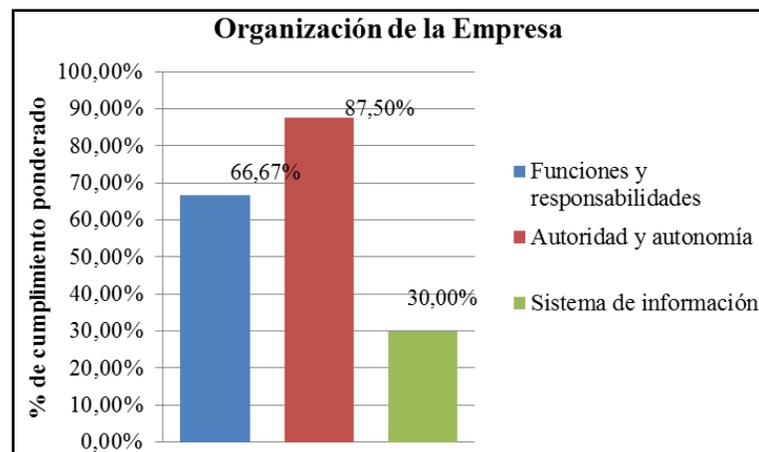


Figura 4.2. Calificaciones ponderadas del área “organización de la empresa”
Fuente: el autor (2018)

4.1.2. Área II: Organización de Mantenimiento

De igual manera que la organización de la empresa, la organización de mantenimiento debe cumplir con requisitos adecuados en torno a la estructuración del organigrama del departamento, así como la asignación de las funciones y las responsabilidades para garantizar la autonomía de cada puesto de trabajo y al uso de un sistema de información que facilite desarrollar una mejor gestión del mantenimiento, se consideran los principios establecidos por la norma, los cuales son funciones y responsabilidades, autoridad y autonomía, y sistema de información.

La organización de mantenimiento se refiere al conjunto de cargos, puestos de trabajos, reglamentos y normas de comportamiento a los que están sujetos los miembros o trabajadores de mantenimiento. Mediante el análisis de este factor se obtuvo la información referente a esta organización, lo que respecta a las estructuras organizativas, responsabilidades de los puestos de trabajos, autonomía en la toma de decisiones y la implementación de sistemas de información en el área de mantenimiento.

4.1.2.1. Funciones y Responsabilidades

En este se analizó la organización de la función del mantenimiento dentro del Centro Operativo San Joaquín específicamente el principio de funciones y responsabilidades, en el cual se detectó un porcentaje cumplimiento de este principio igual a 36,25 %. Los resultados obtenidos durante la entrevista se muestran en la tabla 4.4.

De acuerdo con los datos recolectados, la organización de mantenimiento posee deficiencias considerables en cuanto a las funciones y responsabilidades ya que se detectó que la empresa no posee organigramas acordes al tamaño del sistema de producción, tipos de objetos a mantener, tipo de personal y procesos, distribución geográfica, y que los mismos no se encuentran actualizados en su totalidad.

Tabla 4.4. Organización de mantenimiento (principio: funciones y responsabilidades)

Descripción	Puntos	Calificación
La función mantenimiento, está bien definida y ubicada dentro de la organización y posee un organigrama para este departamento. Se tienen por escrito las diferentes funciones y responsabilidades para los diferentes componentes dentro de la organización de mantenimiento. Los recursos asignados son adecuados, a fin de que la función pueda cumplir con los objetivos planteados	80	29

Tabla 4.4. Continuación

Deméritos	Deméritos	Calificación
La empresa no tiene organigramas acordes a su estructura o no están actualizados para La Organización de mantenimiento.	15	10
La Organización de mantenimiento, no está acorde con el tamaño del Sistema de Producción, tipo de objetos a mantener, tipo de personal, tipo de proceso, distribución geográfica, u otro.	15	10
La unidad de mantenimiento no se presenta en el organigrama general, independiente del departamento de producción.	15	0
Las funciones y la correspondiente asignación de responsabilidades no están definidas por escrito o no están claramente definidas dentro de la unidad.	10	10
La asignación de funciones y de responsabilidades no llega hasta el último nivel supervisorio necesario, para el logro de los objetivos deseados.	10	6
La Organización no cuenta con el personal suficiente tanto en cantidad como en calificación, para cubrir las actividades de mantenimiento.	15	15
Porcentaje de cumplimiento del principio		36,25%

Fuente: el autor (2018)

De forma similar, las funciones y la correspondiente asignación de responsabilidades no están definidas por escrito o no están claramente definidas dentro de la unidad, y no llegan en su totalidad hasta el último nivel supervisorio, como aspecto crítico observado dentro de este principio se tiene la insuficiencia de personal en cantidad y calificación para cubrir las actividades de mantenimiento. Por otra parte, se detectó la existencia del organigrama de mantenimiento dentro del centro operativo independiente del departamento de producción.

4.1.2.2. Autoridad y Autonomía de Personal de Mantenimiento

El personal de mantenimiento cuenta con el apoyo de la gerencia, y poseen la suficiente autoridad para tomar las decisiones inherentes a su cargo. En cuanto al conocimiento de sus funciones, estos expresan que no se les ha notificado por escrito, pero que aun así están consiente de las tareas que deben realizar. Las líneas de

autoridad no se encuentra claramente definida en su totalidad, esto se indica ya que no todos los trabajadores conocen esta línea que diferencia los niveles jerárquicos.

Aunque se presentan estas condiciones internas dentro de la autoridad y autonomía dentro de la organización de mantenimiento, se observó que no se presentan duplicidad de funciones ya que existen supervisores e ingenieros a cada una de las disciplinas de mantenimiento (electricidad, instrumentación, equipos estáticos y dinámicos, taller, entre otros), asimismo los problemas rutinarios son resueltos internamente entre los trabajadores involucrados sin trascender a niveles superiores para su solución y/o tratamiento. Posee un 80 % de cumplimiento (tabla 4.5)

Tabla 4.5. Organización de mantenimiento (principio: autoridad y autonomía)

Descripción	Puntos	Calificación
Las personas asignadas para el cumplimiento de las funciones y responsabilidades cuentan con el apoyo de la gerencia y poseen la suficiente autoridad y autonomía para el desarrollo y cumplimiento de las funciones y responsabilidades establecidas	50	40
Deméritos	Deméritos	Calificación
La unidad de mantenimiento no posee claramente definidas las líneas de autoridad.	15	5
El personal asignado a mantenimiento no tiene pleno conocimiento de sus funciones.	15	5
Se presentan solapamientos y/o duplicidad en las funciones asignadas a cada componente estructural de La Organización de mantenimiento.	10	0
Los problemas de carácter rutinario no pueden ser resueltos sin consulta a niveles superiores.	10	0
Porcentaje de cumplimiento del principio		80,00%

Fuente: el autor (2018)

4.1.2.3. Sistema de Información de Mantenimiento

El desempeño de un sistema de mantenimiento implica un constante y eficiente manejo de información, lo cual permite a la organización integrar las acciones de la

empresa durante el desarrollo de los procedimientos y actividades correspondientes a su entorno productivo. La importancia del sistema de información radica en la simplificación del manejo, almacenamiento, procesamiento y distribución de la información.

La calificación obtenida en este principio fue de 7,14 %, lo que indica que la empresa no posee implementado el sistema de información SAP PM dentro del Centro Operativo San Joaquín a causa de la ausencia de información relacionada a los equipos. El SAP PM es el sistema que utiliza la empresa PDVSA GAS, para el manejo de la información de mantenimiento, los resultados que respaldan esta calificación se muestran en la tabla 4.6.

Tabla 4.6. Organización de mantenimiento (principio: sistema de información)

Descripción	Puntos	Calificación
La organización de mantenimiento posee un sistema que le permite manejar óptimamente toda la información referente a mantenimiento (registro de fallas, programación de mantenimiento, estadísticas, costos, información sobre equipos, u otra)	70	5
Deméritos	Deméritos	Calificación
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.	15	15
La organización de mantenimiento no dispone de los medios para el procesamiento de la información de las diferentes secciones o unidades en base a los resultados que se desean obtener.	15	10
La organización de mantenimiento no cuenta con mecanismos para evitar que se introduzca información errada o incompleta en el sistema de información.	10	10
La organización de mantenimiento no cuenta con un archivo ordenado y jerarquizado técnicamente.	10	10
No existen procedimientos normalizados para llevar y comunicar la información entre las diferentes secciones o unidades, así como su almacenamiento para su cabal recuperación.	10	10

Tabla 4.6. Continuación

Deméritos	Deméritos	Calificación
La organización de mantenimiento no dispone de los mecanismos para que la información recopilada y procesada llegue a las personas que deben manejarla.	10	10
Porcentaje de cumplimiento del principio		7,14%

Fuente: el autor (2018)

El porcentaje de cumplimiento del área de organización de la empresa es de 37%, lo que indica que el área se encuentra *deficiente*. En la figura 4.3, los resultados mostrados representan el porcentaje de incidencia de cada uno de los principios en la calificación general obtenida por el área de organización de mantenimiento. El aporte del principio de “funciones y responsabilidades”, “autoridad y autonomía” y “sistema de información” representa el 36,25 %, 80,00 % y 7,14 % respectivamente.

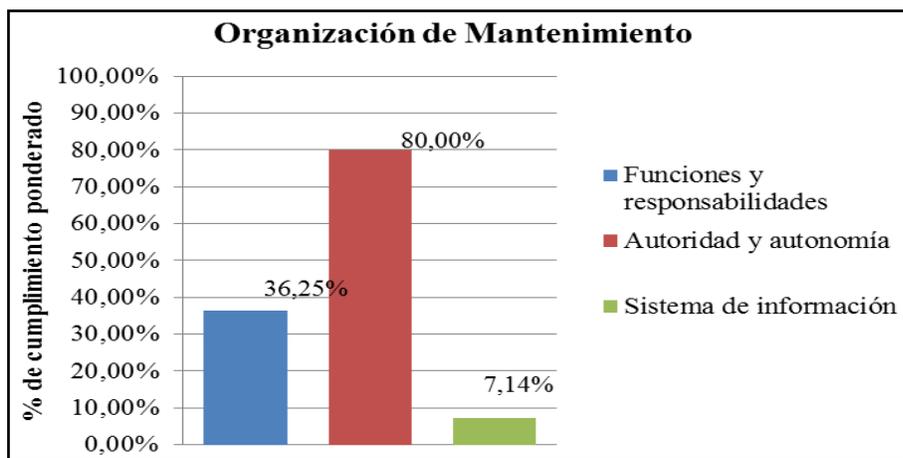


Figura 4.3. Calificaciones ponderadas del área “organización de mantenimiento”

Fuente: el autor (2018)

4.1.3. Área III: Planificación de Mantenimiento

Planificación es conocido como es un proceso dirigido a producir un determinado estado futuro al cual se desea llegar y que no se puede conseguir a menos que previamente se emprendan las acciones precisas y adecuadas.

Un análisis permanente, tanto del ambiente interno como del medio externo, de la organización para adaptarla a situaciones futuras. Esto implica, identificar fortalezas y debilidades, visualizar nuevas oportunidades y amenazas, enfocar la razón de ser (misión) de la organización y orientar su rumbo (visión) de una manera efectiva, mediante una acción innovadora de dirección y liderazgo.

Si se analiza el mantenimiento como un proceso gerencial, es decir, que busca administrar efectiva y eficientemente los recursos, se observa que la planificación constituye el punto de partida de la gestión ya que involucra la necesidad de visualizar y relacionar las probables actividades que habrán de cumplirse para obtener los objetivos y resultados planteados, considerando los recursos necesarios para poder lograr los mismos.

En cuanto al análisis del principio de planificación de mantenimiento, se consideraron los aspectos relacionado con el establecimiento de los objetivos y metas, políticas para orientar la planificación de las actividades así como establecer los mecanismos para ejercer control sobre el cumplimiento de las metas y asimismo evaluar el desempeño del plan establecido.

4.1.3.1. Objetivos y Metas de Mantenimiento

Los objetivos y metas representan aquellas aspiraciones en diferentes ámbitos organizacionales del mantenimiento (financiero, económico, procesos, clientes, aprendizaje y mejora). Toda organización debe establecer objetivos y metas que perseguir a fin de obtener beneficios, se conoce que los mismos deben ser realistas y cumplir con otras características.

Dentro del sistema de gestión de mantenimiento, este principio obtuvo una calificación de 32,86 % de cumplimiento. Se detectó que la organización no posee

definido objetivos y metas que lograr, que no se posee un plan de gestión de mantenimiento donde se especifiquen las necesidades reales y objetivas de la unidad; en cuanto a este último los encuestados expresaron que existe un 50 % de cumplimiento para este demérito, se evidencio la existencia de un plan general pero que no especifica necesidades reales y objetivas debido a la ausencia de estudios a fin de detectar la situación real.

Esto se presentó igualmente para la existencia de orden de prioridad de la ejecución de las órdenes de mantenimiento ya que no se poseen estudios de todos los equipos y no son considerados en el plan, al no existir estos equipos la ejecución de acciones de mantenimiento no se orientan al logro de los objetivos ya que no existen establecidos los mismos, sino que las acciones se ejecutan en pro de mantener los equipos funcionando pero no específicamente dentro de exigencias de confiabilidad, disponibilidad y capacidad instalada.

Tabla 4.7. Planificación de mantenimiento (principio: objetivos y metas)

Descripción	Puntos	Calificación
Dentro de La Organización de mantenimiento la función de planificación tiene establecidos los objetivos y metas en cuanto a las necesidades de los objetos de mantenimiento, y el tiempo de realización de acciones de mantenimiento para garantizar la disponibilidad de los sistemas, todo esto incluido en forma clara y detallada en un plan de acción	70	23
Deméritos	Deméritos	Calificación
No se encuentran definidos por escrito los objetivos y metas que debe cumplir La Organización de mantenimiento.	20	20
La Organización de mantenimiento no posee un plan donde se especifiquen detalladamente las necesidades reales y objetivas de mantenimiento para los diferentes objetos a mantener.	20	10
La organización no tiene establecido un orden de prioridades para la ejecución de las acciones de mantenimiento de aquellos sistemas que lo requieren.	15	8
Las acciones de mantenimiento que se ejecutan no se orientan hacia el logro de los objetivos.	15	9
Porcentaje de cumplimiento del principio		32,86%

Fuente: el autor (2018)

4.1.3.2. Políticas para la Planificación de Mantenimiento

Las políticas se conocen como líneas directrices específicas, los métodos, los procedimientos, las reglas, las formas y las prácticas administrativas que se establecen para implementar las estrategias y respaldar y fomentar los trabajos que llevan a alcanzar los objetivos enunciados.

Las políticas comunican a los empleados y gerentes lo que se espera de ellos y, por tanto, aumentan las probabilidades de la debida ejecución de las estrategias. Sienta las bases para el control administrativo, permiten la coordinación a lo largo y a lo ancho de las unidades de la organización y disminuyen la cantidad de tiempo en que los gerentes dedican a tomar decisiones.

De acuerdo a lo mencionado, las políticas de la mantenimiento, sirven como guía o soporte para dirigir las decisiones de la gestión en torno al mantenimiento hacia el logro de los objetivos y metas, esta permiten realizar acciones que involucran los equipos. En cuanto a este principio, la organización obtuvo una calificación de 34,29 % de cumplimiento. Los resultados que respaldan esta calificación se muestran en la tabla 4.8.

La organización no posee un estudio que especifique las necesidades reales y objetivas de mantenimiento para los equipos del sistema de compresión, ya que solo se les ha realizado a pocos equipos de los que se encuentran instalados, por lo que no se posee un orden de prioridad establecidos para la ejecución de las acciones de mantenimiento de los equipos que lo requieren.

Tabla 4.8. Planificación de mantenimiento (principio: políticas para la planificación)

Descripción	Puntos	Calificación
La gerencia de mantenimiento ha establecido una política general que involucre su campo de acción, su justificación, los medios y objetivos que persigue. Se tiene una planificación para la ejecución de cada una de las acciones de mantenimiento utilizando los recursos disponibles	70	24
Deméritos	Deméritos	Calificación
La organización no posee un estudio donde se especifiquen detalladamente las necesidades reales y objetivas de mantenimiento para los diferentes objetos de mantenimiento.	20	10
No se tiene establecido un orden de prioridades para la ejecución de las acciones de mantenimiento de aquellos sistemas que lo requieran.	20	10
A los sistemas sólo se les realiza mantenimiento cuando fallan	15	11
El equipo gerencial no tiene coherencia en torno a las políticas de mantenimiento establecidas.	15	15
Porcentaje de cumplimiento del principio		34,29%

Fuente: el autor (2018)

Una de las características observadas como patrón de respuesta sobre la ejecución, es que se realiza mantenimiento a los equipos solo cuando fallan, lo que indica la ausencia de una filosofía de mantenimiento preventivo.

Por último, en vista de la ausencia de políticas de mantenimiento, la organización no posee coherencia en torno a estas.

4.1.3.3. Control y Evaluación de Mantenimiento

La evaluación y control de mantenimiento se refiere al conjunto de actividades que permiten identificar y analizar las desviaciones de los resultados, tanto de la gestión de mantenimiento como del desempeño real del sistema productivo. Se inicia al concluirse la elaboración del plan anual de mantenimiento y se extiende durante todo el proceso administrativo lo que le da un carácter dinámico y continuo. La

evaluación y control permite orientar la gestión de mantenimiento y definir alternativas de mejora técnica y optimizar costos. Por otra parte, contribuye a darle un carácter sistémico al mantenimiento, lo cual garantiza la continuidad operativa de los procesos dentro de las exigencias de efectividad del sistema productivo. En cuanto a este principio, la calificación obtenida fue de 58,57 % de cumplimiento (tabla 4.9).

Tabla 4.9. Planificación de mantenimiento (principio: control y evaluación)

Descripción	Puntos	Calificación
La Organización cuenta con un sistema de señalización o codificación lógica y secuencial que permite registrar información del proceso o de cada línea, máquina o equipo en el sistema total. Se tiene elaborado un inventario técnico de cada sistema: su ubicación, descripción y datos de mantenimiento necesario para la elaboración de los planes de mantenimiento	70	31
Deméritos	Deméritos	Calificación
No existen procedimientos normalizados para recabar y comunicar información así como su almacenamiento para su posterior uso.	10	5
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.	10	5
La empresa no posee inventario de manuales de mantenimiento y operación, así como catálogos de piezas y partes de cada objeto a mantener.	10	0
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 ésta información en formatos normalizados.	10	0
No se llevan registros de fallas y causas por escrito.	5	5
No se llevan estadísticas de tiempos de parada y de tiempo de reparación.	5	3
No se tiene archivada y clasificada la información necesaria para la elaboración de los planes de mantenimiento.	5	3
La información no es procesada y analizada para la futura toma de decisiones.	5	3
Porcentaje de cumplimiento del principio		51,67%

Fuente: el autor (2018)

De acuerdo con los datos obtenidos, la organización posee inventario de los manuales de mantenimiento y operación de los equipos. Sin embargo, no se posee claramente definida la existencia de los procedimientos normalizados para recabar y comunicar y almacenar la información. De igual manera, no existe la codificación secuencial de todos los equipos, solo se poseen cantidades parciales de un gran conglomerado de equipos instalados en el área de compresión del Centro Operativo San Joaquín, el inventario de los objetos técnicos se encuentran en la misma condición que la codificación no se posee el 100 % de los equipos en inventario.

Debido a la ausencia del inventario de equipos y codificación secuencial de los mismos, no se lleva un registro de fallas y causas por escrito, del mismo modo no se llevan los registros de tiempos de paradas y tiempos de reparación. Al no poseer información relacionada con los equipos que puedan ser analizadas y sometidas a estudios estadísticos, ni procesadas por lo que no se pueden elaborar los planes de mantenimiento para los mismos.

El porcentaje de cumplimiento del área de planificación de mantenimiento es de 39%, lo que indica que el área se encuentra *deficiente*. En la figura 4.4, los resultados mostrados representan el porcentaje de incidencia de cada uno de los principios en la calificación general obtenida por el área. La calificación obtenida del principio de “objetivos y metas”, “políticas para la planificación” y “control y evaluación” representa el 32,9 %, 34,3 % y 51,67 % respectivamente.

4.1.4. Área IV: Mantenimiento Rutinario

El mantenimiento rutinario, se conoce como aquel que tiene por objeto la lubricación y limpieza de los equipos con el propósito de lograr la conservación externa y superficial, e internamente en PDVSA es conocido como el mantenimiento

de nivel I. Este involucra las actividades de planificación, programación y ejecución, control y su respectiva evaluación.

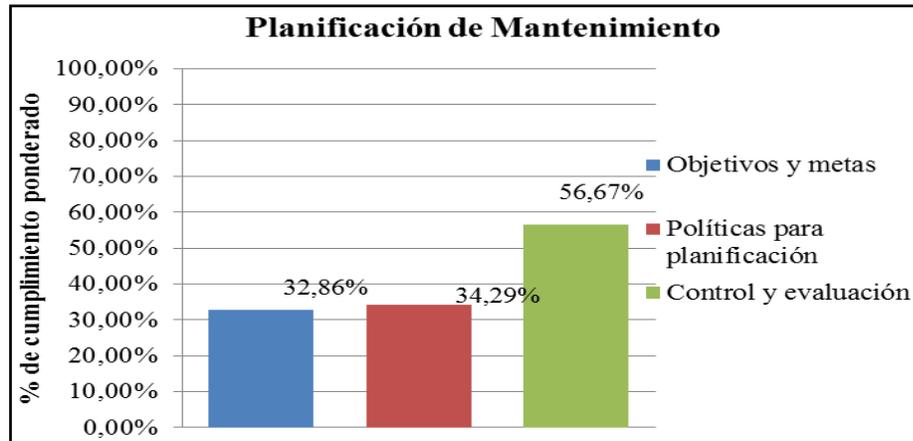


Figura 4.4. Calificaciones ponderadas del área “planificación de mantenimiento”
Fuente: el autor (2018)

Teniendo en consideración lo que respecta al mantenimiento rutinario, la empresa debe establecer los planes de trabajo de mantenimiento considerando frecuencias de máximo una semana, así como las consideraciones logísticas asociadas a la identificación de materiales necesarios para garantizar su ejecución, y asimismo ejercer control del cumplimiento de este mantenimiento. En este análisis se considera lo que respecta a la planificación, programación e implementación, control y evaluación del mantenimiento rutinario.

4.1.4.1. Planificación

En cuanto a la planificación de mantenimiento rutinario, la organización debe tener preestablecer las actividades con frecuencias máximas de una semana, asimismo, la asignación de los responsables de la ejecución, debe poseer existencias de materiales y herramientas necesarias para la ejecución de las actividades asociadas. En esta etapa, se pretende o se debe establecer las actividades diarias

dentro del alcance de una semana que se van a realizar a los equipos, los cuales su ejecución se asignan a los operadores, así como prever la disponibilidad de los materiales y herramientas más utilizadas en las labores de este tipo de mantenimiento.

La situación actual del sistema de gestión de mantenimiento admitió una calificación de 39 %, los soportes de esta calificación se muestran en la tabla 4.10.

Tabla 4.10. Mantenimiento rutinario (principio: planificación)

Descripción	Puntos	Calificación
La Organización de mantenimiento tiene preestablecidas las actividades diarias y hasta semanales que se van a realizar a los objetos de mantenimiento, asignado los ejecutores responsables para llevar a cabo la acción de mantenimiento. La Organización de mantenimiento cuenta con una infraestructura y procedimientos para que las acciones de mantenimiento rutinario se ejecuten en forma organizada. La Organización de mantenimiento tiene un programa de mantenimiento rutinario, así como también un stock de materiales y herramientas de mayor uso para la ejecución de este tipo de mantenimiento	100	39
Deméritos	Deméritos	Calificación
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.	20	15
Falta de documentación sobre instrucciones de mantenimiento para la generación de acciones de mantenimiento rutinario.	20	15
Los operarios no están bien informados sobre el mantenimiento a realizar.	20	10
No se tiene establecida una coordinación con la unidad de producción para ejecutar las labores de mantenimiento rutinario.	20	5
Las labores de mantenimiento rutinario no son realizadas por el personal más adecuado según la complejidad y dimensiones de la actividad a ejecutar.	10	6
No se cuenta con un stock de materiales y herramientas de mayor uso para la ejecución de este tipo de mantenimiento.	10	10
Porcentaje de cumplimiento del principio		39,00%

Fuente: el autor (2018)

La organización no posee descritas las instrucciones técnicas para la ejecución del mantenimiento rutinario a los sistemas de producción, asimismo, no poseen la documentación sobre dichas instrucciones de mantenimiento. Se observó que no todos los operadores de producción y compresión están sobre el mantenimiento a ejecutar, lo que indica que existe una coordinación deficiente entre la unidad de producción operaciones para la ejecución de las acciones de mantenimiento. De forma similar, se evidenció la ausencia de un stock de materiales y herramientas de mayor uso para la ejecución del mantenimiento rutinario.

4.1.4.2. Programación e Implantación del Mantenimiento Rutinario

Este proceso se realiza con el fin de establecer una fecha específica para la ejecución de las actividades de mantenimiento rutinario y sus frecuencias, las cuales deben ser menores a una semana, de manera que no interrumpa las labores naturales de los operadores de producción.

Este principio del mantenimiento rutinario, indica que las actividades deben estar programadas de manera que el tiempo de ejecución no interrumpa el proceso productivo o la operación que se esté ejecutando o se vaya a ejecutar, así como las frecuencias de dichas actividades deben ser menores o igual a una semana, además, se debe garantizar la inspección y supervisión de la ejecución de las actividades.

La calificación obtenida para este principio fue 32,5 %, en la tabla 4.11 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 4.11. Mantenimiento rutinario (principio: programación e implantación)

Descripción	Puntos	Calificación
Las acciones de mantenimiento rutinario están programadas de manera que el tiempo de ejecución no interrumpa el proceso productivo, la frecuencia de ejecución de las actividades son menores o iguales a una semana. La implantación de las actividades de mantenimiento rutinario lleva consigo una supervisión que permita controlar la ejecución de dichas actividades	80	26
Deméritos	Deméritos	Calificación
No existe un sistema donde se identifique el programa de mantenimiento rutinario.	15	11
La programación de mantenimiento rutinario no está definida de manera clara y detallada.	10	10
Existe el programa de mantenimiento pero no se cumple con la frecuencia estipulada, ejecutando las acciones de manera variable y ocasionalmente.	10	7
Las actividades de mantenimiento rutinario están programadas durante todos los días de la semana, impidiendo que exista holgura para el ajuste de la programación.	10	4
La frecuencia de las acciones de mantenimiento rutinario (limpieza, ajuste, calibración y protección) no están asignadas a un momento específico de la semana.	10	10
No se cuenta con el personal idóneo para la implantación del plan de mantenimiento rutinario.	10	4
No se tienen claramente identificados a los sistemas que conformarán parte de las actividades de mantenimiento rutinario.	10	6
La organización no tiene establecida una supervisión para el control de ejecución de las actividades de mantenimiento rutinario.	5	2
Porcentaje de cumplimiento del principio		32,50%

Fuente: el autor (2018)

La organización de mantenimiento no posee un sistema donde se muestre el programa de mantenimiento rutinario, lo que genera que no se defina de forma adecuada y clara del programa rutinario. En vista de que no se posee el programa rutinario de forma clara, no se cumple con el mismo ya que no se encuentra asignado a un momento específico de la semana.

4.1.4.3. Control y Evaluación

Para el control y evaluación del mantenimiento rutinario, el departamento debe disponer de mecanismos que permitan llevar registros de las fallas, causas, tiempos de parada, materiales y herramientas utilizadas. Y medidas necesarias para verificar que se cumplan las acciones de mantenimiento rutinario programadas. La calificación obtenida en el diagnóstico para este principio fue 28,57 % (tabla 4.12)

Tabla 4.12. Mantenimiento rutinario (principio: control y evaluación)

Descripción	Puntos	Calificación
El departamento de mantenimiento dispone de mecanismos que permitan llevar registros de las fallas, causas, tiempos de parada, materiales y herramientas utilizadas. Se lleva un control del mantenimiento de los diferentes objetos. El departamento dispone de medidas necesarias para verificar que se cumplan las acciones de mantenimiento rutinario programadas. Se realizan evaluaciones periódicas de los resultados de la aplicación del mantenimiento rutinario	70	20
Deméritos	Deméritos	Calificación
No se dispone de una ficha para llevar el control de los manuales de servicio, operación y partes.	10	8
No existe un seguimiento desde la generación de las acciones técnicas de mantenimiento rutinario, hasta su ejecución.	15	7
No se llevan registros de las acciones de mantenimiento rutinario realizadas.	5	0
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.	10	5
No existen formatos que permitan recoger información en cuanto a consumo de ciertos insumos requeridos para ejecutar mantenimiento rutinario permitiendo presupuestos más reales.	5	5
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.	5	5
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.	20	20
Porcentaje de cumplimiento del principio		28,57%

Fuente: el autor (2018)

La organización lleva registros de las acciones de mantenimiento rutinario realizadas. Por otra parte, no existen formatos de control ni de recopilación de información sobre el mantenimiento rutinario, lo que no permite ejercer control sobre el consumo de recursos dificultando la evaluación el mantenimiento rutinario basado en recursos utilizados y su comparación con otros tipos de mantenimiento.

El porcentaje de cumplimiento del área de mantenimiento rutinario es de 34 %, lo que indica que el área se encuentra *deficiente*. En la figura 4.5, los resultados mostrados representan el porcentaje de incidencia de cada uno de los principios en la calificación general obtenida por el área. El aporte del principio de “planificación”, “programación e implantación” y “control y evaluación” representa el 39 %, 32,50 % y 28,57 % respectivamente.

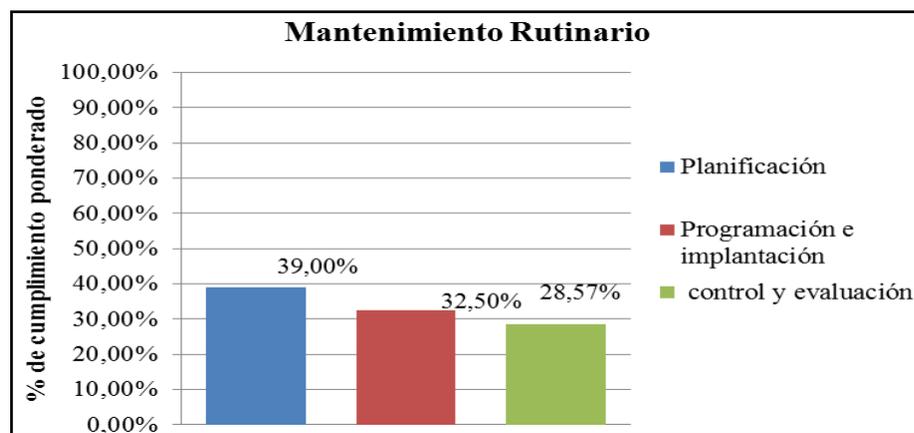


Figura 4.5. Calificaciones ponderadas del área “mantenimiento rutinario”
Fuente: el autor (2018)

4.1.5. Área V: Mantenimiento Programado

Este es un mantenimiento preventivo que se realiza a un intervalo de tiempo predetermina o después de cierto número de horas de operación de los equipos. El mantenimiento programado hace uso prioritario a las sugerencias realizadas por el fabricante de los equipos en los manuales de operación y mantenimiento así como de

la experiencia de los trabajadores para establecer frecuencias de revisión y sustitución de partes y piezas de los equipos.

4.1.5.1. Planificación del Mantenimiento Programado

Para este tipo de mantenimiento, debe contar con una infraestructura y un procedimiento para que las acciones se realicen de forma organizada, así como poseer un programa de mantenimiento programado donde se especifique las actividades con frecuencia entre quincenales y anuales a ser ejecutadas a los equipos y contar la determinación de cargas de trabajo por medio de las instrucciones de los fabricantes, constructores y experiencias de los trabajadores.

La organización de mantenimiento obtuvo una calificación de 40 % de cumplimiento con el principio de planificación del mantenimiento programado (tabla 4.13). En ella, se resumen las calificaciones asignadas a cada demérito en función de cumplimiento e incidencias.

Tabla 4.13. Mantenimiento programado (principio: planificación)

Descripción	Puntos	Calificación
<p>La Organización de mantenimiento cuenta con una infraestructura y procedimiento para que las acciones de mantenimiento programado se lleven en una forma organizada. La Organización de mantenimiento tiene un programa de mantenimiento programado en el cual se especifican las acciones con frecuencia desde quincenal y hasta anuales a ser ejecutadas a los objetos de mantenimiento. La Organización de mantenimiento cuenta con estudios previos para determinar las cargas de trabajo por medio de las instrucciones de mantenimiento recomendadas por los fabricantes, constructores, usuarios, experiencias conocidas, para obtener ciclos de revisión de los elementos más importantes</p>	100	40

Tabla 4.13. Continuación

Deméritos	Deméritos	Calificación
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.	20	15
La empresa no posee un estudio donde especifiquen las necesidades reales y objetivas para los diferentes objetos de mantenimiento, instalaciones y edificaciones.	15	10
No se tienen planificadas las acciones de mantenimiento programado en orden de prioridad, y en el cual se especifiquen las acciones a ser ejecutadas a los objetos de mantenimiento, con frecuencias desde quincenales hasta anuales.	15	5
La información para la elaboración de instrucciones técnicas de mantenimiento programado, así como sus procedimientos de ejecución, es deficiente.	20	10
No se dispone de los manuales y catálogos de todas las máquinas.	10	8
No se ha determinado la fuerza laboral necesaria para llevar a cabo todas las actividades de mantenimiento, con una frecuencia establecida para dichas revisiones, distribuidas en un calendario anual.	10	5
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.	10	7
Porcentaje de cumplimiento del principio		40,00%

Fuente: el autor (2018)

En función de la evaluación del área de mantenimiento programado y los datos recopilados se pudo determinar que la organización no posee estudio que permitan determinar la determinación de las cargas e trabajos y ciclos de revisión de los equipos, asimismo, no poseen los estudios completos de las necesidades reales y objetivas de mantenimiento de los equipos instalados, lo que se traduce directamente en que no se posean planes de mantenimiento programado donde se indique el orden de prioridad, el tipo y la descripción de las acciones a ejecutar con frecuencias entre anuales y quincenales.

Esta condición revela la mala situación del área de mantenimiento programado, donde se observa la ausencia de la determinación de la fuerza laboral requerida para la ejecución de las acciones de mantenimiento y la ausencia de una coordinación conjunta con los demás entes de la empresa que garanticen la disponibilidad de los equipos para ejecutar las actividades de mantenimiento y la coordinación logística de las mismas.

4.1.5.2. Programación e Implantación del Mantenimiento Programado

Para la programación e implantación del mantenimiento programado, la organización debe tener establecidas instrucciones detalladas para revisar cada elemento de los objetos sujetos a acciones de mantenimiento, con una frecuencia establecida para dichas revisiones, distribuidas en un calendario anual. La programación de actividades posee la elasticidad necesaria para llevar a cabo las acciones en el momento conveniente sin interferir con las actividades de producción y disponer del tiempo suficiente para los ajustes que requiere la programación. La calificación obtenida para este principio fue de 37,50 % de cumplimiento (tabla 4.14).

Tabla 4.14. Mantenimiento programado (principio: programación e implantación)

Descripción	Puntos	Calificación
La organización tiene establecidas instrucciones detalladas para revisar cada elemento de los objetos sujetos a acciones de mantenimiento, con una frecuencia establecida para dichas revisiones, distribuidas en un calendario anual. La programación de actividades posee la elasticidad necesaria para llevar a cabo las acciones en el momento conveniente sin interferir con las actividades de producción y disponer del tiempo suficiente para los ajustes que requiere la programación	80	30
Deméritos	Deméritos	Calificación
No existe un sistema donde se identifique el programa de mantenimiento programado.	20	10

Tabla 4.14. Continuación

Deméritos	Deméritos	Calificación
Las actividades están programadas durante todas las semanas del año, impidiendo que exista una holgura para el ajuste de la programación.	10	5
Existe el programa de mantenimiento pero no se cumple con la frecuencia estipulada, ejecutando las acciones de manera variable y ocasionalmente.	15	15
No existe un estudio de las condiciones reales de funcionamiento y las necesidades de mantenimiento.	10	10
No se tiene un procedimiento para la implantación de los planes de mantenimiento programado.	10	4
La organización no tiene establecida una supervisión sobre la ejecución de las acciones de mantenimiento programado.	15	6
Porcentaje de cumplimiento del principio		37,50%

Fuente: el autor (2018)

La organización no posee identificado el programa de mantenimiento programado ya que no existe completamente, se estima que un 30 % de los equipos posean un programa de mantenimiento incompleto o iniciado en su elaboración, al no existir estos programas los mismos no se cumplen sino que se realizan acciones de mantenimiento de manera variable de acuerdo a la percepción de los trabajadores.

No existen estudios adecuados donde se presenten las condiciones reales de funcionamiento y necesidades reales de mantenimiento, aunado a esto, no se cuenta con procedimientos de implantación de los planes de mantenimiento preventivo y existe supervisión deficiente sobre la ejecución de las actividades de mantenimiento.

4.1.5.2. Control y Evaluación del Mantenimiento Programado

Para este principio, la organización debe contar con mecanismos eficientes para llevar a cabo el control y la evaluación de las actividades de mantenimiento

enmarcadas en la programación. La calificación obtenida para este principio fue 20% de cumplimiento (tabla 4.15).

Tabla 4.15. Mantenimiento programado (principio: control y evaluación)

Descripción	Puntos	Calificación
La organización dispone de mecanismos eficientes para llevar a cabo el control y la evaluación de las actividades de mantenimiento enmarcadas en la programación	70	14
Deméritos	Deméritos	Calificación
No se controla la ejecución de las acciones de mantenimiento programado	15	6
No se llevan las fichas de control de mantenimiento por cada objeto de mantenimiento.	10	10
No existen planillas de programación anual por semanas para las acciones de mantenimiento a ejecutarse y su posterior	10	7
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.	5	3
No existen formatos que permitan recoger información en cuanto al consumo de ciertos insumos requeridos para ejecutar mantenimiento programado para estimar presupuestos más reales.	5	5
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.	5	5
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.	20	20
Porcentaje de cumplimiento del principio		20,00%

Fuente: el autor (2018)

En función de los datos obtenidos, se pudo definir que la superintendencia de mantenimiento operacional no cuenta con las fichas de cada uno de los equipos instalados en el área de compresión del Centro Operativo San Joaquín, igualmente, no disponen de plantillas de programación anual por semanas para las actividades a

ejecutar característica que es definida por la ausencia de programas de este tipo de mantenimiento.

La ausencia de formatos de control para verificar el cumplimiento del mantenimiento programado, formatos que permitan recopilar la información del consumo de recursos requeridos y/o utilizados para ejecutar el mantenimiento programado y la ausencia de evaluación del mantenimiento programado en términos económicos y utilización de recursos, indica que la organización no ejerce un adecuado control y evaluación del mantenimiento programado.

El porcentaje de cumplimiento del área de mantenimiento programado es de 33,60%, lo que indica que el área se encuentra *deficiente*. En la figura 4.6, los resultados mostrados representan el porcentaje de incidencia de cada uno de los principios en la calificación general obtenida por el área. La calificación obtenida del principio de “planificación”, “programación e implantación” y “control y evaluación” representa el 40 %, 37,50 % y 20 % respectivamente.

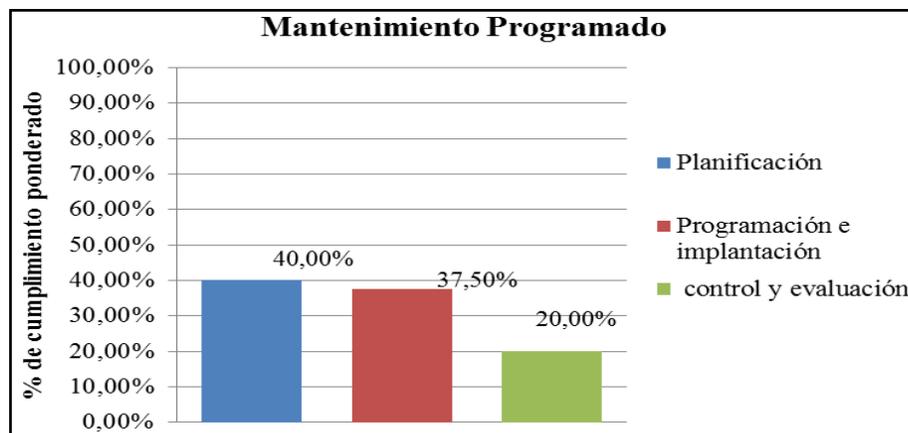


Figura 4.6. Calificaciones ponderadas del área “mantenimiento programado”

Fuente: el autor (2018)

4.1.6. Área VI: Mantenimiento Circunstancial

Este tipo de mantenimiento, hace referencia a la combinación de distintos tipos de mantenimiento aplicado solo a máquinas y equipos que son utilizados de forma alterna o circunstancial. Este es definido como una combinación de mantenimiento rutinario, programado, avería y correctivo, solo que a diferencia de estos por separados, el circunstancial se aplica a equipos, que se encuentran instalados de forma alterna, es decir, aquellos que poseen un respaldo al momento de fallar.

4.1.6.1. Planificación del Mantenimiento Circunstancial

Para este tipo principio, la organización debe incluir dentro de los planes de trabajo lo correspondiente a los equipos que son utilizados de forma alterna y circunstancial. La calificación obtenida para este principio fue 22 % de cumplimiento (tabla 4.16)

Tabla 4.16. Mantenimiento circunstancial (principio: planificación)

Descripción	Puntos	Calificación
La ejecución de actividades d objetos de mantenimiento que se utilizan en forma circunstancial o alterna, está dentro de los planes de la organización de mantenimiento y la ejecución de estas actividades, está en coordinación con el departamento de producción y otros entes de la organización	100	22
Deméritos	Deméritos	Calificación
Los objetos que van a ser sometidos a acciones de mantenimiento circunstancial no están claramente definidos	20	15
No existen formularios con datos de los objetos sujetos a acciones de mantenimiento circunstancial para cuando se tome la decisión de utilizar dichos objetos	20	20
No existe coordinación con el departamento de mantenimiento para la ejecución de las acciones de mantenimiento circunstancial	20	10

Tabla 4.16. Continuación

Deméritos	Deméritos	Calificación
El personal no está en capacidad de absorber la carga de trabajo de mantenimiento circunstancial	20	20
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	20	13
Porcentaje de cumplimiento del principio		22,00%

Fuente: el autor (2018)

Se observó que no se poseen definidos los equipos que son sometidos a mantenimiento circunstancial, debido a que los equipos instalados se encuentran operativos aun cuando el sistema de compresión posee equipos instalados en paralelo son mantenidos en operación y no como respaldos entre sí.

La superintendencia de mantenimiento no posee formularios con datos de los equipos sujetos a mantenimiento circunstancial, aunado a esto, el personal no cuenta con la capacidad de absorber las cargas de trabajo de este tipo de mantenimiento.

4.1.6.2. Programación e Implantación del Mantenimiento Circunstancial

Se establece que las actividades de mantenimiento circunstancial deben ser claramente definidas y diferenciadas dentro de la programación del mantenimiento, donde se identifique la prioridad, frecuencia y tiempo de ejecución de la misma, así como encontrarse programada de forma racional, con la elasticidad adecuada para su ajuste y la previsión de los sistemas que sustituirán a los equipos que sean desincorporados por defecto y otros. En este principio la organización obtuvo una calificación de 43,75 % de cumplimiento (tabla 4.17).

Tabla 4.17. Mantenimiento circunstancial (principio: programación e implantación)

Descripción	Puntos	Calificación
Dentro de la programación de las actividades de mantenimiento, se tiene claramente definido y diferenciado el mantenimiento circunstancial. Cada una de las actividades a ejecutarse posee la debida y correspondiente prioridad, frecuencia tiempo de ejecución. Las actividades de mantenimiento circunstancial están programadas en forma racional, con cierta elasticidad para atacar fallas. Se tienen previstos los sistemas que sustituirán a los equipos desincorporados por defectos de los mismos	80	35
Deméritos	Deméritos	Calificación
El mantenimiento circunstancial se realiza sin ningún tipo de basamento técnico	15	5
No existe información clara y detallada sobre las acciones a ejecutarse en mantenimiento circunstancial en el momento en que sea requerido	20	10
La organización de mantenimiento realiza las actividades de mantenimiento circunstancial sin considerar a los otros entes de la empresa	15	5
No se tiene previsto que sistemas sustituirán a los objetos desincorporados	15	15
Las actividades de mantenimiento circunstancial se realizan según el programa existente, pero no se dispone de la holgura necesaria para atender situaciones imprevistas	15	10
Porcentaje de cumplimiento del principio		43,75%

Fuente: el autor (2018)

La superintendencia no posee información clara y detallada de las acciones de mantenimiento circunstancial a ser ejecutadas, lo que indica deficiencias en el proceso de planificación de este tipo de mantenimiento, esta ausencia crea la situación en la que no se posea conocimiento sobre cuáles serán los sistemas que sustituirán a los objetos desincorporados, ya que no se tiene conocimiento o no se encuentran identificados los equipos de respaldo.

Aun así, se expresa que todas las acciones de mantenimiento que se ejecutan son coordinadas y ejecutadas considerando los demás entes de la gerencia de Centro Operativo San Joaquín.

4.1.6.3. Control y Evaluación del Mantenimiento Circunstancial

La organización de mantenimiento debe poseer medidas y medios efectivos para llevar el control de la ejecución de las actividades de mantenimiento en el momento establecido. El principio de control y evaluación del mantenimiento circunstancial obtuvo una calificación de 20 % de cumplimiento (tabla 4.18)

Tabla 4.18. Mantenimiento circunstancial (principio: control y evaluación)

Descripción	Puntos	Calificación
La organización dispone de medios efectivos para llevar a cabo el control de ejecución de las actividades de mantenimiento circunstancial en el momento establecido. Se llevan registros y estos son tomados en cuenta para determinar la incidencia de mantenimiento circunstancial en el sistema, además se evalúa continuamente para realizar las mejoras pertinentes	70	14
Deméritos	Deméritos	Calificación
La organización no cuenta con los procedimientos de control de ejecución adecuados para las actividades del mantenimiento circunstancial	15	11
La organización no cuenta con medios para la evaluación de las acciones de mantenimiento circunstancial, de acuerdo con los criterios tanto técnicos como económicos.	15	15
No se cuenta con mecanismos que permitan disminuir las interrupciones en la producción como consecuencia de las actividades de mantenimiento circunstancial	10	10
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.	20	10
Porcentaje de cumplimiento del principio		20,00%

Fuente: el autor (2018)

La organización no cuenta con los procedimientos de control de ejecución de las actividades de este tipo de mantenimiento, asimismo, no dispone de los medios de evaluación de este tipo de mantenimiento basado en criterios técnicos y económicos ni de mecanismos que permitan disminuir las interrupciones en la producción por

efecto de las actividades de mantenimiento circunstancial. Se observa la deficiencia clara que posee la organización en términos de control y evaluación de los diferentes tipos de mantenimiento.

El porcentaje de cumplimiento del área de mantenimiento circunstancial es de 28,40 %, lo que indica que el área se encuentra *deficiente*. En la figura 4.7, los resultados mostrados representan el porcentaje de incidencia de cada uno de los principios en la calificación general obtenida por el área. La calificación obtenida del principio de “planificación”, “programación e implantación” y “control y evaluación” fueron 22 %, 43,75 % y 20 % respectivamente.

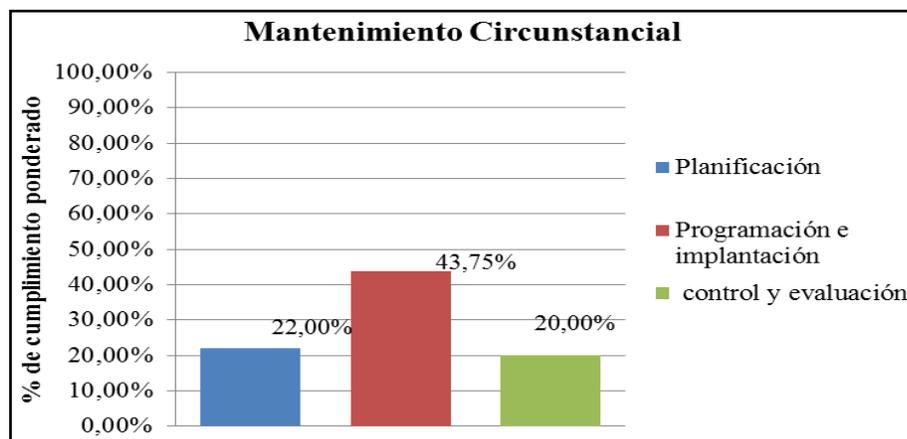


Figura 4.7. Calificaciones ponderadas del área “mantenimiento circunstancial”

Fuente: el autor (2018)

4.1.7. Área VII: Mantenimiento Correctivo

Este tipo de mantenimiento, abarca las actividades encaminadas a tratar de eliminar la necesidad de mantenimiento, corrigiendo las fallas de manera integral a mediano plazo, atacando directamente la causa raíz. Se analizó como se lleva a cabo las actividades de mantenimiento correctivo en el Centro Operativo San Joaquín, verificando si se lleva a cabo una planificación, programación y control de este tipo

de mantenimiento y así comprobar el grado de cumplimiento de los principios establecidos.

4.1.7.1. Planificación del Mantenimiento Correctivo

La norma establece un principio en el que la organización debe contar con una infraestructura y procedimiento para que las acciones de mantenimiento correctivo se lleven a una forma planificada. El registro de información de fallas permite una clasificación y estudio que facilite su corrección. La calificación obtenida en este principio fue de 45 % de cumplimiento (tabla 4.19)

Tabla 4.19. Mantenimiento correctivo (principio: planificación)

Descripción	Puntos	Calificación
La organización cuenta con una infraestructura y procedimiento para que las acciones de mantenimiento correctivo se lleven a una forma planificada. El registro de información de fallas permite una clasificación y estudio que facilite su corrección.	100	45
Deméritos	Deméritos	Calificación
No se llevan registros por escrito de aparición de fallas para actualizarlas y evitar su futura presencia.	30	22
No se clasifican las fallas para determinar cuales se van a atender o a eliminar por medio de la corrección.	30	15
No se tiene establecido un orden de prioridades, con la participación de la unidad de producción para ejecutar las labores de mantenimiento correctivo.	20	10
La distribución de las labores de mantenimiento correctivo no es analizada por el nivel superior, a fin de que según la complejidad y dimensiones de las actividades a ejecutar se tome la decisión de detener una actividad y emprender otra que tenga más importancia.	20	8
Porcentaje de cumplimiento del principio		45,00%

Fuente: el autor (2018)

Se evidenció la ausencia de los registros de fallas suscitadas a los equipos así como su clasificación a fin de conocer cuáles deben ser atendidas por medio de la

corrección. De forma similar, no se establece un orden de prioridades, con la participación de la unidad de producción para ejecutar las labores de mantenimiento correctivo.

Por otra parte, se observó que las decisiones orientadas a las labores de mantenimiento correctivo son analizadas por el nivel superior para así en función de su alcance se decida si detener una actividad e iniciar otra, esto cuando existe la prioridad de poner en funcionamiento alguno de los equipos críticos del sistema de producción sobre otro de menor incidencia en la operatividad.

4.1.7.2. Programación e Implantación del Mantenimiento Correctivo

Este principio dicta que las actividades de mantenimiento correctivo deben realizarse siguiendo una secuencia programada, de manera que cuando ocurra una falla no se pierda tiempo ni se pare la producción. La organización de mantenimiento debe contar con programas, planes, recursos y personal para ejecutar mantenimiento correctivo de la forma más eficiente y eficaz posible. La superintendencia cumple con este principio en un 47,50 % (tabla 4.20)

Tabla 4.20. Mantenimiento correctivo (principio: programación e implantación)

Descripción	Puntos	Calificación
Las actividades de mantenimiento correctivo se realizan siguiendo una secuencia programada, de manera que cuando ocurra una falla no se pierda tiempo ni se pare la producción. Cuenta con programas, planes, recursos y personal para ejecutar mantenimiento correctivo de la forma más eficiente y eficaz posible. La implantación de los programas de mantenimiento correctivo se realiza en forma progresiva.	80	38
Deméritos	Deméritos	Calificación
No se tiene establecida la programación de ejecución de las acciones de mantenimiento correctivo.	20	7

Tabla 4.20. Continuación

Deméritos	Deméritos	Calificación
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.	20	10
No existe una buena distribución del tiempo para hacer mantenimiento correctivo.	20	15
El Personal encargado para la ejecución del mantenimiento correctivo, no está capacitado para tal fin	20	10
Porcentaje de cumplimiento del principio		47,50%

Fuente: el autor (2018)

La organización posee establecida una programación de las actividades de mantenimiento que deben ser ejecutadas a los equipos que lo requieren, esto se realiza de acuerdo a un nivel de prioridad establecida en la planificación de acuerdo a la importancia de las fallas. Por otra parte, se observó la ausencia de una buena distribución del tiempo para hacer el mantenimiento correctivo.

4.1.7.3. Control y Evaluación del Mantenimiento Correctivo

Para ejercer el control del mantenimiento correctivo y evaluar su administración, la organización debe poseer un sistema de control para conocer cómo se ejecuta este tipo de mantenimiento, debe poseer formatos, planillas o fichas de control de materiales, repuestos y horas hombre utilizadas en este tipo de mantenimiento. De acuerdo con los datos obtenidos la organización obtuvo un calificación de 35,71 % de cumplimiento.

Tabla 4.21. Mantenimiento correctivo (principio: control y evaluación)

Descripción	Puntos	Calificación
La Organización de mantenimiento posee un sistema de control para conocer cómo se ejecuta el mantenimiento correctivo. Posee todos los formatos planillas o fichas de control de materiales, repuestos y horas - hombre utilizadas en este tipo de mantenimiento. Se evalúa la eficiencia y cumplimiento de los programas establecidos con la finalidad de introducir los correctivos necesarios	70	25
Deméritos	Deméritos	Calificación
No existen mecanismos de control periódicos que señalen el estado y avance de las operaciones de mantenimiento correctivo.	15	10
No se llevan registros del tiempo de ejecución de cada operación.	15	15
No se llevan registros de la utilización de materiales y repuestos en la ejecución de mantenimiento correctivo.	20	10
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.	20	10
Porcentaje de cumplimiento del principio		35,71%

Fuente: el autor (2018)

Se visualizó la inexistencia de registros de tiempos de ejecución de las actividades de mantenimiento correctivo, de igual forma, la ausencia parcial de registros de utilización de materiales y repuestos utilizados en las correcciones de los equipos así como el control periódicos que indiquen el avance de las mismas. De forma similar, se expresó que la recopilación de la información no permite evaluar el mantenimiento correctivo en términos de recursos ya que los datos recolectados son insuficientes.

El porcentaje de cumplimiento del área de mantenimiento correctivo es de 43,20 %, lo que indica que el área se encuentra *regular*. En la figura 4.8, los resultados mostrados representan el porcentaje de incidencia de cada uno de los principios en la calificación general obtenida por el área. La calificación obtenida del

principio de “planificación”, “programación e implantación” y “control y evaluación” representa el 45 %, 47,50 % y 35,71 % respectivamente.

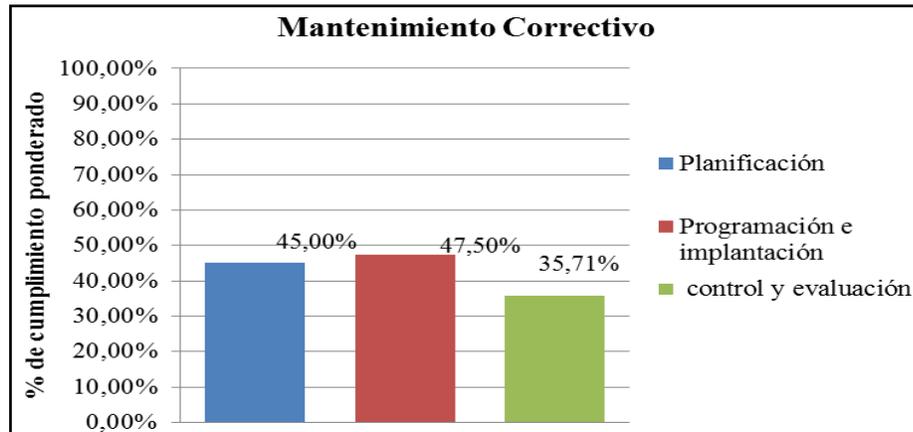


Figura 4.8. Calificaciones ponderadas del área “mantenimiento correctivo”

Fuente: el autor (2018)

4.1.8. Área VIII: Mantenimiento Preventivo

De acuerdo con los estándares de la norma, este tipo de mantenimiento debe cumplir con aspectos relacionados con la determinación de parámetros de mantenimiento siendo confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad, además debe tomar en cuenta dichos parámetros para realizar la planificación de las acciones y actividades, siendo punto de partida para lograr una programación e implantación acertada, y facilitar los controles y evaluación del cumplimiento de las mismas.

Esta área del sistema de mantenimiento, se desprende del estudio de la aparición de las fallas, las cuales ameritan su prevención de acuerdo a su impacto negativo en los equipos e instalaciones, para lo que se utiliza todos los medios disponibles, incluyendo métodos estadísticos, para determinar la frecuencia de revisión, inspección y sustitución de piezas claves, con el propósito de adelantarse a la aparición de las fallas.

4.1.8.1. Determinación de Parámetros

La determinación de parámetros de mantenimiento hace referencia a los estudios estadísticos de la información de los equipos a fin de detectar valores de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad como principales indicadores de gestión técnica de mantenimiento, es decir, estos permiten evaluar la gestión sobre los equipos que la organización tiene por objetivo mantener operativo dentro de un presupuesto y costo aceptable. En cuanto a este principio la superintendencia obtuvo una calificación de 18,75 % (tabla 4.22).

Tabla 4.22. Mantenimiento preventivo (principio: determinación de parámetros)

Descripción	Puntos	Calificación
La organización tiene establecido por objetivo lograr efectividad del sistema asegurando la disponibilidad de objetos de mantenimiento mediante el estudio de confiabilidad y mantenibilidad. La organización dispone de todos los recursos para determinar la frecuencia de inspecciones, revisiones y sustituciones de piezas aplicando incluso métodos estadísticos, mediante la determinación de los tiempos entre fallas y de los tiempos de paradas.	80	15
Deméritos	Deméritos	Calificación
La organización no cuenta con el apoyo de los diferentes recursos de la empresa para la determinación de los parámetros de mantenimiento.	20	10
La organización no cuenta con estudios que permitan determinar la confiabilidad y mantenibilidad de los objetos de mantenimiento.	20	20
No se tienen estudios estadísticos para determinar la frecuencia de las revisiones y sustituciones de piezas claves.	20	20
No se llevan registros con los datos necesarios para determinar los tiempos de parada y los tiempos entre fallas.	10	10
El personal de la organización de mantenimiento no está capacitado para realizar estas mediciones de tiempos de parada y entre fallas.	10	5
Porcentaje de cumplimiento del principio		18,75%

Fuente: el autor (2018)

La organización posee un situación deficiente en cuanto al principio de la determinación de parámetros de mantenimiento ya que no poseen los estudios estadísticos para determinar la frecuencia de revisiones y sustitución de piezas claves, y se presenta la ausencia de registros de datos para determinar los tiempos de paradas y entre fallas, lo que repercute en la determinación de la confiabilidad y mantenibilidad de los equipos de producción. Puede decirse que la mayoría de los trabajadores conoce como hacer las mediciones de los tiempos entre fallas y fuera de servicios. Esta situación refleja las deficiencias de la organización en la determinación de los parámetros de mantenimiento, puesto que no se realizan dichos estudios.

4.1.8.2. Planificación del Mantenimiento Preventivo

La norma establece en este principio que la organización debe dispone de un estudio previo que le permita conocer los objetos que requieren mantenimiento preventivo. Dicho estudio hace referencia a la aplicación de técnicas estadísticas y de gestión para así determinar las actividades que requieren ser ejecutadas a fin de evitar la aparición de posibles fallas potenciales. En la evaluación se obtuvo una calificación de 25 % de cumplimiento (tabla 4.23).

Tabla 4.23. Mantenimiento preventivo (principio: planificación)

Descripción	Puntos	Calificación
La organización dispone de un estudio previo que le permita conocer los objetos que requieren mantenimiento preventivo. Se cuenta con una infraestructura de apoyo para realizar mantenimiento preventivo	40	10
Deméritos	Deméritos	Calificación
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	20	10

correctiva.		
-------------	--	--

Tabla 4.23. Continuación

Deméritos	Deméritos	Calificación
La organización no cuenta con fichas o tarjetas normalizadas donde se recoja la información técnica básica de cada objeto de mantenimiento inventariado.	20	20
Porcentaje de cumplimiento del principio		25,00%

Fuente: el autor (2018)

Se observa en la tabla 4.23, que la organización no cuenta con las fichas normalizadas para recoger la información técnica básica de los equipos instalados, asimismo existen sistemas del área de compresión que no han sido delimitados, es decir no se conoce si pertenecen al programa de mantenimiento preventivo esto se presenta debido a la ausencia de los estudios para detectar las necesidades reales y objetivas de mantenimiento de los equipos.

4.1.8.3. Programación e Implantación del Mantenimiento Preventivo

El principio establece que las actividades de mantenimiento preventivo se programan de forma racional, de manera que el sistema posea la elasticidad necesaria para llevar a cabo las acciones en el momento conveniente y disponer del tiempo suficiente para los ajustes que requiera la programación. La implantación de los programas de mantenimiento preventivo se realiza en forma progresiva. Sin embargo, se detectó a través de la recolección de datos que no todas las acciones de mantenimiento preventivo no se encuentran asignadas a un día específico. Los ordenes de trabajo no son emitidas con antelación que permita planificar las actividades a ejecutar, esto representa un problema para el cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo (cuando existe) en este caso existe pero solo

para pocos equipos. Asimismo, se detectó que las políticas no se ajustan a la realidad de la empresa, ya que no se realizan estudios de fallas que permitan determinar las acciones adecuadas a ejecutar y así verificar si se posee la capacidad para absorber la carga de trabajo. Los resultados de la aplicación de la norma se muestran en la tabla 4.24, donde se visualiza un calificación de 38,57 % de cumplimiento con los estándares.

Tabla 4.24. Mantenimiento preventivo (principio: programación e implantación)

Descripción	Puntos	Calificación
Las actividades de mantenimiento preventivo están programadas en forma racional, de manera que el sistema posea la elasticidad necesaria para llevar a cabo las acciones en el momento conveniente, no interferir con las actividades de producción y disponer del tiempo suficiente para los ajustes que requiera la programación. La implantación de los programas de mantenimiento preventivo se realiza en forma progresiva.	70	27
Deméritos	Deméritos	Calificación
Las frecuencias de las acciones de mantenimiento preventivo no están asignadas a un día específico en los períodos de tiempo correspondientes.	20	10
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.	15	10
Las actividades de mantenimiento preventivo están programadas durante todas las semanas del año, impidiendo que exista holgura para el ajuste de la programación.	15	10
No existe apoyo hacia la organización que permita la implantación progresiva del programa de mantenimiento preventivo.	10	5
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.	10	8
Porcentaje de cumplimiento del principio		38,57%

Fuente: el autor (2018)

4.1.8.4. Control y Evaluación del Mantenimiento Preventivo

Para cumplir con este principio, la organización debe contar con los recursos necesarios para el control de la ejecución de las acciones de mantenimiento preventivo y debe disponer de una evaluación de las condiciones reales del funcionamiento y de las necesidades de mantenimiento preventivo. La organización ejerce seguimiento, desde la emisión de la instrucción técnicas de ejecución de mantenimiento preventivo hasta que la misma sea ejecutada y cerrada.

De acuerdo con los datos recolectados, se puede decir que la organización de mantenimiento no realiza un seguimiento adecuado de la generación de instrucciones técnicas preventivas, asimismo no se cuenta con mecanismos para medir la eficiencia de los resultados a través de la medición de parámetros de mantenimiento. Se observó la ausencia parcial de las fichas técnicas de los equipos instalados en planta, de forma similar se evidenció que la información recopilada no permite realizar la medición y evaluación del mantenimiento preventivo en términos de recursos utilizados. La calificación obtenida por este principio fue de 21,67 % de cumplimiento (tabla 4.25)

Tabla 4.25. Mantenimiento preventivo (principio: control y evaluación)

Descripción	Puntos	Calificación
En la organización existen recursos necesarios para el control de la ejecución de las acciones de mantenimiento preventivo. Se dispone de una evaluación de las condiciones reales del funcionamiento y de las necesidades de mantenimiento preventivo.	60	13
Deméritos	Deméritos	Calificación
No existe un seguimiento desde la generación de las instrucciones técnicas de mantenimiento preventivo hasta su ejecución.	15	11
No existen los mecanismos idóneos para medir la eficiencia de los resultados a obtener en el mantenimiento preventivo hasta su ejecución.	15	11
La organización no cuenta con fichas o tarjetas donde se recoja la información básica de cada equipo inventariado.	10	5
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	20	20

comparación con los demás tipos de mantenimiento.		
Porcentaje de cumplimiento del principio		21,67%

Fuente: el autor (2018)

El porcentaje de cumplimiento del área de mantenimiento preventivo es de 32,40 %, lo que indica que el área se encuentra *deficiente*. En la figura 4.9, los resultados mostrados representan el porcentaje de incidencia de cada uno de los principios en la calificación general obtenida por el área. La calificación obtenida del principio de “determinación de parámetro” “planificación”, “programación e implantación” y “control y evaluación” representa el 38,75 %, 25 %, 38,57 % y 21,67 % respectivamente.

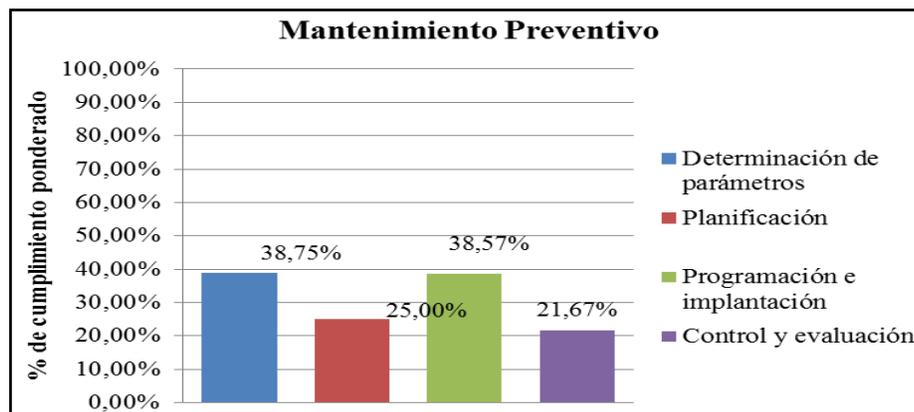


Figura 4.9. Calificaciones ponderadas del área “mantenimiento preventivo”

Fuente: el autor (2018)

4.1.9. Área IX: Mantenimiento por Avería

Los estándares de la norma indica que este tipo de mantenimiento debe cumplir con aspectos relacionados con la atención a las fallas que se presentan a los equipos, además de tener una supervisión sobre la ejecución de las actividades que pretenden corregir las fallas a fin de que los tiempos de ejecución sean los más reducidos,

asimismo debe realizar la documentación de la información de las fallas que se presenten.

4.1.9.1. Atención a las Fallas

La organización debe estar en capacidad de atender de una forma rápida y efectiva cualquier falla que se presente con el propósito de mantener en servicio los equipos, logrando funcionamiento a corto plazo, minimizando los tiempos de parada, y utilizar planillas de reporte de fallas, ordenes de trabajo, salida de materiales, órdenes de compra y requisición de trabajo, que faciliten la atención oportuna al objeto averiado.

Se determinó que la organización muchas veces realiza las reparaciones rápidamente con el propósito de evitar daños al sistema de producción y la parada prolongada de los equipos, en otras oportunidades la organización tarda en corregir las averías que se presentan debido a la presencia de alto tiempos administrativos por espera de materiales y repuestos.

Aunado a esto, se evidenció la ausencia de instructivos y procedimientos de registros de fallas y análisis de las averías, y los procedimientos de ejecución de las actividades para corregir las fallas y disminuir los tiempos de fuera de servicios de los equipos.

En cuanto a la emisión de las órdenes de mantenimiento, se observó que en muchos casos no se realiza su emisión sino que las actividades se ejecutan sin la misma. La emisión de las órdenes de mantenimiento por avería no se emite a través del sistema SAP PM, ya que no se realizan los avisos de fallas a través del mismo

sino que se realizan de forma verbal. La calificación obtenida en este principio fue de 41 % de cumplimiento (tabla 4.26)

Tabla 4.26. Mantenimiento por avería (principio: atención a las fallas)

Descripción	Puntos	Calificación
La organización está en capacidad para atender de una forma rápida y efectiva cualquier falla que se presente. La organización mantiene en servicio el sistema, logrando funcionamiento a corto plazo, minimizando los tiempos de parada, utilizando para ellos planillas de reporte de fallas, ordenes de trabajo, salida de materiales, órdenes de compra y requisición de trabajo, que faciliten la atención oportuna al objeto averiado.	100	41
Deméritos	Deméritos	Calificación
Cuando se presenta una falla ésta no se ataca de inmediato provocando daños a otros sistemas interconectados y conflictos entre el personal.	20	11
No se cuenta con instructivos de registros de fallas que permitan el análisis de las averías sucedidas para cierto período.	20	10
La emisión de órdenes de trabajo para atacar una falla no se hace de una manera rápida.	15	8
No existen procedimientos de ejecución que permitan disminuir el tiempo fuera de servicio del sistema.	15	10
Lo tiempos administrativos, de espera por materiales o repuestos, y de localización de la falla están presentes en alto grado durante la atención de la falla.	15	15
No se tiene establecido un orden de prioridades en cuanto a atención de fallas con la participación de la unidad de producción.	15	5
Porcentaje de cumplimiento del principio		41,00%

Fuente: el autor (2018)

4.1.9.2. Supervisión y Ejecución

La organización de mantenimiento debe realizar los ajustes, arreglos de defectos y atención a reparaciones urgentes inmediatamente después de que ocurre la

falla, supervisando las actividades se realiza por personal, para ello, se debe contar con los diferentes recursos para la atención de las averías como equipos, herramientas y materiales requeridos. La calificación obtenida para este principio fue de 38,75 % de cumplimiento (tabla 4.27).

Tabla 4.27. Mantenimiento por avería (principio: Supervisión y ejecución)

Descripción	Puntos	Calificación
Los ajustes, arreglos de defectos y atención a reparaciones urgentes se hacen inmediatamente después de que ocurre la falla. La supervisión de las actividades se realiza frecuentemente por personal con experiencia en el arreglo de sistemas, inmediatamente después de la aparición de la falla, en el período de prueba. Se cuenta con los diferentes recursos para la atención de las averías.	80	31
Deméritos	Deméritos	Calificación
No existe un seguimiento desde la generación de las acciones de mantenimiento para avería hasta su ejecución.	20	10
La empresa no cuenta con el personal de supervisión adecuado para inspeccionar los equipos inmediatamente después de la aparición de la falla.	15	10
La supervisión es escasa o nula en el transcurso de la reparación y puesta en marcha del sistema averiado.	10	5
El retardo de la ejecución de las actividades de mantenimiento por avería ocasiona paradas prolongadas en el proceso productivo.	10	6
No se llevan registros para analizar las fallas y determinar la corrección definitiva o la prevención de las mismas.	5	3
No se llevan registros sobre el consumo, de materiales o repuestos utilizados en la atención de las averías.	5	5
No se cuenta con las herramientas, equipos e instrumentos necesarios para la atención de averías.	5	5
No existe personal capacitado para la atención de cualquier tipo de falla.	10	5
Porcentaje de cumplimiento del principio		38,75%

Fuente: el autor (2018)

Se pudo constatar que la organización ejerce una supervisión sobre las acciones de reparación de los equipos de sistema pero que las mismas no se realizan hasta su

ejecución, sino que se asigna la tarea al personal y este se encarga de ejecutar las actividades, las causas de esta deficiencias es que no se cuenta con el personal adecuado y capacitado de acuerdo a las actividades para ejercer supervisión.

En la mayoría de los casos, se presenta la situación en la que las averías no son reparadas rápidamente generando que los tiempos de paradas de los sistemas de producción se vean prolongados inevitablemente. Aunado a esto, no se poseen registros de los fallas y del consumo de materiales, repuestos y equipos usados en la reparación de las averías.

La condición más crítica de este principio es que la organización no posee las herramientas, equipos e instrumentos necesarios para la atención de las fallas, aunque exista la supervisión adecuada y otros aspectos, la ausencia de herramientas y recursos se ve reflejada en el aumento de los tiempos de paradas de los equipos.

4.1.9.3. Información de las Averías

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

En cuanto a este principio, se presenta la situación donde no se poseen historiales de fallas de cada uno de los equipos lo que dificulta su respectivo análisis, asimismo se evidenció la ausencia de procedimientos para la recopilación de la información sobre las fallas que ocurren a los sistemas de producción, esto se presenta debido a que la organización no cuenta con personal capacitado para el

análisis de las fallas. En la tabla 4.28, se muestra que la calificación obtenida por la organización para este principio fue de 35,71 % de cumplimiento.

Tabla 4.28. Mantenimiento por avería (principio: información sobre las averías)

Descripción	Puntos	Calificación
La Organización de mantenimiento cuenta con el personal adecuado para la recolección, depuración, almacenamiento, procesamiento y distribución de la información que se derive de las averías, así como, analizar las causas que las originaron con el propósito de aplicar mantenimiento preventivo a mediano plazo o eliminar la falla mediante mantenimiento correctivo.	70	25
Deméritos	Deméritos	Calificación
No existen procedimientos que permitan recopilar la información sobre las fallas ocurridas en los sistemas en un tiempo determinado.	20	15
La organización no cuenta con el personal capacitado para el análisis y procesamiento de la información sobre fallas.	10	5
No existe un historial de fallas de cada objeto de mantenimiento, con el fin de someterlo a análisis y clasificación de las fallas; con el objeto, de aplicar mantenimiento preventivo o correctivo.	20	15
La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento por avería basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento.	20	10
Porcentaje de cumplimiento del principio		35,71%

Fuente: el autor (2018)

El porcentaje de cumplimiento del área de mantenimiento por avería es de 38,80 %, lo que indica que el área se encuentra *deficiente*. En la figura 4.10, los resultados mostrados representan el porcentaje de incidencia de cada uno de los principios en la calificación general obtenida por el área. La calificación obtenida del principio de “atención a las fallas”, “supervisión ejecución” y “información sobre las averías” representa el 13,12%, 6,20 % y 10,00 % respectivamente.

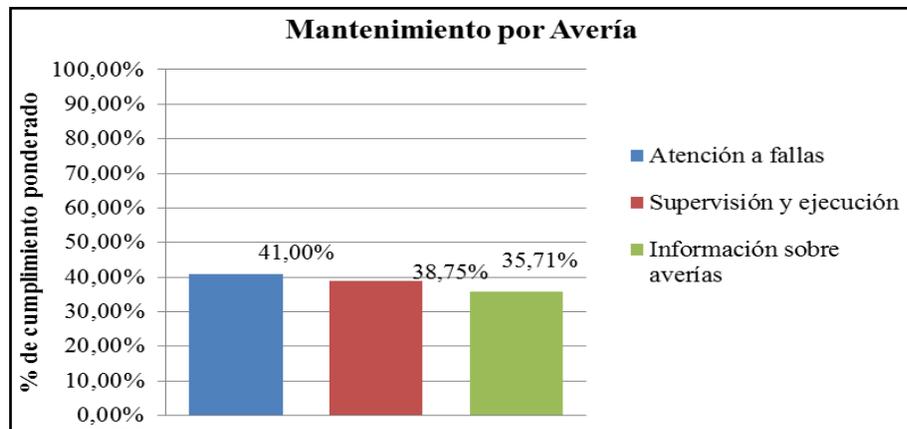


Figura 4.10. Calificaciones ponderadas del área “mantenimiento por avería”

Fuente: el autor (2018)

4.1.10. Área X: Personal de Mantenimiento

La competencia de personal hace referencia a la importancia que la empresa da a la gestión de personal dentro de la organización de mantenimiento, en este aspecto, se tiene la cuantificación del personal haciendo énfasis en que la cantidad de personal para ejecutar y gestionar las actividades de mantenimiento debe ser el más adecuado a fin de evitar sobrecargas de trabajos. Poseer la cantidad de personal no resulta ser suficiente, sino que es adecuado que se lleve a cabo los procesos de selección y formación además de la motivación e incentivo que se le da al personal, para ello debe cumplirse aspecto de suma importancia entorno a la gestión de personal para garantizar que la gestión de mantenimiento dentro de la empresa sea la más favorable.

4.1.10.1. Cuantificación de las Necesidades de Personal

Indica que la organización, a través de la programación de las actividades de mantenimiento, debe determinar el número óptimo de las personas que se requieren para el cumplimiento de los objetivos propuestos. Para ello, la organización posee

formatos donde especifica, el tipo y número de ejecutores de mantenimiento por tipo de frecuencia, tipo de mantenimiento y para cada semana de programación.

Se determinó que la cantidad de personal pertenecientes a la superintendencia de mantenimiento operacional no es óptima y no ajustada a la realidad de la empresa, asimismo no se cuentan con formatos donde se especifique el tipo y número de ejecutores por frecuencias y tipo de mantenimiento en cada semana de programación, ya que no se hace uso de los datos proporcionados por la cuantificación de personal. La calificación obtenida en este principio fue 21,43 % de cumplimiento (tabla 4.29)

Tabla 4.29. Personal de mantenimiento (principio: cuantificación de necesidades del personal)

Descripción	Puntos	Calificación
La organización, a través de la programación de las actividades de mantenimiento, determina el número óptimo de las personas que se requieren en La Organización de mantenimiento para el cumplimiento de los objetivos propuestos.	70	15
Deméritos	Deméritos	Calificación
No se hace uso de los datos que proporciona el proceso de cuantificación de personal.	30	15
La cuantificación de personal no es óptima y en ningún caso ajustado a la realidad de la empresa.	20	20
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.	20	20
Porcentaje de cumplimiento del principio		21,43%

Fuente: el autor (2018)

4.1.10.2. Selección y Formación

La organización debe seleccionar su personal atendiendo a la descripción escrita de los puestos de trabajo (experiencia mínima, educación, habilidades, responsabilidades u otra). En función de esto, la selección se realiza de acuerdo a las

características del trabajo a realizar: educación, experiencia, conocimiento, habilidades, destrezas y actitudes personales en los candidatos.

La selección del personal no se realiza de acuerdo a las características del trabajo a realizar, es decir no se toma en cuenta la educación, la experiencia, el conocimiento, las destrezas y actitudes de los trabajadores, esto se traduce en la inexistencia de un procedimiento para la selección de personal.

Uno de los aspectos importantes observados, aparte del ya mencionado, fue la inexistencia de programas de formación permanentes del personal, lo que resulta muy deficiente ya que no se desarrolla las destrezas y conocimientos de los trabajadores.

Muchos de los trabajadores de mantenimiento, no poseen conocimientos de la descripción del cargo que ocupa ya que no se poseen por escrito en su totalidad, y aquellos que existen no son divulgados a los trabajadores. En la tabla 4.30, se muestra la calificación obtenida para este principio la cual fue de 31,25 % de cumplimiento.

Tabla 4.30. Personal de mantenimiento (principio: selección y formación

Descripción	Puntos	Calificación
La organización selecciona su personal atendiendo a la descripción escrita de los puestos de trabajo (experiencia mínima, educación, habilidades, responsabilidades u otra).	80	25
Deméritos	Deméritos	Calificación
La selección no se realiza de acuerdo a las características del trabajo a realizar: educación, experiencia, conocimiento, habilidades, destrezas y actitudes personales en los candidatos.	10	10
No se tienen procedimientos para la selección de personal	10	10
No se tienen establecidos períodos de adaptación del personal.	10	5
No se cuenta con programas permanentes de formación del personal que permitan mejorar sus capacidades, conocimientos y la difusión de nuevas técnicas.	10	10

Tabla 4.30. Continuación

Deméritos	Deméritos	Calificación
Los cargos en La Organización de mantenimiento no se tienen por escrito.	10	5
La descripción del cargo no es conocida plenamente por el personal.	10	5
La ocupación de cargos vacantes no se da con promoción interna.	10	5
Para la escogencia de cargos no se toman en cuenta las necesidades derivadas de la cuantificación del personal.	10	5
Porcentaje de cumplimiento del principio		31,25%

Fuente: el autor (2018)

4.10.1.3. Motivación e Incentivos

La dirección de la empresa debe poseer conocimiento de la importancia del mantenimiento y su influencia sobre la calidad y la producción, emprendiendo acciones y campañas para transmitir esta importancia al personal, para ello debe establecer mecanismos de incentivos para mantener el interés y elevar el nivel de responsabilidad del personal en el desarrollo de sus funciones.

Tabla 4.31. Personal de mantenimiento (principio: motivación e incentivos)

Descripción	Puntos	Calificación
La dirección de la empresa tiene conocimiento de la importancia del mantenimiento y su influencia sobre la calidad y la producción, emprendiendo acciones y campañas para transmitir esta importancia al personal. Existen mecanismos de incentivos para mantener el interés y elevar el nivel de responsabilidad del personal en el desarrollo de sus funciones. La Organización de mantenimiento posee un sistema evaluación periódica del trabajador, para fines de ascenso o aumentos salariales.	50	8
Deméritos	Deméritos	Calificación
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.	20	12

Tabla 4.31. Continuación

Deméritos	Deméritos	Calificación
No existe evaluación periódica del trabajo para fines de ascensos o aumentos salariales.	10	10
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.	10	10
No se estimula al personal con cursos que aumenten su capacidad y por ende su situación dentro del sistema.	10	10
Porcentaje de cumplimiento del principio		16,00%

Fuente: el autor (2018)

La organización no realiza las evaluaciones periódicas al personal con propósitos o fines salariales, de manera similar, no se otorgan incentivos o estímulos basados en la puntualidad u otros aspectos, ya que no se realizan las evaluaciones correspondientes. Otra de los aspectos observados, fue que la organización, no estimula a sus trabajadores con cursos para aumentar sus conocimientos y mejorar su incidencia dentro de sistema de gestión de mantenimiento, ya que no se da la importancia adecuada a los efectos positivos que tiene el mantenimiento en los logros de las metas de producción. La calificación obtenida fue 16 % de cumplimiento (tabla 4.31)

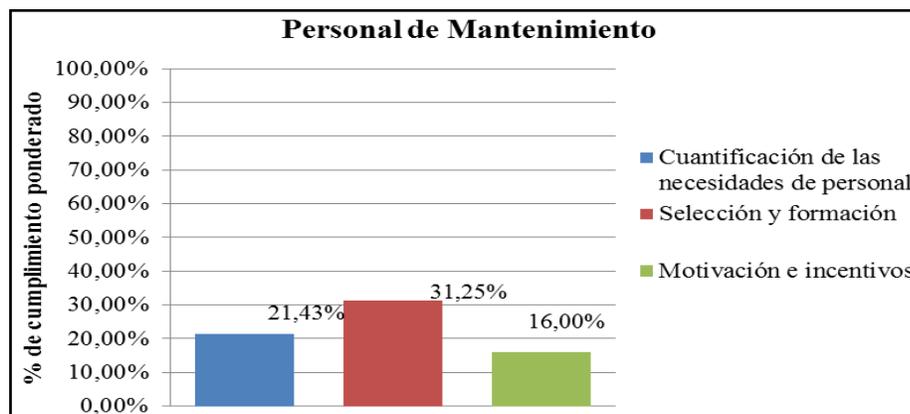


Figura 4.11. Calificaciones ponderadas del área “personal de mantenimiento”

Fuente: el autor (2018)

El porcentaje de cumplimiento del área de personal de mantenimiento es de 24,00 %, lo que indica que el área se encuentra *deficiente*. En la figura 4.11, los resultados mostrados representan el porcentaje de incidencia de cada uno de los principios en la calificación general obtenida por el área. La calificación obtenida del principio de “cuantificación de las necesidades de personal”, “elección y formación” y “motivación e incentivos” representa el 21,43 %, 31,25 % y 16 % respectivamente.

4.1.11. Área XI: Apoyo Logístico

Para cumplir con las acciones de mantenimiento es necesario que la organización cuente con el apoyo logístico en lo que respecta a los recursos financieros y humanos, que permitan cumplir con los objetivos planteados. Por ello, se analizó lo que respecta al apoyo prestado por la empresa al sistema de gestión de mantenimiento, esto se muestra a continuación.

4.1.11.1. Apoyo Administrativo

Es necesario que la organización de mantenimiento cuente con el apoyo de la administración de la empresa; en cuanto a recursos humanos, financieros y materiales que permitan cumplir los objetivos y metas planteadas tanto para el sistema de mantenimiento como para la organización en general. De acuerdo a lo expresado los resultados obtenidos en la evaluación de este principio se muestran en la tabla 4.32, donde se observa que la calificación obtenida fue 0,00%.

Esto indiscutiblemente, refleja que la organización de mantenimiento no cuenta con el apoyo de la administración general en cuanto al suministro de los recursos necesarios para el desempeño del sistema de gestión de mantenimiento.

Tabla 4.32. Apoyo logístico (principio: apoyo administrativo)

Descripción	Puntos	Calificación
La Organización de mantenimiento cuenta con el apoyo de la administración de la empresa; en cuanto a recursos humanos, financieros y materiales. Los recursos son suficientes para que se cumplan los objetivos trazados por la organización.	40	0
Deméritos	Deméritos	Calificación
Los recursos asignados a la organización de mantenimiento no son suficientes.	10	10
La administración no tiene políticas bien definidas, en cuanto al apoyo que se debe prestar a la organización de mantenimiento.	10	10
La administración no funciona en coordinación con la organización de mantenimiento.	10	10
Se tienen que desarrollar muchos trámites dentro de la empresa, para que se le otorguen los recursos necesarios a mantenimiento.	5	5
La gerencia no posee políticas de financiamiento referidas a inversiones, mejoramiento de objetos de mantenimiento u otros.	5	5
Porcentaje de cumplimiento del principio		0,00%

Fuente: el autor (2018)

4.1.11.2. Apoyo Gerencial

La gerencia debe tener la información necesaria sobre la situación y el desarrollo de los planes de mantenimiento formulados por el ente de mantenimiento, permitiendo así asesorar a la misma, en cualquier situación que atañe a sus operaciones. Los resultados de la evaluación de esta premisa, se muestra en la tabla 4.33, donde se observa que la calificación obtenida por la organización fue de 9, que representa un 22,50 % de cumplimiento con los estándares de la norma.

Tabla 4.33. Apoyo logístico (principio: apoyo gerencial)

Descripción	Puntos	Calificación
La gerencia posee información necesaria sobre la situación y el desarrollo de los planes de mantenimiento formulados por el ente de mantenimiento, permitiendo así asesorar a la misma, en cualquier situación que atañe a sus operaciones. La gerencia le da a mantenimiento el mismo nivel de las unidades principales en el organigrama funcional de la empresa.	40	9
Deméritos	Deméritos	Calificación
La Organización de mantenimiento no tiene el nivel jerárquico adecuado dentro de la organización en general.	10	6
Para la gerencia, mantenimiento es sólo la reparación de los sistemas.	10	8
La gerencia considera que no es primordial la existencia de una organización de mantenimiento, que permita prevenir las paradas innecesarias de los sistemas; por lo tanto, no le da el apoyo requerido para que se cumplan los objetivos establecidos.	10	10
La gerencia no delega autoridad en la toma de decisiones.	5	2
La gerencia general no demuestra confianza en las decisiones tomadas por La Organización de mantenimiento.	5	5
Porcentaje de cumplimiento del principio		22,50%

Fuente: el autor (2018)

Se detectó que la gerencia general del Centro Operativo San Joaquín, considera que el mantenimiento es solo la reparación de los sistemas de producción y no considera la importancia de la existencia de una organización de mantenimiento que tenga como objetivo ejecutar actividades y realizar estudios para reducir la aparición de fallas, por lo que no se le brinda el apoyo adecuado para el cumplimiento de los objetivos y metas de mantenimiento.

4.1.11.3. Apoyo General

El apoyo general se refiere a que toda la empresa debe brindar el soporte adecuado y requerido por la organización de mantenimiento y debe existir una

coordinación entre ellos. La calificación obtenida por este principio fue de 5/20 lo que representa un 25% de cumplimiento (tabla 4.34).

Los resultados obtenidos indican la organización de mantenimiento no cuenta con el apoyo total y general de la organización y no existe el trabajo coordinado entre todos los entes de la empresa.

Tabla 4.34. Apoyo logístico (principio: apoyo gerencial)

Descripción	Puntos	Calificación
La Organización de mantenimiento cuenta con el apoyo de la organización total, y trabaja en coordinación con cada uno de los entes que la conforman.	20	5
Deméritos	Deméritos	Calificación
No se cuenta con apoyo general de la organización, para llevar a cabo todas las acciones de mantenimiento en forma eficiente.	10	8
No se aceptan sugerencias por parte de ningún ente de la organización que no esté relacionado con mantenimiento.	10	7
Porcentaje de cumplimiento del principio		25,00%

Fuente: el autor (2018)

El porcentaje de cumplimiento del área de apoyo logístico es de 14,00 %, lo que indica que el área se encuentra *deficiente*. En la figura 4.12, los resultados mostrados representan el porcentaje de incidencia de cada uno de los principios en la calificación general obtenida por el área. La calificación obtenida del principio de “apoyo administrativo”, “apoyo gerencial” y “apoyo general” representa el 0,00 %, 22,50 % y 25,00 % respectivamente.

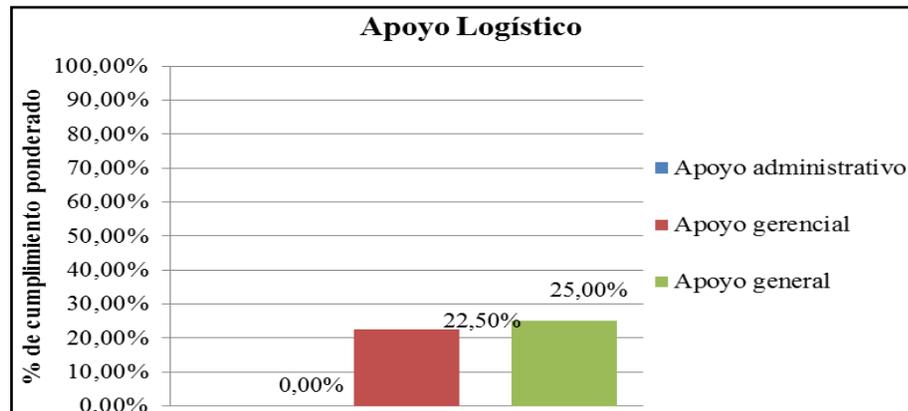


Figura 4.12. Calificaciones ponderadas del área “apoyo logístico”

Fuente: el autor (2018)

4.1.12. Área XII: Recursos

Para estudiar esta área se tomaron en consideración lo referente a los equipos, herramientas, instrumentos, materiales y repuestos utilizados en la ejecución de las labores de mantenimiento. Los resultados obtenidos se muestran a continuación.

4.1.12.1. Equipos

Los equipos son los recursos necesarios para ejecutar las acciones de mantenimiento, aquellos que permiten realizar actividades que el personal por sí solo no puede desarrollar. Los equipos utilizados en mantenimiento son de gran importancia porque agilizan la ejecución de las acciones y permiten que las mismas sean ejecutadas en un periodo de tiempo relativamente, en función de la complejidad de las actividades.

La calificación obtenida para la organización de mantenimiento en cuanto a los equipos fue de 11 representada por un 36,67% de cumplimiento (tabla 4.35).

Tabla 4.35. Recursos (principio: equipos)

Descripción	Puntos	Calificación
La Organización de mantenimiento posee los equipos adecuados para llevar a cabo todas las acciones de mantenimiento, para facilitar la operabilidad de los sistemas. Para la selección y adquisición de equipos, se tienen en cuenta las diferentes alternativas tecnológicas, para lo cual se cuenta con las suficientes casas fabricantes y proveedores. Se dispone de sitios adecuados para el almacenamiento de equipos permitiendo el control de su uso.	30	11
Deméritos	Deméritos	Calificación
No se cuenta con los equipos necesarios para que el ente de mantenimiento opere con efectividad.	5	5
Se tienen los equipos necesarios, pero no se le da el uso adecuado.	5	5
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.	5	2
Los parámetros de operación, mantenimiento y capacidad de los equipos no son plenamente conocidos o la información es eficiente.	5	0
No se lleva registro de entrada y salida de equipos	5	2
No se cuenta con controles de uso y estado de los equipos.	5	5
Porcentaje de cumplimiento del principio		36,67%

Fuente: el autor (2018)

Las mayores deficiencias de este principio fueron la ausencia de los equipos requeridos para la ejecución de las actividades de mantenimiento como factor principal que genera las deficiencias. De forma similar no se poseen controles de estado y uso de los equipos, debido a la inexistencia de los mismos.

Se verificó que se poseen formatos de control de entrada y salida de los equipos y el acceso a la información sobre las diferentes alternativas de equipos que pueden ser adquiridos y/o necesitados en el sistema de gestión de mantenimiento.

4.1.12.2. Herramientas

A diferencia de los equipos, las herramientas son implementos más pequeños que permiten a los trabajadores de mantenimiento realizar acciones manuales de forma fácil y segura, sin estas difícilmente el personal pueda cumplir con sus labores de mantenimiento. Se expresó que la organización de mantenimiento no cuenta con las herramientas necesarias para la ejecución de las actividades de mantenimiento.

En cuanto a este principio se obtuvo un porcentaje de 13,33 % de cumplimiento (tabla 4.36).

Tabla 4.36. Recursos (principio: herramientas)

Descripción	Puntos	Calificación
La organización de mantenimiento cuenta con las herramientas necesarias, en un sitio de fácil alcance, logrando así que el ente de mantenimiento opere satisfactoriamente reduciendo el tiempo por espera de herramientas. Se dispone de sitios adecuados para el almacenamiento de las herramientas permitiendo el control de su uso.	30	4
Deméritos	Deméritos	Calificación
No se cuenta con las herramientas necesarias para que el ente de mantenimiento opere eficientemente.	10	10
No se dispone de un sitio para la localización de las herramientas, donde se facilite y agilice su obtención.	5	5
Las herramientas existentes no son las adecuadas para ejecutar las tareas de mantenimiento.	5	5
No se llevan registros de entrada y salida de herramientas.	5	3
No se cuenta con controles de uso y estado de las herramientas.	5	3
Porcentaje de cumplimiento del principio		13,33%

Fuente: el autor (2018)

4.1.12.3. Instrumentos

Los instrumentos permiten a los trabajadores de mantenimiento, realizar mediciones a las variables de procesos, entre otros aspectos permite realizar calibraciones a otros instrumentos de medición instalados en el sistema de producción. Así como realizar mediciones del comportamiento de vibraciones de los equipos dinámicos y mediciones de la reducción de espesor de tuberías y condiciones de equipos estáticos. Se determinó que la organización no cuenta con los instrumentos requeridos para la ejecución eficiente de las acciones de mantenimiento. La calificación obtenida por este principio fue 0,00 % de cumplimiento (tabla 4.37)

Tabla 4.37. Recursos (principio: instrumentos)

Descripción	Puntos	Calificación
La Organización de mantenimiento posee los instrumentos adecuados para llevar a cabo las acciones de mantenimiento. Para la selección de dichos instrumentos se toma en cuenta las diferentes casas fabricantes y proveedores. Se dispone de sitios adecuados para el almacenamiento de instrumentos permitiendo el control de su uso.	30	0
Deméritos	Deméritos	Calificación
XII.3.1 No se cuenta con los instrumentos necesarios para que el ente de mantenimiento opere con efectividad.	5	5
XII.3.2 No se toma en cuenta para la selección de los instrumentos, la efectividad y exactitud de los mismos.	5	5
XII.3.3 El ente de mantenimiento no tiene acceso a la información (catálogos, revistas u otros), sobre diferentes alternativas tecnológicas de los instrumentos.	5	5
XII.3.4 Se tienen los instrumentos necesarios para operar con eficiencia pero no se conoce o no se les el uso adecuado.	5	5
XII.3.5 No se llevan registros de entrada y salida de instrumentos.	5	5
XII.3.6 No se cuenta con controles de uso y estado de los instrumentos.	5	5
Porcentaje de cumplimiento del principio		0,00 %

Fuente: el autor (2018)

4.1.12.4. Materiales

Los materiales son todos aquellos insumos requeridos para la ejecución de las actividades de mantenimiento, entre los cuales se pueden nombrar grasas, aceites, entre otros. Se expresó que la organización no cuenta con los materiales requeridos para las ejecuciones adecuadas de las acciones de mantenimiento de los equipos. Se observó que tienen establecidos cuales son los materiales a mantener en estos, pero los mismos no se encuentran en almacén debido a la ausencia del apoyo a la organización.

Por otra parte, se evidenció que no existen formatos de entradas y salidas de materiales, ni para control de materiales desechados por defectos, no se conocen los máximos y mínimos de cada material. Aunado a esto, no se posee información precisa de quienes son los proveedores de estos materiales ni cuáles son los plazos de entrega de los mismos, situación que resulta afectar directamente el buen desempeño de la gestión del sistema de mantenimiento. La calificación obtenida para este principio fue de 3 que representa un 10 % de cumplimiento (tabla 4.38).

Tabla 4.38. Recursos (principio: materiales)

Descripción	Puntos	Calificación
La Organización de mantenimiento cuenta con un stock de materiales de buena calidad y con facilidad para su obtención y así evitar prolongar el tiempo de espera por materiales, existiendo seguridad de que el sistema opere en forma eficiente. Se posee una buena clasificación de materiales para su fácil ubicación y manejo. Se conocen los diferentes proveedores para cada material, así como también los plazos de entrega. Se cuenta con políticas de inventario para los materiales utilizados en mantenimiento.	30	3
Deméritos	Deméritos	Calificación
No se cuenta con los materiales que se requieren para ejecutar las tareas de mantenimiento.	3	3

Tabla 4.38. Continuación

Deméritos	Deméritos	Calificación
El material se daña con frecuencia por no disponer de un área adecuada de almacenamiento.	3	2
Los materiales no están identificados plenamente en el almacén (etiquetas, sellos, rótulos, colores u otros).	3	3
No se ha determinado el costo por falta de material.	3	3
No se ha establecido cuáles materiales tener en stock y cuales comprar de acuerdo a pedidos.	3	1
No se poseen formatos de control de entradas y salidas de materiales de circulación permanente.	3	3
No se lleva el control (formatos) de los materiales desechados por mala calidad.	3	3
No se tiene información precisa de los diferentes proveedores de cada material.	3	3
No se conocen los plazos de entrega de los materiales por los proveedores.	3	3
No se conocen los mínimos y máximos para cada tipo de material.	3	3
Porcentaje de cumplimiento del principio		10,00%

Fuente: el autor (2018)

4.1.12.5. Repuestos

Los repuestos son los recursos considerados como elementos principales para la ejecución de las actividades de mantenimiento en las que se involucra la reparación de un equipo o en este caso la sustitución preventiva de un elemento. De la medición del cumplimiento de este principio se detectó que la empresa no posee dentro de su almacén los repuestos requeridos para la ejecución de las actividades de mantenimiento. Asimismo, se observó la ausencia de total de modelos de inventario para la gestión de los repuestos necesarios. La calificación obtenida para este principio fue 1 que representa el 3,33 % de cumplimiento (tabla 4.39).

Tabla 4.39. Recursos (principio: repuestos)

Descripción	Puntos	Calificación
La Organización de mantenimiento cuenta con un stock de repuestos, de buena calidad y con facilidad para su obtención, y así evitar prolongar el tiempo de espera por repuestos, existiendo seguridad de que el sistema opere en forma eficiente. Los repuestos se encuentran identificados en el almacén para su fácil ubicación y manejo. Se conocen los diferentes proveedores para cada repuesto, así como también los plazos de entrega. Se cuenta con políticas de inventario para los repuestos utilizados en mantenimiento.	30	1
Deméritos	Deméritos	Calificación
No se cuenta con los repuestos que se requieren para ejecutar las tareas de mantenimiento.	3	3
Los repuestos se dañan con frecuencia por no disponer de un área adecuada de almacenamiento.	3	2
Los repuestos no están identificados plenamente en el almacén (etiquetas, sellos, rótulos, colores u otros).	3	3
No se ha determinado el costo por falta de repuestos.	3	3
No se ha establecido cuáles repuestos tener en stock y cuales comprar de acuerdo a pedidos.	3	3
No se poseen formatos de control de entradas y salidas de repuestos de circulación permanente.	3	3
No se lleva el control (formatos) de los repuestos desechados por mala calidad.	3	3
No se tiene información precisa de los diferentes proveedores de cada repuesto.	3	3
No se conocen los plazos de entrega de los repuestos por los proveedores.	3	3
No se conocen los mínimos y máximos para cada tipo de repuesto.	3	3
Porcentaje de cumplimiento del principio		3,33%

Fuente: el autor (2018)

El porcentaje de cumplimiento del área de recursos de mantenimiento es de 12,70 %, lo que indica que el área se encuentra *deficiente*. En la figura 4.13, los resultados mostrados representan el porcentaje de incidencia de cada uno de los principios en la calificación general obtenida por el área. . La calificación obtenida

del principio de “equipos”, “herramientas”, “instrumentos”, “materiales” y “repuestos” representa el 36,67 %, 13,33 %, 33,33 %, 10,00 % y 3,33 % respectivamente.

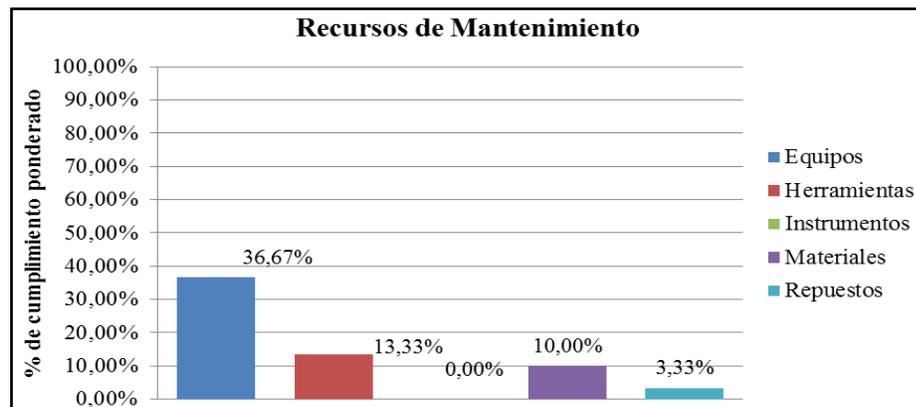


Figura 4.13. Calificaciones ponderadas del área “recursos de mantenimiento”
Fuente: el autor (2018)

4.1.13. Determinación de la Brecha Existente en el Sistema de Gestión de Mantenimiento

La falta de cumplimiento con los principios de la norma, refleja las deficiencias que existen dentro del sistema de gestión de mantenimiento, en función del desarrollo de cada uno de los tipos de mantenimiento, la planificación de mantenimiento, lo que respecta al personal, los recursos y el apoyo recibidos por parte de la administración y la gerencia de la empresa. La brecha existente detectada mediante la aplicación de la norma (tabla 4.40), teniendo en cuenta cada una de las áreas que pertenecen al sistema establecido por la norma COVENIN 2500-93, para ello se totalizó los deméritos presente en cada área de la norma, de esta forma se obtuvo el porcentaje que representa los deméritos de cada área en el total de la brecha.

Tabla 4.40. Brecha existente en el sistema de gestión de mantenimiento actual

N°	Área de la norma	Brecha	Distribución porcentual
1	Organización de la empresa	60	3,64%
2	Organización de mantenimiento	126	7,65%
3	Planificación de mantenimiento	119	7,22%
4	Mantenimiento rutinario	165	10,01%
5	Mantenimiento programado	166	10,07%
6	Mantenimiento circunstancial	179	10,86%
7	Mantenimiento correctivo	142	8,62%
8	Mantenimiento preventivo	169	10,25%
9	Mantenimiento por avería	153	9,28%
10	Personal de mantenimiento	152	9,22%
11	Apoyo logístico	86	5,22%
12	Recursos	131	7,95%
Totales		1640	100,00%

Fuente: el autor (2018)

Para realizar el análisis de las causas es necesario limitar las áreas que poseen la mayor brecha con respecto al sistema ideal, aquellas que tuvieron la menor conformidad con respecto a lo establecido en la norma, para ello se aplicó la Regla de Pareto para jerarquizar las áreas con más deficiencias (tabla 4.41 y figura 4.14), para ello se totalizó el total de los deméritos de cada una de las áreas, a fin de detectar el porcentaje de incidencia de cada una de ellas en el total de la brecha.

Tabla 4.41. Análisis de Pareto (áreas de mantenimiento)

N°	Área de la norma	Brecha	Distribución porcentual	Distribución acumulada
1	Mantenimiento circunstancial	179	10,86%	10,86%
2	Mantenimiento preventivo	169	10,25%	21,12%
3	Mantenimiento programado	166	10,07%	31,19%

Tabla 4.41. Continuación

N°	Área de la norma	Brecha	Distribución porcentual	Distribución acumulada
4	Mantenimiento rutinario	165	10,01%	41,20%
5	Mantenimiento por avería	153	9,28%	50,49%
6	Personal de mantenimiento	152	9,22%	59,71%
7	Mantenimiento correctivo	142	8,62%	68,33%
8	Recursos	131	7,95%	76,27%
9	Organización de mantenimiento	126	7,65%	83,92%
10	Planificación de mantenimiento	119	7,22%	91,14%
11	Apoyo logístico	86	5,22%	96,36%
12	Organización de la empresa	60	3,64%	100,00%
Totales		1638	100,00 %	

Fuente: el autor (2018)

De acuerdo con el gráfico de Pareto, las áreas de mayores deficiencias son el mantenimiento preventivo, circunstancial, programado, rutinario, correctivo, por avería, personal de mantenimiento y recursos. Quiere decir que estas son las áreas, que deben ser analizadas para mejorar la gestión de la superintendencia de mantenimiento operacional. Del análisis de Pareto se identificaron un total de 8 áreas de mantenimiento establecidas en la norma COVENIN 2500:93, aun así, no se percibe cuáles son los aspectos que generan la situación actual del sistema de gestión de mantenimiento.

Por ello, puede realizarse un análisis más detallado sobre las áreas de la norma e identificar cuáles son los principios con mayores deficiencias dentro del sistema de gestión de mantenimiento, por ello fue conveniente identificar cuáles son los principios por área que se encuentran en situación deficiente, a fin de someterlos a un estudio y mejorar el sistema de gestión de mantenimiento.

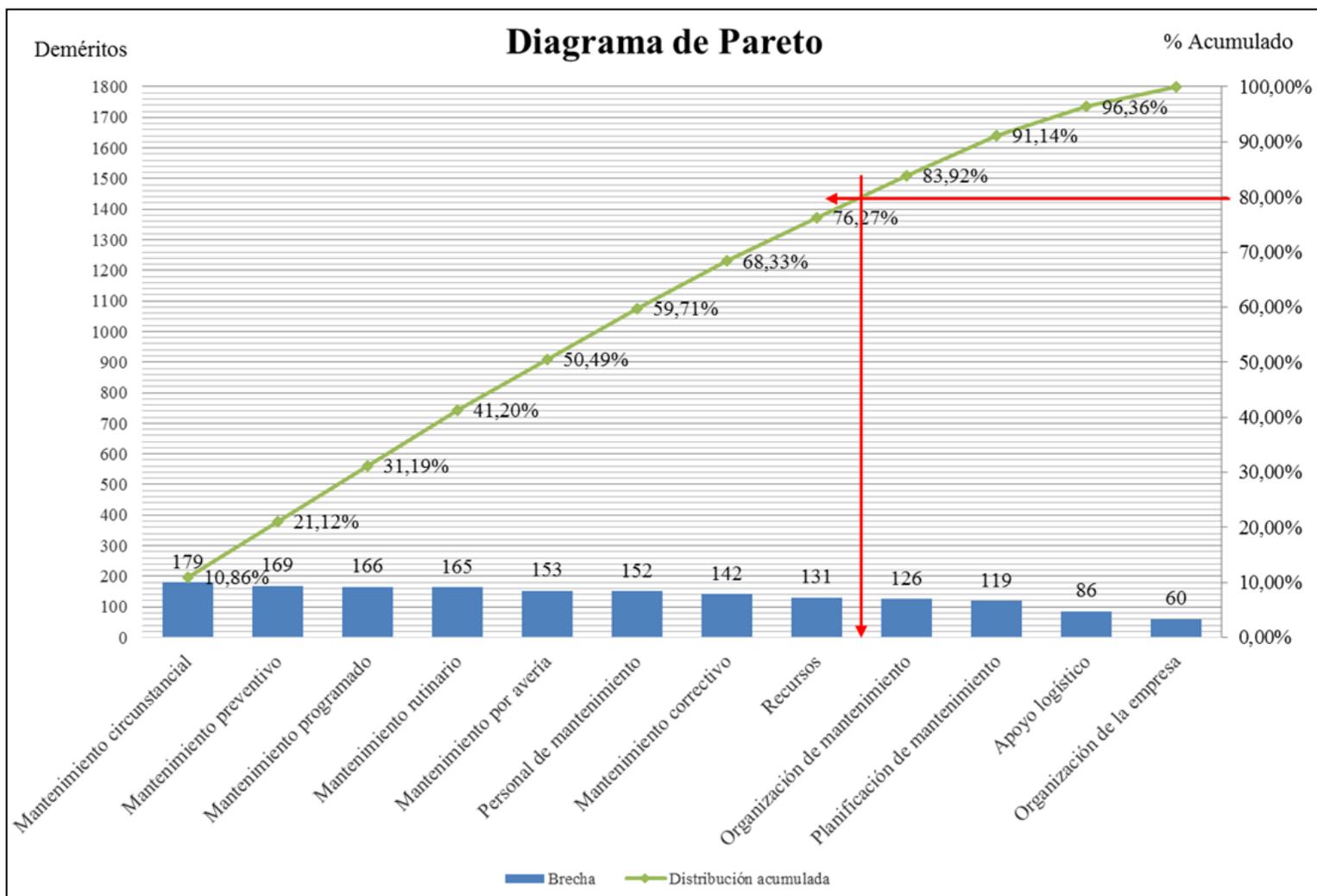


Figura 4.14. Análisis de Pareto (Áreas de mantenimiento)

Fuente: el autor (2018)

4.2. Identificación de las Causas que Afectan a las Áreas de Mantenimiento con Mayor Incidencia en las Deficiencias del Sistema de Gestión de Mantenimiento

Para identificar las causas que generan las deficiencias del sistema de gestión de mantenimiento de los equipos estáticos y dinámicos del área de compresión del centro operativo san Joaquín de PDVSA producción gas anaco, se tomaron en cuenta las áreas deficientes detectadas mediante la jerarquización usando el análisis de Pareto con el fin de analizarlas y proponer estrategias que permitan eliminarlas y así mejorar la función del mantenimiento, aquellas áreas fueron las siguientes:

- ✓ Mantenimiento circunstancial
- ✓ Mantenimiento preventivo
- ✓ Mantenimiento programado
- ✓ Mantenimiento rutinario
- ✓ Mantenimiento por avería
- ✓ Personal de mantenimiento
- ✓ Mantenimiento correctivo
- ✓ Recursos

En la figura 4.15, se muestra en análisis causa y efecto de las deficiencias del sistema de gestión de mantenimiento en estudio.

4.2.1. Análisis de Causas de los Factores

Para analizar las causas fue necesario realizar una investigación pudiendo verificar aquellas más relevantes, teniendo en cuenta la aplicación de la norma y la relación de factores.

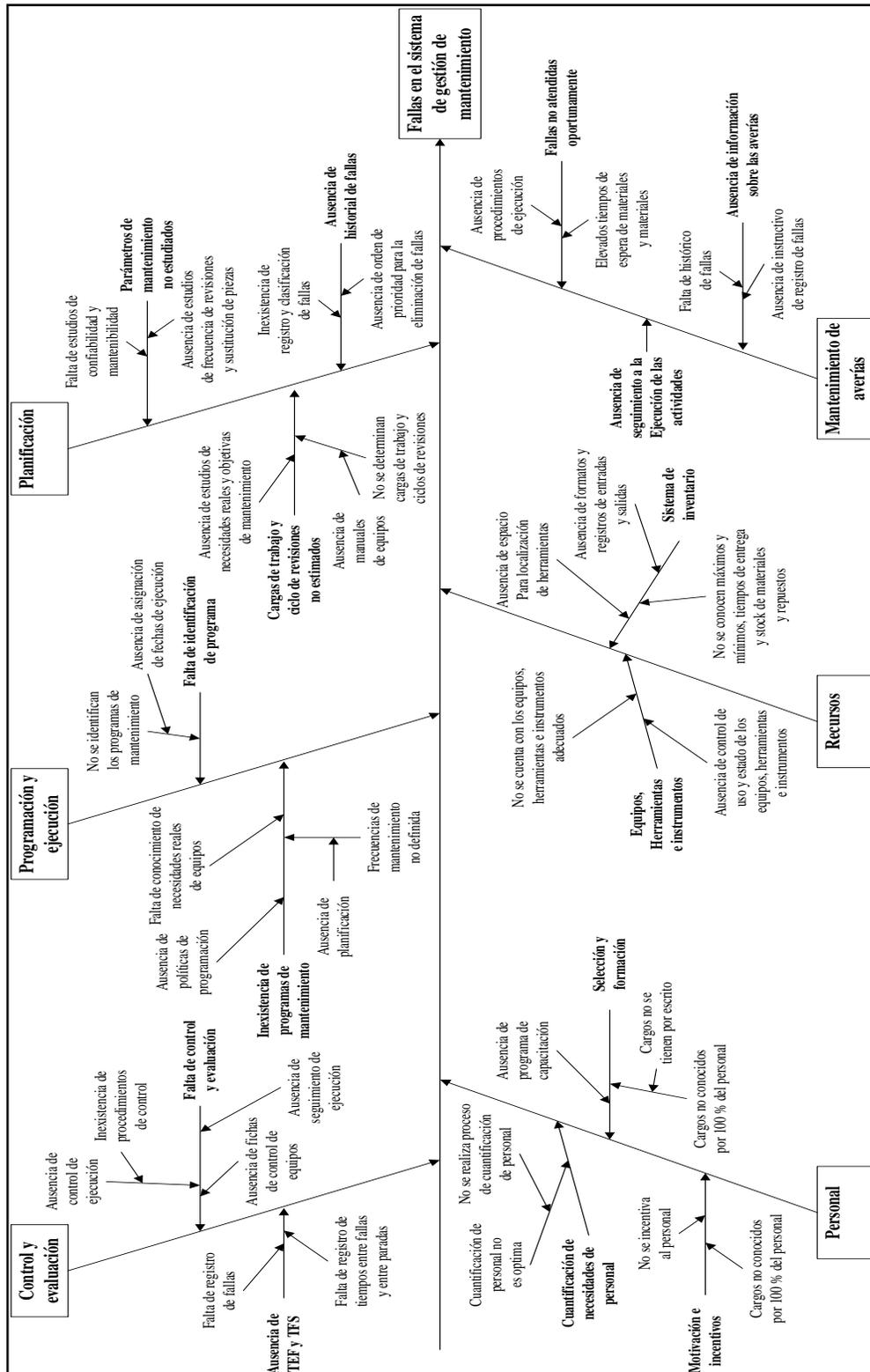


Figura 4.15. Análisis causa y efecto del sistema de Gestión de Mantenimiento
Fuente: el autor (2017)

4.2.1.1. Planificación de Mantenimiento

Toda organización en busca de la efectividad, debe elaborar planes que busquen orientar el esfuerzo hacia el logro de los objetivos y metas propuestas. En cuanto al sistema de mantenimiento en estudio, la organización posee carencias en cuanto a este aspecto, siendo una de las principales causas que genera las deficiencias del sistema de gestión en general.

- ✓ Parámetros de mantenimiento no estimados, es uno de los estudios de gran importancia dentro de la gestión de mantenimiento, estos permiten evaluar la gestión de los equipos en materia de mantenimiento, sus resultados son tomados en cuenta de forma concreta en la elaboración de los planes de atención de los equipos, actualmente no se realizan estudios de este tipo, debido a que no se cuenta con estudios de confiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad de equipos y sistemas y la falta de frecuencias de revisión y sustitución de piezas claves de equipos.
- ✓ Ausencia de histórico de fallas, esto es uno de los principales insumos que deben tener en cuenta para realizar la planificación del mantenimiento, ya que esto permite estimar las necesidades de mantenimiento de los equipos, basado en el comportamiento de sus fallas en un periodo determinado, esto es generado principalmente por la ausencia de registro de fallas, lo que se da porque no existen formatos que permitan registrar las mismas.
- ✓ Cargas de trabajo y ciclos de revisión no estimados, la ausencia de estudios que permitan estimar la cantidad de trabajo necesario para ejecutar las acciones de mantenimiento genera que no se posea la cantidad de mano de obra adecuada tanto en calidad como en cantidad, además, de la frecuencia de revisiones de los equipos y sus partes mantenibles, esto es causado por la falta estudios que permitan determinar las necesidades mantenimiento de los equipos y la asignación de frecuencias de ejecución a las actividades basado en las

necesidades. Por otra parte, la falta de determinación de cargas de trabajo y ciclos de revisiones de los equipos se presenta por no poseer los manuales y catálogos de los equipos, para tener en consideración las sugerencias realizadas por el fabricante.

4.2.1.2. Programación y Ejecución

Este es un proceso que se realiza con el propósito de establecer la secuencia lógica de las actividades de mantenimiento que deben ejecutarse, en función de un plan establecido, o en su defecto por la aparición de fallas a los equipos, tomando en cuenta las ordenes de trabajo tanto preventivo como correctivo.

Actualmente este proceso no se lleva a cabo de forma correcta y acertada dentro del sistema de gestión de mantenimiento. A continuación, se muestran las causas que generan dichas deficiencias.

- ✓ Inexistencia de programas de mantenimiento, la falta de estos programas de mantenimiento se genera, debido a que no se conocen las necesidades reales de mantenimiento de los equipos, ya que no se estudia el comportamiento ni las fallas, además no está establecida la frecuencia de ejecución de las actividades de los equipos que permita establecer fechas en las cuales debe ejecutarse las actividades de mantenimiento. también se considera que la ausencia de frecuencia es generada por la ausencia de planificación del mantenimiento así como las políticas de planificación.
- ✓ Falta de identificación del programa de mantenimiento, este sistema puede hacer referencias a la presentación del programa general de mantenimiento, que facilite la identificación de manera oportuna, las fechas en las que debe ejecutarse las actividades, y facilite el monitoreo de la ejecución, esto puede ser generado por

la ausencia de un programa definido, con las fechas asignadas en la que debe realizar la actividad de mantenimiento.

4.2.1.3. Control y Evaluación

El control y la evaluación de la gestión de mantenimiento, resulta de gran importancia dentro de los procesos de mantenimiento, este tiene como finalidad, verificar el cumplimiento de los planes establecidos, así como medir su efectividad, el uso de los recursos disponibles para la gestión. Para estudiar las deficiencias en este proceso, se estudiaron diversas causas las cuales se describen a continuación:

- ✓ Ausencia de estadísticas de tiempos de paradas y tiempos entre fallas, para controlar y evaluar la gestión de mantenimiento puede tenerse en cuenta indicadores que permiten a través de su cuantificación, medir la eficiencia y eficacia de la gestión, se puede medir a través del uso de las estadísticas de los tiempos de operación y los tiempos de paradas de los equipos. En la actualidad, no se cuentan con dichas estadísticas, esto es generado por la ausencia de registros de fallas, y la falta de registros de tiempo de ejecución de las actividades para medir el tiempo fuera de servicio.
- ✓ Falta de evaluación y control de mantenimiento, esta deficiencia es causada por la ausencia de la información que resulta de los procesos de gestión de mantenimiento generado por la falta de fichas de control de equipos; por otra parte se tiene la falta de control de la ejecución de las actividades e inexistencia de procedimientos de control.

4.2.1.4. Mantenimiento de las Averías

Se consideró por separado este tipo de mantenimiento debido a que la norma establece principios distintos y no comunes con los demás tipos de mantenimiento,

por ello se analizó las causas que generan las deficiencias a este tipo de mantenimiento, las cuales se describen a continuación:

- ✓ Fallas no atendidas oportunamente, esta deficiencia tiene lugar debido a que se presenta la ausencia de los procedimientos que deben seguirse para ejecutar actividades para atender a las fallas lo que genera retraso en la atención de las fallas por no saber cómo atacar para eliminar dicha falla, además debido a que se presentan largos tiempos de espera de respuestas de materiales y repuestos.
- ✓ Ausencia de información sobre las averías, esta causa hace referencia al contenido de los datos que se desprenden de las averías que se presentan a los equipos, en la cual se presentan deficiencias las cuales son generadas por la ausencia de un historial de fallas, falta de formatos de registro de fallas

4.2.1.5. Recursos

Los recursos de mantenimiento representan una de las bases para ejecutar las acciones de mantenimiento, sin estos no sería posible lograr los objetivos planteados por el ente de mantenimiento. Las deficiencias son generadas por las siguientes causas:

- ✓ Equipos, herramientas e instrumentos: esta deficiencia tiene lugar debido a la ausencia de control de uso y estado de los equipos, herramientas e instrumentos de mantenimiento. Se presentan deficiencias ya que el departamento no cuenta con los equipos, herramientas e instrumentos para el adecuado funcionamiento del mismo. Falta de determinación de la cantidad de recursos necesarios, los procesos de planeación del mantenimiento, involucra la determinación o estimación de los recursos necesarios que serán utilizados durante un periodo de tiempo. Sin esta, la solicitud de los recursos pueden ser en su total insuficientes

para la gestión, o en su defecto demasiados, pudiendo generar un despilfarro en el uso de los mismos.

- ✓ Deficiencias en el sistema de inventario: genera el desconocimiento de las existencias del almacén, el no tener en cuenta las existencias en almacén, puede generar la solicitud de recursos insuficientes por parte del ente de mantenimiento. Esta deficiencia es generada por la ausencia de formatos de entradas y salidas de las herramientas, equipos, materiales repuestos del almacén. Asimismo, no se cuentan con los niveles máximos y mínimos establecidos para los productos críticos.

4.2.1.6. Personal de Mantenimiento

El personal de mantenimiento, al igual que los recursos de mantenimiento representa una base para ejecutar las acciones de actividades. Estos son los que dan vida a la empresa y por ende al funcionamiento del sistema de mantenimiento. Las deficiencias son generadas por las siguientes causas:

- ✓ Cuantificación de necesidades de personal: la deficiencias en este aspecto, es generada por una cuantificación deficiente de personal requerido para el sistema de gestión de mantenimiento y la ejecución de las actividades. Asimismo, es generado por la ausencia de formatos de control de personal y de requerimiento por tipo de actividades, frecuencias y tipo de mantenimiento.
- ✓ Selección y formación: se presentan deficiencias en este proceso debido a que no se poseen programas de formación para el personal o los trabajadores, así como la ausencia de conocimientos de descripción de los cargos por sus ocupantes, ya que no se poseen por escrito.
- ✓ Motivación e incentivos: en este aspecto, se determinó que no se incentiva al personal del departamento por asistencia puntual, entre otros aspectos.

Asimismo, genera fallas la ausencia de programas de evaluación periódica del personal a fin de realizar aumentos salariales y promoción interna.

4.3. Definición de Objetivos e Indicadores de Control para la Medición del Desempeño del Sistema de Gestión de Mantenimiento de los Equipos Estáticos y Dinámicos del Centro Operativo San Joaquín

Para la definición de los objetivos a perseguir por el sistema de gestión de mantenimiento, se consideró el cuadro de mando integral desarrollado por Kaplan y Norton (1996), los cuales indican que los objetivos para el éxito deben considerarse diferentes perspectivas de negocio, los cuales están relacionados entre sí, y al lograr los objetivos de una de ellas, por causa y efecto, permitirán lograr los objetivos en las demás perspectivas.

Por ello, es necesario identificar cuáles son los factores claves del éxito del sistema de gestión de mantenimiento, los cuales son los siguientes (tabla 4.42).

Tabla 4.42. Factores claves del éxito del SGM

Factores claves del éxito	
Financiera	Cumplimiento del presupuesto anual de mantenimiento
	Reducción de desviaciones del presupuesto de mantenimiento ejecutado
	Reducción de los costos de mantenimiento
Cliente	Disminución de productos/procesos no conformes
	Reducción de quejas de cliente
Procesos internos	Incremento de la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los equipos y sistemas
	Implementación de procesos de planificación, programación y ejecución de las actividades
	Disminución de trabajo acumulado (Back log)
	Monitoreo de uso, salida, entrada de materiales y repuestos

Tabla 4.42. Continuación

Factores claves del éxito	
Aprendizaje y crecimiento	Capacitación adecuada del personal

Fuente: el autor (2018)

En función de los factores identificados es posible realizar la formulación de los objetivos a perseguir por el sistema de gestión de mantenimiento (SGM), siguiendo con la filosofía del cuadro de mando integral (CMI), los objetivos planteados se muestran en la tabla 4.43.

Tabla 4.43. Objetivos según perspectivas CMI

Factores claves del éxito		Objetivos y metas
Financiera	Cumplimiento del presupuesto anual de mantenimiento	Reducir las desviaciones presupuestarias de mantenimiento a menos de 25 %
	Reducción de desviaciones del presupuesto de mantenimiento ejecutado	
	Reducción de los costos de mantenimiento	Minimizar los costos de mantenimiento al menos en 10 %
Cliente	Disminución de productos/procesos no conformes	Garantizar la satisfacción de los clientes internos al menos en un 60 %.
	Reducción de quejas de cliente	
Procesos internos	Incremento de la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los equipos y sistemas	Fomentar la elaboración e implementación de planes y programas de mantenimiento e inspección de los equipos, instalaciones y sistemas a fin de alcanzar un nivel de disponibilidad de 70 %
	Implementación de procesos de planificación, programación y ejecución de las actividades	
	Disminución de trabajo acumulado (Back log)	
	Monitoreo de uso, salida, entrada de materiales y repuestos	Aumentar el control de inventario de materiales, repuestos, herramientas de mantenimiento a mínimo 70 %
Aprendizaje y crecimiento	Capacitación adecuada del personal	Aumentar la competencia, capacidad técnica y nivel de profesionalismo del personal de mantenimiento

Fuente: el autor (2018)

De acuerdo a los objetivos planteados debe realizarse el planteamiento de instrumentos de medición y monitoreo a fin de determinar el cumplimiento de los objetivos del sistema de gestión de mantenimiento. Para ello, se plantearon indicadores de gestión de mantenimiento de acuerdo a las perspectivas del CMI, los cuales servirán de herramientas de seguimiento de los objetivos planteados. Los mismos se muestran en la tabla 4.44 agrupados por factores claves del éxito y objetivos.

Tabla 4.44. Objetivos e indicadores según perspectivas CMI

	Objetivos	Factores claves del éxito	Indicador de desempeño
Financiera	Reducir las desviaciones presupuestarias de mantenimiento a menos de 5 %	Cumplimiento de la ejecución del presupuesto anual de mantenimiento establecido	Presupuesto ejecutado
		Reducción de las desviaciones en cuanto a la ejecución del presupuesto de mantenimiento	Desviación presupuestaria
	Minimizar los costos de mantenimiento al menos en 20 %	Minimización de los costos de mantenimiento	Reducción costos de mantenimiento
Cliente	Garantizar la satisfacción de los clientes internos al menos en un 45 %.	Reducción de productos no conformes	No conformidad
		Reducción de quejas de los clientes	
Procesos internos	Fomentar la elaboración de planes de mantenimiento, de planes y programas de inspección de los equipos e instalaciones con el propósito de alcanzar un nivel de planificación de 60 %	Aumento de la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los equipos y sistemas	Confiabilidad
			Mantenibilidad
			Disponibilidad
Procesos internos	Fomentar la elaboración de planes de mantenimiento, de planes y programas de inspección de los equipos e instalaciones con el propósito de alcanzar un nivel de planificación de 60 %	Planificación, programación y ejecución de las actividades de mantenimiento	Desviación de la planificación
			Cumplimiento de programa de mantenimiento preventivo
			Cumplimiento de ejecución de mantenimiento
		Reducción de la acumulación de trabajo por ejecutar	Trabajo acumulado o Back log

Tabla 4.44. Continuación

	Objetivos	Factores claves del éxito	Indicador de desempeño
Procesos internos	Aumentar el control de inventario de materiales, repuestos, herramientas de mantenimiento a mínimo 70 %	Control de los materiales y repuestos de mantenimiento	Inventario teórico Vs inventario físico
Aprendizaje y crecimiento	Aumentar la competencia y nivel de profesionalismo del personal de mantenimiento	Aumento de la capacitación del personal	Horas de capacitación por trabajador

Fuente: el autor (2018)

Una vez planteados los indicadores, en las tablas 4.45 a la 4.48, se muestra la información de cálculo y teoría de los indicadores planteados, clasificados por las perspectivas del CMI. Del análisis de los factores claves del éxito con respecto a los objetivos planteado, se planearon indicadores de desempeño para así controlar el comportamiento de los mismos y verificar su aporte al cumplimiento de los objetivos, es conveniente que se conozca la situación de dichos factores en tiempo determinado a fin de emitir correcciones en caso de que su situación sea desfavorable.

4.3.1. Indicadores de Desempeño Perspectiva Aprendizaje y Crecimiento

En la tabla 4.45, se muestran los indicadores de desempeño diseñados para la medición y control de los objetivos relacionados con lo perspectiva de crecimiento y aprendizaje.

Tabla 4.45. Indicadores de desempeño perspectiva aprendizaje y crecimiento

<p>Nombre del indicador: cumplimiento del programa de capacitación (cc)</p> <p>Definición: mide el cumplimiento del programa de capacitación</p> <p>Ecuación:</p> $CC = \frac{\textit{Horas de capacitación}}{\textit{Horas planeadas}} * 100$ <p>Periodicidad: trimestral</p> <p>Meta: 70 %</p> <p>Responsable: superintendente de mantenimiento operacional</p> <p>Propósito: medir el cumplimiento de las horas destinadas a capacitar el personal de mantenimiento a fin de mejorar el desempeño del mismo dentro de sus labores y puestos de trabajo.</p> <p>Justificación: permite cuantificar el porcentaje de cumplimiento de las horas que el personal de mantenimiento dedica a la capacitación, adiestramiento a fin de mejorar la competencia profesional y técnicas.</p>

Fuente: el autor (2018)

Los indicadores de esta perspectiva permiten a la organización verificar el cumplimiento de los diferentes requisitos de la norma COVENIN 2500:93, ya que busca monitorear que se lleve a cabo la capacitación y preparación del personal en materia de mantenimiento, tal como se establece en el principio X.2, Selección y Formación del área X, personal de mantenimiento.

4.3.2. Indicadores de Desempeño Perspectiva Procesos Internos

En la tabla 4.46 se muestran los indicadores de desempeño de la perspectiva de procesos internos, los cuales hacen referencia a las medición de las actividades principales de la gestión de mantenimiento, es decir, estos indicadores permiten medir la eficiencia de las acciones de mantenimiento.

Tabla 4.46. Indicadores de desempeño perspectiva de procesos internos

<p>Nombre del indicador: confiabilidad</p> <p>Definición: probabilidad de que un equipo o sistema cumpla su función en forma satisfactoria, bajo condiciones específicas de uso, dentro de un periodo de tiempo [0, t].</p> <p>Ecuación:</p> $R(t) = e^{\frac{-t}{TPEF}}$ <p>Dónde:</p> <p>R (t): confiabilidad. TPEF= tiempo promedio entre fallas del periodo considerado. T= tiempo en el que se quiere estimar la confiabilidad.</p> <p>Periodicidad: trimestral</p> <p>Propósito: estimar la probabilidad de que el equipo o sistema cumpla su función.</p> <p>Justificación: estos valores son tomados en cuenta para la elaboración de los planes de mantenimiento, facilita la asignación de frecuencia a las actividades preventivas a los equipos y sistemas.</p> <p>Responsabilidad: superintendente de mantenimiento operacional</p> <p>Meta: $\geq 80 \%$</p>
<p>Nombre del indicador: mantenibilidad</p> <p>Definición: probabilidad de que un equipo o sistema sea recuperado a una condición específica, a lo largo de un periodo dado del tiempo empleado en el mantenimiento, cuando este se realiza de acuerdo con los procedimientos y recursos técnicos.</p> <p>Ecuación:</p> $M(t) = 1 - e^{\frac{-t}{TPFS}}$ <p>Dónde:</p> <p>M (t)= mantenibilidad. TPFS= tiempo promedio fuera de servicios. T= tiempo en el que se desea conocer la probabilidad de mantenibilidad.</p> <p>Periodicidad: trimestral</p> <p>Propósito: estimar la probabilidad de que un equipo sea restituido dentro de un intervalo de tiempo a condiciones operativas.</p> <p>Justificación: esta probabilidad permite tomar decisiones apropiadas sobre la determinación de la carga óptima de trabajo (h-h), que permita cumplir con la función de reparación de los equipos dentro de las especificaciones y tiempos establecidos.</p> <p>Responsabilidad: superintendente de mantenimiento operacional</p> <p>Meta: $\geq 90 \%$</p>

Tabla 4.46. Continuación

<p>Nombre del indicador: disponibilidad</p> <p>Definición: se define como la probabilidad de que un equipo, sistema, componente esté disponible en condiciones óptimas de operatividad para cumplir su función dentro del proceso de producción o de servicios en un periodo de tiempo determinado, asumiendo que los recursos requeridos son suministrados.</p> <p>Ecuación:</p> $D = \frac{TPEF}{TPEF + TPFS} * 100$ <p>Dónde: D= disponibilidad. TPEF= tiempo promedio entre fallas. TPFS= tiempo promedio fuera de servicios.</p> <p>Periodicidad: trimestral</p> <p>Meta= 95 %</p> <p>Propósito: determinar el porcentaje de cumplimiento de la gestión de mantenimiento.</p> <p>Justificación: permite estimar la capacidad de que el equipo de mantenimiento cumpla con su función, es decir este facilita la verificación del cumplimiento de la función de la gestión de mantenimiento sobre las instalaciones la cual es garantizar que los equipos estén disponibles para efectuar su función dentro del proceso de producción.</p> <p>Responsabilidad: superintendente de mantenimiento operacional</p>
<p>Nombre del indicador: desviación de la planificación</p> <p>Definición: mide la efectividad en la desviación de horas hombres (h-h) con relación a los trabajos de mantenimiento ejecutadas en campo durante un periodo determinado.</p> <p>Ecuación:</p> $DPL = \frac{HH \text{ Ejecutadas} - HH \text{ planificadas}}{HH \text{ planificadas}} * 100$ <p>Dónde:</p> <p>Dpl: desviación de la planificación.</p> <p>Periodicidad: trimestral</p> <p>Escala: porcentual</p> <p>Meta: ≤ 10%</p> <p>Propósito: identificar la desviación de la planificación efectuada.</p> <p>Justificación: este indicador permite identificar la desviación de las horas hombres planificados, con el fin de tomar acciones correctivas para tratar dichas desviación y tomar</p>

acciones para que no se presente nuevamente.

Responsabilidad: superintendente de mantenimiento operacional

Tabla 4.46. Continuación

Nombre del indicador: cumplimiento de ejecución de mantenimiento

Definición: mide el cumplimiento del programa de ejecución del mantenimiento preventivo, a través del avance físico de las notificaciones en las órdenes de mantenimiento preventivo en un periodo dado.

Ecuación:

$$CEM = \frac{ODM \text{ ejecutadas}}{ODm \text{ Programadas}} * 100$$

Dónde:

Cem= cumplimiento de ejecución de mantenimiento.

Odm= orden de mantenimiento.

Periodicidad: mensual

Escala: porcentual

Meta: $\geq 90\%$

Propósito: identificar el cumplimiento de los programas de mantenimiento

Justificación: permite ejercer control y seguimiento a la ejecución de las acciones establecidas en las órdenes de mantenimiento programadas.

Responsabilidad: superintendente de mantenimiento operacional

<p>Nombre del indicador: trabajo acumulado o back log</p> <p>Definición: es la relación existente entre las horas hombres por especialidad asociadas a las órdenes de mantenimiento pendientes por ejecutar y el número de horas hombres disponibles de mantenimiento en una semana.</p> <p>Ecuación:</p> $TRAC = \frac{HH\ ODM\ pendientes\ por\ ejecutar}{HH\ disponibles\ de\ mantenimiento}$ <p>Dónde:</p> <p>Trac= trabajo acumulado o back log Hh odm= horas hombres en orden de mantenimiento</p> <p>Periodicidad: semanal</p> <p>Meta: ≤ 10%</p> <p>Propósito: identificar la cantidad de trabajo pendientes por ejecutar.</p> <p>Justificación: permite identificar la cantidad de trabajo por ejecutar en función de la mano de obra programada, permite identificar además la sobrecarga de trabajo, requerimientos de personal, entre otros aspectos.</p> <p>Responsabilidad: superintendente de mantenimiento operacional</p>

Tabla 4.46. Continuación

<p>Nombre del indicador: inventario vs inventario físico</p> <p>Definición: contabiliza la cantidad de materiales, repuestos, herramientas y equipos reales que se encuentran en el almacén en comparación con los que se mantienen en registros, e inventario teóricos basados en entradas y salidas.</p> <p>Ecuación:</p> $\% \text{ Desv inv} = \frac{\text{Cantidad de existencia de insumo teorico}}{\text{Cantidad de existencia de insumo fisico}} * 100$ <p>Dónde:</p> <p>% desv inv= desviación de inventario</p> <p>Periodicidad: semestral</p> <p>Meta: ≤ 5 %</p> <p>Propósito: controlar la cantidad real en existencia dentro de almacén.</p> <p>Justificación: permite verificar el cumplimiento en cuanto al registro de las entradas y salidas de materiales, la actualización de existencias, y el control general de los materiales, equipos, repuestos y equipos.</p> <p>Responsabilidad: superintendente de mantenimiento operacional</p>

Fuente: el autor (2018)

Los indicadores de esta perspectiva permiten a la organización verificar el cumplimiento de los diferentes requisitos de la norma COVENIN 2500:93, ya que busca monitorear que se lleve a cabo y se cumplan con los principios:

1. Parámetros de Mantenimiento del área de Mantenimiento Preventivo (indicadores: confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad).
2. Programación e Implementación, Control y Evaluación de los diferentes tipos de mantenimiento (Indicadores: desviación de la planificación, cumplimiento de ejecución de mantenimiento, trabajo acumulado o back log).
3. Materiales y Repuestos del área de recursos (Indicador: inventario vs inventario físico).

4.3.3. Indicadores de Desempeño Perspectiva Clientes

De forma similar que en la perspectiva de procesos internos, los indicadores propuestos para la perspectiva de los clientes permite verificar el cumplimiento de las expectativas y exigencias de los clientes en torno a los servicios prestados, para ello se considera el uso de un indicador denominado no conformidad (ver tabla 4.47) el cual relaciona los avisos de reclamos o notificaciones de no cumplimiento de las acciones realizadas y las ordenes de mantenimiento ejecutadas., lo que permite estimar el porcentaje de órdenes de mantenimiento no conformes con respecto al total ejecutado.

Los indicadores de esta perspectiva permiten a la organización verificar el cumplimiento de los diferentes requisitos de la norma COVENIN 2500:93, ya que busca monitorear que se lleve a cabo y se cumplan con los principios:

1. Control y Evaluación de los diferentes tipos de mantenimiento (Indicador: no conformidad).
2. Atención a las fallas del área de mantenimiento por avería.

Tabla 4.47. Indicadores de desempeño perspectiva de clientes

<p>Nombre del indicador: no conformidad</p> <p>Definición: mide las no conformidades de los trabajos de mantenimiento y se determina por el número de avisos de reclamos o notificación de trabajos no conformes.</p> <p>Ecuación:</p> $NCN = \frac{\# \text{ de avisos de reclamos}}{\# \text{ de ODM ejecutadas}} * 100$ <p>Dónde:</p> <p>Ncn= no conformidades Odm= orden de mantenimiento</p> <p>Periodicidad: trimestral Meta: ≤ 5%</p> <p>Propósito: medir las desviaciones de los trabajos de mantenimiento, en función de la no conformidad.</p> <p>Justificación: permite verificar la cantidad de trabajos fuera de conformidad, facilitando la identificación los factores que influyen en las desviaciones con el fin de tomar acciones pertinentes disminuyan los trabajos no conformes.</p> <p>Responsabilidad: superintendente de mantenimiento operacional</p>

Fuente: el autor (2018)

4.3.4. Indicadores de Desempeño Perspectiva Financiera

La perspectiva financiera, hace referencia a los indicadores de desempeño encargados de medir el comportamiento de la gestión de mantenimiento en torno a los costos y la reducción de los mismos, para evitar o disminuir una incidencia con impacto negativo sobre los costos de producción, en la tabla 4.48 se muestran los indicadores diseñados para la medición de la gestión de esta perspectiva.

Los indicadores de esta perspectiva permiten a la organización verificar el cumplimiento de los diferentes requisitos de la norma COVENIN 2500:93, ya que busca monitorear que se lleve a cabo y se cumplan con los principios:

1. Control y Evaluación de los diferentes tipos de mantenimiento (Indicadores: presupuesto ejecutado de mantenimiento, desviación presupuestaria, reducción de costos de mantenimiento).

Tabla 4.48. Indicadores de desempeño perspectiva de clientes

<p>Nombre del indicador: presupuesto ejecutado de mantenimiento</p> <p>Definición: mide la proporción del presupuesto ejecutado en comparación con el presupuesto planificado para las actividades de mantenimiento durante un determinado ejercicio económico del presupuesto operacional total de mantenimiento.</p> <p>Ecuación:</p> $PEM = \frac{\text{Presupuesto ejecutado}}{\text{presupuesto planificado}} * 100$ <p>Periodicidad: anual</p> <p>Meta: = $85 \leq PEM \leq 100$ %</p> <p>Propósito: identificar el porcentaje de presupuesto ejecutado para realizar el mantenimiento de los equipos.</p> <p>Justificación: permite indicar el porcentaje del presupuesto asignado a las labores de mantenimiento con respecto del presupuesto planificado.</p> <p>Responsabilidad: Superintendente de Mantenimiento Operacional</p>
<p>Nombre del indicador: desviación presupuestaria</p> <p>Definición: mide la desviación del perfil de desembolso ejecutado del presupuesto planificado para</p>

el proceso de mantenimiento del área, en un periodo dado.

Ecuación:

$$DPS = \frac{\text{Presupuesto real} - \text{Presupuesto planeado}}{\text{Presupuesto planeado}} * 100$$

Periodicidad: anual

Meta: $dps \leq 25\%$

Propósito: identificar la desviación de los desembolsos realizados durante un periodo determinado, comparándolos con el presupuesto planeado.

Justificación: identificar la desviación del presupuesto en un determinado periodo, sirve como insumo para establecer las acciones pertinentes para que dicha desviación sea reducida hasta eliminarla, mediante la elaboración de presupuesto más reales.

Responsabilidad: Superintendente de Mantenimiento Operacional

Tabla 4.48. Continuación

Nombre del indicador: reducción de costos de mantenimiento

Definición: mide la proporción de costo reducido en un periodo determinado con respecto al costo real obtenido en un periodo anterior y/o similar al estudiado.

Ecuación:

$$RCM = \text{Costo periodo anterior} - \text{costo periodo actual}$$

Periodicidad: trimestral **meta:** $0 \leq RCM \leq 10$

Propósito: medir la proporción de costo reducido en un periodo determinado con respecto al costo real obtenido en un periodo anterior y/o similar al estudiado.

Justificación: la identificación de esta proporción permitirá medir la capacidad que posee la empresa en cuanto a la reducción de sus costos de mantenimiento a través de la detección de insumos necesarios de forma ajustada y la identificación de mal uso o despilfarro de recursos.

Responsabilidad: Superintendente de Mantenimiento Operacional

Fuente: el autor (2018)

4.4. Generación de Estrategias Adecuadas para la Mejora del Sistema de Gestión de Mantenimiento de los Equipos Estáticos y Dinámicos del Centro Operativo San Joaquín

La elaboración de las estrategias para mejorar la gestión de mantenimiento, fueron elaboradas teniendo en cuenta los resultados de la evaluación del sistema, así como las causas detectadas que generan las deficiencias dentro de dicho sistema, con el propósito de eliminar de raíz, aquellas fallas que tienen lugar dentro de los procesos de gestión de mantenimiento.

Analizando brevemente el diagrama causa y efecto, pueden considerarse la eliminación causas raíces, permitiendo de esta forma mejorar indudablemente la gestión del mantenimiento, incluyendo al sistema actual aquellos aspectos y partes que debe contener para funcionar de forma adecuada y lograr el objetivo del mantenimiento.

En la tabla 4.49, se muestra un resumen general de las deficiencias encontradas en el sistema de gestión de mantenimiento según los estándares de la norma COVENIN 2500-93, en esta se presenta el área correspondiente, el principio deficiente, la deficiencia de acuerdo a la evaluación, la estrategia general propuesta y el propósito que busca la estrategia.

Posteriormente, se presenta el procedimiento para el desarrollo de la estrategia de acuerdo a las normas internas y estándares de la empresa PDVSA, en este aspecto se describe el alcance general de cada una de las estrategias propuestas para así limitar el ámbito de desarrollo y facilitar la estimación de los costos de las mismas, las cuales por el tipo de trabajo a realizar se realizó mediante la estimación de tarifas horarias.

Tabla 4.49. Estrategias propuestas y sus propósitos

Área	Principio	Deficiencia según evaluación	Estrategia de mejora	Propósito
------	-----------	------------------------------	----------------------	-----------

Organización de mantenimiento	Sistema de información	Ausencia de implementación del sistema de información SAP-PM	Actualización de información de los equipos de operación y producción estáticos y dinámicos del sistema de compresión del centro operativo san Joaquín	Registrar, eliminar y actualizar la información de los equipos instalados en el área de compresión del centro operativo san Joaquín, a fin de garantizar el manejo de la información de mantenimiento de los equipos, entre las cuales se puede resaltar el registro de fallas, programación de mantenimiento, estadísticas, costos, información sobre equipos, entre otros.
-------------------------------	------------------------	--------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 4.49. Continuación

Área	Principio	Deficiencia según evaluación	Estrategia de mejora	Propósito
Planificación de mantenimiento	Objetivos y metas	Inexistencia de objetivos y metas acordes a las necesidades de las instalaciones de producción (estática y dinámica), el tiempo de ejecución de acciones de mantenimiento y el plan de acción.	Estudios de las necesidades reales de mantenimiento de los equipos y sistema de compresión del centro operativo san Joaquín	Detectar las necesidades de mantenimiento de los equipos e instalaciones de producción y servicios del centro operativo san Joaquín a fin de establecer objetivos y metas a perseguir a través de los planes de los diferentes tipos de mantenimiento. Este estudio permitirá detectar cuales son las acciones de mantenimiento

				requeridas, su nivel de prioridad, el tipo de mantenimiento al que será sometido cada uno de ellos o la combinación de los mismos. Este estudio será el punto de partida para la elaboración de planes y programas de mantenimiento.
--	--	--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 4.49. Continuación

Área	Principio	Deficiencia según evaluación	Estrategia de mejora	Propósito
Mantenimiento rutinario, programado, circunstancial, correctivo, preventivo.	Planificación, programación y ejecución	Falta de planes y programas de ejecución de mantenimiento, procedimientos e instrucciones de ejecución de mantenimiento, stock de materiales y recursos (tratado en área de recursos), identificación de tipo de acciones a ejecutar a los equipos (preventivos, correctivo, circunstancial, programado, según necesidades reales de mantenimiento).	Elaboración de planes y programas de mantenimiento general por equipo donde se identifique el tipo de acciones a ejecutar (preventivo, correctivo, programado, circunstancial)	Proporcionar acciones, actividades de mantenimiento a realizar a los equipos y sistemas de producción para mantener su operatividad en el tiempo, minimizando las paradas imprevistas. Estará basado en los estudios de las necesidades reales de mantenimiento, jerarquización de equipos y de actividades. De forma similar, proporcionará programas de mantenimiento, donde se establecerán fechas específicas o tentativas para la ejecución de las actividades de mantenimiento, a fin de identificar los recursos requeridos para cumplir con el programa establecido (mano de obra, equipos, materiales, repuestos, herramientas e instrumentos). Dichos programas serán cargados al sistema de información SAP-pm, para facilitar el seguimiento de los programas a través de la generación planificada de avisos de mantenimiento y ordenes de trabajo.

Tabla 4.49. Continuación

Área	Principio	Deficiencia según evaluación	Estrategia de mejora	Propósito
Recursos de mantenimiento	Materiales, repuestos, instrumentos, equipos y herramientas.	Falta de sistema de gestión de inventario de recursos de mantenimiento. Ausencia de equipos, herramientas e instrumentos requeridos para el óptimo funcionamiento del sistema de gestión de mantenimiento.	Diseño de sistema de inventarios a fin de mejorar la gestión de los materiales y repuestos requeridos para el funcionamiento del sistema de mantenimiento.	Mejorar la gestión de materiales dentro del sistema de mantenimiento con el fin de garantizar el resguardo y existencia de materiales, equipos, herramientas, instrumentos y repuestos. Permitirá la ejecución continua de las actividades y evitará los retrasos por espera de materiales y repuestos requeridos en la ejecución de las acciones de mantenimiento así como por la ausencia de herramientas y equipos para el desarrollo de las actividades.

Fuente: el autor (2018)

4.4.1. Actualización de Información de los Equipos Estáticos y Dinámicos del Sistema de Compresión del Centro Operativo San Joaquín

La estrategia planteada para la actualización de la información de los equipos estáticos y dinámicos del sistema de compresión del centro operativo San Joaquín, está orientada al levantamiento de información de los equipos instalados en fichas técnicas de equipos, codificación de los equipos e instalaciones de acuerdo a la pirámide de niveles taxonómicos establecidos en la norma Norma PDVSA MM-01-01-07, PDVSA MM-01-01-08 y la norma ISO 14224, propuesta de eliminación de información obsoleta del sistema SAP-PM, así como cargar la información levantada

de los equipos, catalogación de materiales y repuestos de los equipos instalados en el sistema de compresión. En la tabla 4.50, se muestran las actividades y/o productos que resultaron de la aplicación de esta estrategia.

Tabla 4.50. Productos entregables y actividades Información SAP-PM

Productos	Descripción
Fichas técnicas de los equipos instalados	Consiste en el levantamiento de los datos del equipo, su ubicación, sistema al que pertenece, capacidad, marca, modelo, entre otros aspectos relacionados a la descripción del equipo. Del mismo modo comprende la realización del inventario de los equipos instalados en la planta por disciplina (equipos eléctricos, estáticos, dinámicos, instrumentación).
Codificación de los equipos según nivel taxonómico	Comprende la elaboración de la codificación de los equipos de acuerdo a la pirámide de niveles taxonómicos, a fin de elaborar códigos compatibles con el sistema de codificación del sistema SAP-PM.
Documento para catalogación de materiales, repuestos y equipos	Consiste en la elaboración de los documentos de solicitud de catalogación de los equipos que se requieren registrar en el sistema SAP-PM, así como las partes consumibles detectados en la aplicación de los niveles taxonómicos establecidos en las normas PDVSA e ISO 14224.

Fuente: el autor (2018)

4.4.1.1. Fichas Técnicas de los Equipos Instalados

Para la elaboración de las fichas técnicas de los equipos, debe ser utilizado el formato mostrado en la figura 4.16. En el anexo A, se muestran las fichas restantes de las turbinas de alta y baja presión.

En cuanto a la codificación de los equipos según niveles taxonómicos, debe realizarse teniendo en cuenta los siguientes aspectos, normativas y consideraciones.

4.4.1.2. Elaboración de la Codificación de los Equipos y su Registro en SAP PM.

Para establecer el control de la gestión sobre los equipos instalados en el área de compresión del COSJ, mediante el modulo SAP PM, es necesario que se

encuentren registrados en la base de datos de este sistema de información, lo que facilitaría la asignación y administración de planes de mantenimiento preventivo, además, el control por separado de los equipos, en cuanto al consumo de recursos.

GENERAL			
DATOS GENERALES			
CLASE: PM_TURBINAS	CLASE DE OBJETO:		
GRUPO AUTORIZAC.: GPAC	SECTOR:		
TAMAÑO/DIMENS:	PESO: 20.065 UNID./PESO : LB		
No. DE INVENTARIO:	FECHA PUESTA EN SERVICIO: 10/05/2012		
DATOS DE FABRICACIÓN			
FABRICANTE:	PAÍS DE ORIGEN: USA		
DENOMINACIÓN TIPO: TURBINA A GAS	FECHA DE CONSTRUCCIÓN: 2012		
No. DE PIEZA DE FABR.: 172800-1001	No. DE SERIE FABRICANTE: 0937M		
DATOS DE APROVISIONAMIENTO			
VALOR DE ADQUIS.: 544.049	MONEDA: \$ FECHA DE ADQ: 30/06/2005		
PROVEEDOR: SOLAR TURBINE	COD. POSTAL: POBLACIÓN:		
EMPLAZAMIENTO			
DATOS DE EMPLAZAMIENTO			
C.E. EMPLAZAMIENTO: GC05	EMPLAZAMIENTO: C38		
PTO. TRABAJO:	ÁREA DE EMPRESA UCO		
LOCAL:	CAMPO CLASIF. INDICADOR ABC: A		
IMPUTACIÓN			
DATOS DE IMPUTACIÓN			
SOCIEDAD: OPGS	CECOS:		
DIVISIÓN: GPRO			
DATOS DE MANTENIMIENTO			
RESPONSABILIDADES			
CENTRO DE PLANIF.: GC05	PERFIL CATÁLOGO.:		
GRUPO PLANIF.: ACO			
PTO. TBJO. RESP.:			
ESTRUCTURACIÓN			
UBICACIÓN. TECN.: GPACJSJO-GCOSJ-GTPGCTB2	DENOMINACIÓN: CENTRO OPERATIVO SAN JOAQUÍN		
EQUIPO SUPERIOR:	DENOMINACIÓN:		
POSICIÓN:	Nº IDENT. TECN.: TIPO DE MONTAJE:		
DATOS DEL PERFIL DEL EQUIPO			
PERFIL	DENOMINACIÓN	PERFIL	DENOMINACIÓN
USO DE LA TURBINA	PRODUCIR POTENCIA	TIPO DE CARCAZA	PARTIDA AXIAL
TIPO DE SELLO DEL EJE	LABERINTOS	POTENCIA (W)	15000 hp
SISTEMA DE SELLADO DEL EJE	SECO		
ORIENTACIÓN DEL EJE	HORIZONTAL		
NUMERO DE ETAPAS	15		
TIPO DE COJINETE RADIAL	ZAPATA		
TIPO DE COJINETE DE EMPUJE	ZAPATA		
SOPORTE DEL ROTOR	ENTRE COJINETES		
SENTIDO DE ROTACION	ANTI-HORARIO		
TEMPERATURA DE DESCARGA (°C)			
TEMPERATURA DE SUCCIÓN (°C)			
NUMERO DE EJES	2		
SISTEMA DE ARRANQUE	ELECTRICO		
NOMBRE EQUIPO CONDUcido	COMPRESOR		
COMBUSTIBLE	GAS		
TIPO DE LUBRICACIÓN	FORZADO		
OBSERVACIÓN			

Figura 4.16. Formato de Fichas Técnicas de Equipos
Fuente: PDVSA GAS, COSJ (2017)

Para llevar esto a cabo, PDVSA posee normas técnicas internas que facilitan esta actividad, ellas establecen los lineamientos generales para realizar la codificación.

Se debe tomar en consideración la norma PDVSA MM-01-01-07 y la norma PDVSA MM-01-01-08, además de la norma ISO 14224, en las cuales se establecen las consideraciones generales para llevar a cabo dicha codificación de acuerdo a la taxonomía de activos para el sistema de gestión y control de mantenimiento.

✓ Consideraciones para elaborar la codificación de los activos.

Para codificar los equipos y desarrollar la taxonomía de los activos, deben tenerse en cuenta la pirámide de los niveles taxonómicos, tal como se muestra a continuación en la figura 4.17.

De acuerdo con esta clasificación los distintos niveles representan información referente a la ubicación del activo. En este aspecto los niveles de 1 a 5 representan un alto nivel de categorización, clasificados por uso y ubicación independientemente de las unidades de equipos que formen parte de los negocios e instalaciones.

En este nivel se identifica, la ubicación referente a la empresa o filial a la que pertenece el activo, además de la instalación, planta, unidad o sistema en la que se encuentra instalado.

Los niveles de 6 al 9, hacen referencia al sistema productivo, es decir, a la unidad de equipo con las subdivisiones en niveles más bajos correspondientes a una estructura jerárquica. Este nivel especifica el tipo de equipo y las partes y piezas que estos la componen.

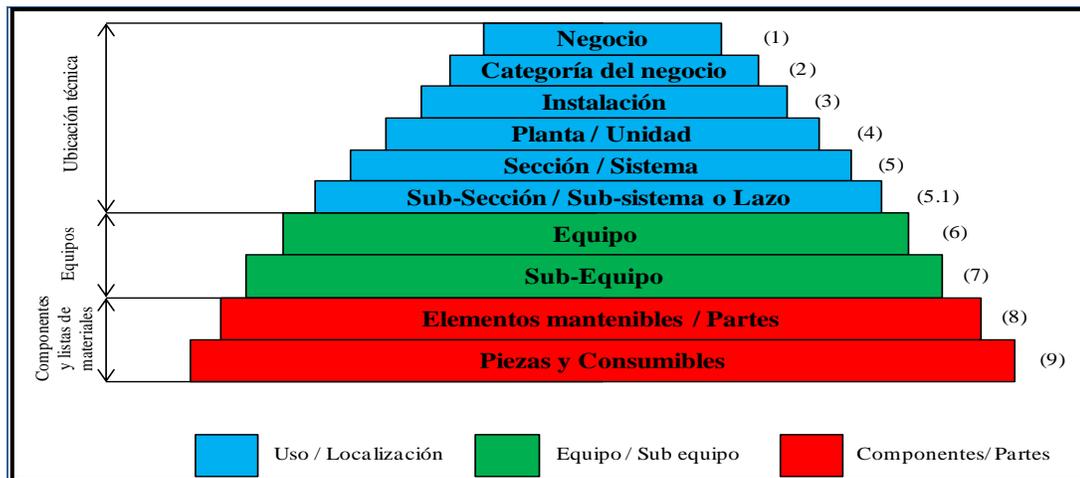


Figura 4.17. Pirámide de Niveles taxonómicos

Fuente: Norma PDVSA MM-01-01-07.

Esta información sobre la taxonomía de los activos sirven de insumos para:

- Enfoque general hacia los procesos y las funciones de los activos
- Orientación hacia el costo basado en actividades.
- Los indicadores de gestión de mantenimiento.
- Estudios de confiabilidad operacional.
- Consolidación y optimización de los planes de mantenimiento preventivo.
- Optimización de los procesos presupuestario (formulación, aprobación, ejecución, control y revisión)

✓ Ubicación técnica del activo

Para destacar esta ubicación, se deben considerar la esquematización compatible con el modulo SAP PM que se muestra en la figura 4.18.

Para la codificación de la ubicación técnica de los activos, deben considerar desde el nivel 1 hasta el nivel 5.1, con una disponibilidad de 30 caracteres para conformar un código, los cuales se encuentran divididos en 4 grupos a bloques como

se muestra en la figura 4.18, esta ubicación serán cargados en la base de datos del sistema de información SAP en módulo de Mantenimiento de plantas (SAP PM) de la empresa. Para llevar a cabo la definición de cada uno de los campos del esquema de ubicaciones técnicas de los activos se utilizan las leyendas que se muestran en la tabla 4.51.

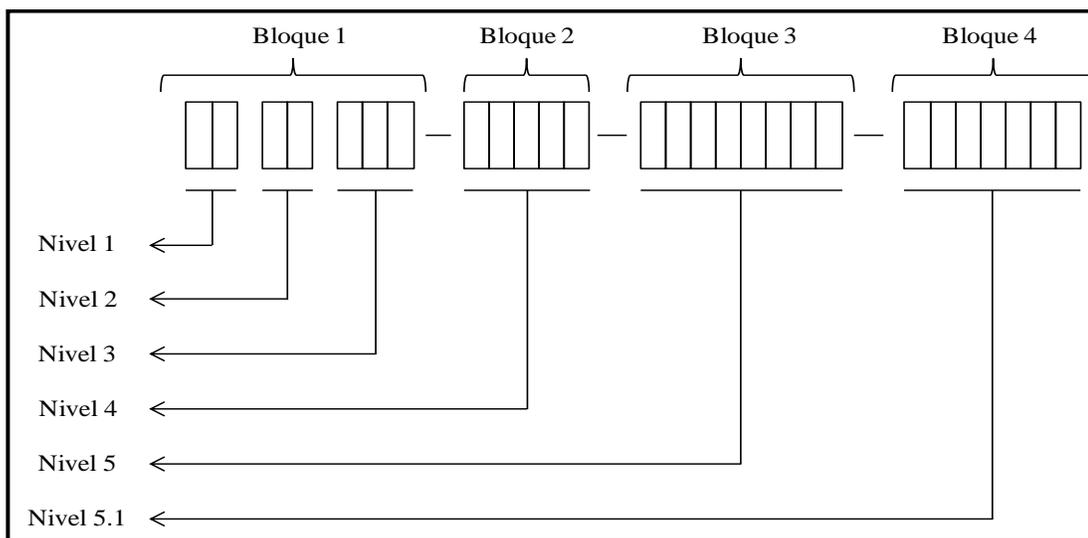


Figura 4.18. Esquemática de la codificación de ubicación técnica de activos.

Fuente: Norma PDVSA MM-01-01-07

Tabla 4.51. Niveles 1, 2 y 3 de ubicaciones técnicas

Descripción	Nivel 1	Descripción	Nivel 2	Descripción	Nivel 3
Producción Oriente	PR	Distrito Anaco	AC	Complejo operativo San Joaquín	COSJ

Fuente: Norma PDVSA MM-01-01-07

En la tabla 4.51, se muestra las siglas a utilizar en la codificación de los equipos, se hace referencia al distrito Anaco, aplicables a la ubicación de COSJ.

En la tabla 4.52, se presentan las clasificaciones taxonómicas a utilizar para la codificación de los equipos e instalaciones en los niveles 4.

Tabla 4.52. Nivel 4, Plantas / Unidad

N°	Clase	
	Descripción	Código
1	Centro Operativo	CO

Fuente: Norma PDVSA MM-01-01-07

Las siglas del nivel 5, dependerán de los sistemas que se encuentren instalados en cada una de las unidades descritas anteriormente.

✓ Equipos

La codificación de los equipos viene dada por los datos de los niveles 6 y 7 de la pirámide de niveles taxonómicos (ver figura 4.16). Esta depende de la asignación de un número único por orden de creación en el sistema de gestión y control de mantenimiento para los equipos industriales. La codificación de los campos de clasificación taxonómica para los equipos deberá realizarse de acuerdo a lo establecido en la tabla 4.53.

Los códigos descritos en la tabla 4.53, son algunos de los que deberán ser utilizados en la codificación de los equipos según la taxonomía de los activos.

Tabla 4.53. Código de equipos

N°	Clase de equipo		Tipo de equipo	
	Descripción	Código	Descripción	Código
1	Bombas	PU	Centrífuga	CE
			Reciprocante	RE
			Rotativa	RO
2	Recipientes	VE	Separador	SE
			Trampa de herramienta	PT
3	Tanques	TK	Techo fijo	TE
			Techo Flotante	TF
			Techo mixto	TM

Tabla 4.53. Continuación

N°	Clase de equipo		Tipo de equipo	
	Descripción	Código	Descripción	Código
5	Válvulas	VA	Bola	BA
			Compuerta	GA
			Diafragma/disco	DI
			Globo	GL
			Mariposa	BP
			Tapón	PG
6	Válvulas de control	VC	Presión	PR
			Temperatura	TE
			Nivel	LE
			Flujo	FL
7	Compresores	CO	Axiales	AX
			Centrifugo	CE
			De tornillo	SC
			Reciprocante	RE

Fuente: Norma PDVSA MM-01-01-07

✓ Componentes / Materiales.

Los datos de los componentes y partes mantenibles de los equipos se encuentran en los niveles 8 y 9 de la pirámide de niveles taxonómicos (Ver figura 4.16). Estos serán catalogados con un código único en el sistema de gestión empresarial (SAP), es decir el código de estos componentes y materiales son asignados automáticamente mediante el registro del componente.

4.4.1.3. Guía para Definir la Taxonomía de Activos en el Sistema de Gestión y Control de Mantenimiento (SGCM).

Para definir la taxonomía de activos es necesario cumplir con un conjunto de aspectos, los cuales se describen a continuación:

- ✓ Verificar la data existente en el SGCM a través del estudio recurrente de las ubicaciones técnicas identificadas.
- ✓ Configurar las instalaciones, sistemas o subsistemas de forma consecutiva. Pueden diferenciarse las instalaciones con caracteres numéricos, alfabéticos o alfanuméricos; siempre y cuando sean consecutivos, cumplan con la estructura taxonómica.
- ✓ Asegurar que los equipos estén asociados a los niveles 5 o 5.1 de las ubicaciones técnicas.
- ✓ Definir los activos evitando en la medida de lo posible la utilización de abreviaturas, simbologías, acrónimos, entre otros y realizar una descripción explícita de los mismos (ubicaciones técnicas, equipos, componentes y listas de materiales) de acuerdo a la cantidad de caracteres pre-configurados en el SGCM.
- ✓ Configurar la jerarquización de activos por análisis de criticidad considerando el indicador ABC, donde se asigna el valor correspondiente al activo.
- ✓ Asignar la “Clasificación Taxonómica” para ubicaciones técnicas.
- ✓ Asignar la “Clasificación Taxonómica” para equipos.
- ✓ Definir las ubicaciones técnicas y equipos con los datos requeridos.

4.4.1.4. Medición de la Estrategia

Para el control del cumplimiento y cierre de esta brecha, es necesario alinear los siguientes indicadores propuestos anteriormente, entre ellos:

- ✓ Desviación de la planificación
- ✓ Cumplimiento de programa de mantenimiento preventivo
- ✓ Cumplimiento de ejecución de mantenimiento
- ✓ Presupuesto ejecutado

4.4.2. Estudio de las Necesidades Reales de Mantenimiento de los Equipos y Sistema de Compresión del Centro Operativo San Joaquín

Las condiciones reales de operación de los equipos deben ser analizadas con el propósito de determinar las necesidades de mantenimiento y así permitir la planificación de las acciones orientadas a mejorar las condiciones de operatividad de los equipos o en su defecto tomar decisiones relativas a la desincorporación de los mismos u obsolescencia o condiciones de operatividad de riesgos. Los estudios previstos realizar se muestran en la tabla 4.54.

Tabla 4.54. Productos entregables y actividades estudio de necesidades reales de equipos

Productos	Descripción
Análisis de criticidad	Consiste en el desarrollo del estudio que permitirá conocer la criticidad de los equipos en función del impacto ambiental y económico que puedan generar las fallas de los equipos estáticos. Efectos negativos a la empresa y a la salud e integridad del personal.
Inspección basada en riesgo	Desarrollo de estudios realizados a los equipos con el propósito de realizar inspecciones y monitoreo de funcionamiento en función de los riesgos potenciales y reales que puedan ocasionar las fallas.
Integridad mecánica (Mapeo de corrosión)	Consiste en la medición del espesor remanente de la pared de material bajo ensayo a fin de determinar la degradación de la metalurgia de los equipos a causa de la corrosión interna y externa.
Análisis de vibraciones	Comprende el desarrollo de estudios de medición de la propagación de las ondas de movimiento del equipo. Permite conocer si los niveles de vibración del equipo son elevados o no, a fin de evitar el desgaste, fisuras por fatiga, rotura, ruido excesivo, entre otros aspectos.
Análisis tribológico	Este análisis comprende los estudios de fricción, lubricación y desgaste de los equipos rotativos.
Análisis de modos y efectos de fallas	Comprende el estudio destinado a la detección de las posibles fallas que pueden presentarse a un equipo y los efectos de la misma.

Fuente: el autor (2018)

4.4.2.1. Análisis de Criticidad

Para determinar la criticidad de los equipos, se sugiere utilizar la metodología elaborada por el departamento de Ingeniería de Confiabilidad de la Planta de Extracción San Joaquín de PDVSA Gas. La guía contiene los criterios de evaluación de la criticidad de los equipos y cada criterio posee una ponderación correspondiente. Los criterios de evaluación considerados para el análisis de criticidad son:

- ✓ **Frecuencia de falla (FF):** Representa las veces que falla cualquier componente del equipo que produzca la pérdida de la función, en un (1) año.
- ✓ **Nivel de Producción (NP):** Representa la producción aproximada de producción que se encuentra asociada al equipo evaluado. Este criterio sirve para valorar el grado de importancia de la instalación a nivel económico.
- ✓ **Tiempo de Afectación (TA):** Representa el tiempo promedio empleado para reparar la falla, desde que el equipo pierde la función hasta que esté disponible para cumplir su función nuevamente.
- ✓ **Impacto a la Producción (IP):** Representa impacto a la producción del sistema, expresada porcentualmente, que se afecta, debido a fallas ocurridas.
- ✓ **Costo de Mantenimiento (CM):** Se refiere al costo promedio por falla requerido para restituir el equipo a condiciones óptimas de funcionamiento.
- ✓ **Impacto en la Seguridad e Higiene Personal (IS):** Considera la posibilidad que ocasione cualquier daño, herida o fatalidad al personal que labora en la instalación o terceros.
- ✓ **Impacto Ambiental (IA):** Representa la posibilidad de que la ocurrencia de alguna falla, que ocasione la pérdida de la función del equipo, ocasione daños al medio ambiente.

En la tabla 4.55, se muestra la matriz utilizada para el análisis de criticidad.

Tabla 4.55. Matriz de Análisis de Criticidad

 PLANTA DE EXTRACCIÓN SAN JOAQUÍN 			
Guía de Ponderación de Criterios de Evaluación para Análisis de Criticidad			
1.- FRECUENCIA DE FALLA			
Menos de 1 falla por año	1		
De la 2 fallas por año	2		
Entre 2 fallas y menos o igual a 3 fallas por año	3		
Más de 3 fallas por año	4		
2.- CONSECUENCIAS			
2.1.- Nivel de Producción (Del equipo en base a la producción total del sistema)			
2.1.1.-Barriles de LGN por día	Ponderación	2.1.2.- MMPCND de Gas	Ponderación
Menos de 4.529	1	Menos de 89	4
De 4.529 a 9.210	2	De 89 a 181	10
Entre 9.210 y 13.840	4	Entre 181 y 272	17
De 13.840 a 18.420	5	De 272 y 362	24
Entre 18.420 hasta 23.100	6	Entre 362 hasta 454	30
2.2.- Tiempo de afectación (TA)		Ponderación	
Menos de 1 Hora		1	
De 1 a 4 Horas		3	
Entre 4 y 8 Horas		6	
De 8 a 24 Horas		16	
Entre 24 y 72 Horas		48	
Más de 72 Horas		72	
2.3.-Impacto a la Producción		Ponderación	
Sin impacto		0,00	
Entre 1 y 25%		0,10	
Entre 26 y 50%		0,40	
Entre 51 y 75%		0,60	
Entre 76 y 99%		0,80	
La impacta totalmente		1	
2.4.- Costo de Mantenimiento (Reparación)		Ponderación	
Igual o menos de 50 MMBs.		5,8	
Entre 50 y 100 MMBs.		17,4	
Más de 100 MMBs		23,3	
2.5.- Impacto en la Seguridad e Higiene Personal		Ponderación	
Sin impacto		0	
Lesión reportable sin pérdidas de tiempo. (Perdidas hasta 10.000 M\$)		5	
Incapacidad parcial temporal o permanente con pérdida de tiempo, incendio y/o explosión (Perdidas entre 10 y 500 M\$)		255	
Incapacidad absoluta temporal y pérdida de tiempo, incendio y/o explosión. (Pérdidas entre 0,5 y 1 MM\$)		750	
Una o más fatalidades o incapacidad absoluta permanente, incendio o explosión. (Pérdidas igual o mayor a 1 MM\$)		1000	
2.6.- IMPACTO AMBIENTAL		Ponderación	
Sin afectación		0	
Afectación leve sin amenaza ambiental		3	
Afectación leve con amenaza ambiental		30	
Afectación fuera de los límites de la planta		300	
Fuga o derrame masivo, daño a largo plazo		3.000	
Daño ambiental a gran escala, irreversible		30.000	

Fuente: Departamento de Ingeniería de Confiabilidad, Planta de Extracción San Joaquín

En función de los valores resultantes de la aplicación de la matriz anterior, se procede a determinar el índice de criticidad a través de la siguiente ecuación:

$$Criticidad = FF * \left[\left((NP_L + NP_G) * TA * IP \right) + (CM + IS + IA) \right]$$

Ec.4.1

Posteriormente se realiza la intercepción de la frecuencia de fallas versus la consecuencia calculada para determinar la criticidad del equipo dentro de la matriz mostrada en la figura 4.19, la cual puede ser baja, media o alta.

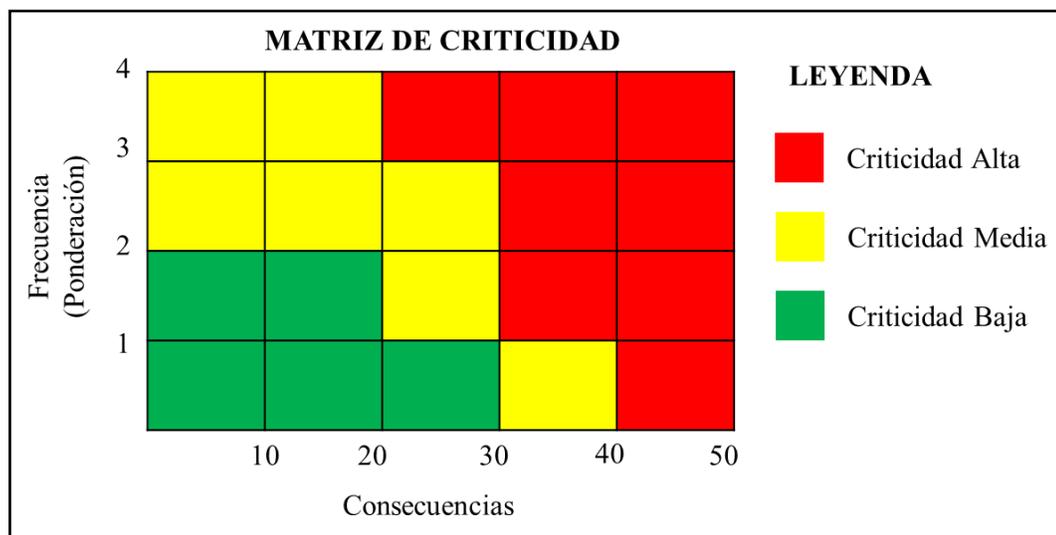


Figura 4.19. Matriz de Criticidad.

Fuente: Departamento de Ingeniería de Confiabilidad, Planta de Extracción San Joaquín

Además, pueden considerarse metodología de análisis de criticidad como CILIBERTI, DS, entre otras que sean adecuadas para los estudios realizados y en función de los equipos.

4.4.2.2. Análisis de Modos y Efectos de Fallas

Para la aplicación del Análisis de Modos y Efectos de Fallas se deben revisar los manuales de los fabricantes de los equipos y documentos técnicos tales como de listas genéricas de modos de fallas genéricas y normas. Posteriormente, se deben definir primeramente las funciones, luego las fallas funcionales y posteriormente los modos de fallos y efectos de fallas para cada falla funcional. En la identificación de los modos de fallos se deben considerar aquellos que satisfagan alguna de las siguientes premisas:

- ✓ Modos de fallas que han ocurrido alguna vez en el equipo estudiado.
- ✓ Modos de falla ocurridos en equipos similares.
- ✓ Modos de fallas que aunque no han ocurrido nunca, son muy posible que sucedan.

Para asentar la información que se obtiene de la aplicación del Análisis de Modos y Efectos de Fallas, se utiliza la hoja de información, esta se muestra en la figura 4.20.

 ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (AMEF) HOJA DE INFORMACIÓN				
Sistema:		Realizado Por:	Revisado Por:	Aprobado Por:
Equipo:	Tag:	Fecha:	Fecha:	Fecha:
				Hoja 1/1
Función	Falla Funcional	Modo de Falla	Efecto de Falla	

Figura 4.20. Hoja de Información del AMEF.

Fuente: el autor (2018)

Esta metodología pertenece a la filosofía de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC), así mismo, puede ser complementado con las normas ISO 14224, la cual contiene información sobre las fallas consideradas estándar para grupos de equipos industriales.

4.4.2.3. Medición de la Estrategia

El cierre de esta brecha, se ve reflejada automáticamente en la mejora en cuanto a la planificación de mantenimiento, que a su vez, puede ser medida a través de los parámetros de mantenimiento. A fin de alinear las estrategias con los indicadores, se relacionan los siguientes:

- ✓ Desviación de la planificación
- ✓ Cumplimiento de programa de mantenimiento preventivo
- ✓ Cumplimiento de ejecución de mantenimiento
- ✓ Mantenibilidad

4.4.3. Elaboración de Planes y Programas de Mantenimiento por Equipo

Los planes y programas de mantenimiento buscan en función de las necesidades reales del equipo plantear acciones y actividades destinadas a la restauración, reparación y prevención de fallas de los equipos para así garantizar la operatividad y productividad de los mismos.

Para ello, debe seleccionarse la metodología que regirá la elaboración y aplicación del plan de mantenimiento, como filosofía más utilizada se encuentra el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC), el cual permite aumentar la confiabilidad de los equipos a través del estudio del patrón de fallas, dictando actividades puntuales orientadas a las manutención de los equipos y evitar la

aparición de fallas imprevistas que puedan generar impactos negativos en el ámbito operativo, ambiental, seguridad industrial y personal.

En este sentido, lo que se sugiere es que se elaboren los planes de mantenimiento preventivo a los equipos que se encuentren dentro del área, ya que con estos se busca garantizar el continuo funcionamiento de los equipos disminuyendo las paradas no programadas generadas por fallos que pueden ser evitados. Además se busca estimar la cantidad de recursos que serán necesarios para cumplir con la ejecución de los mismos, con el fin de realizar la solicitud para garantizar su disponibilidad al momento de cumplir con el plan. En estos se establecen las actividades necesarias para contrarrestar las posibles fallas que pueden presentarse a los equipos, además de establecerse un orden prioridad en cuanto a la ejecución de actividades sobre los mismos.

4.4.3.1. Elaboración y Administración de los Planes de Mantenimiento Preventivo.

Para optimizar el funcionamiento de los activos, aumentar su confiabilidad, disponibilidad y eficiencia, es necesario ejecutar un conjunto de acciones adecuadas para cumplir con lo establecido. Es por esto que se deben elaborar los planes de mantenimiento a todos los activos mantenibles dentro de las instalaciones con el fin de garantizar que no pierdan la capacidad de cumplir con la función para el que fue creado.

- ✓ Estrategias a considerar para elaborar planes de mantenimiento preventivo.

Algunas de las estrategias que deben tenerse en cuenta para elaborar los planes de mantenimiento con el propósito de establecer acciones oportunas a ejecutar sobre los activos, son las siguientes:

- Clasificar el activo según su criticidad

Esta clasificación se realizara en base a los análisis de criticidad realizados sobre los activos, teniendo en cuenta para esta clasificación los criterios utilizados para establecer la criticidad de los equipos, es decir habrá de considerar si el resultado del análisis arroja si el activo posee una criticidad tipo A, B o C.

- Definir el patrón de deterioro o falla del activo

Deberá definirse el patrón de deterioro o falla para cada activo al que se deba elaborar planes de mantenimiento, este deberá ser asignado basándose en el comportamiento estadístico de las fallas, en función de este, se asignan las acciones o tipo de mantenimiento que mejor se adapten al patrón de falla.

Los patrones a considerar son de tipo gradual, aleatorio, súbito o inesperado, oculto u otros que describan el comportamiento de las fallas del activo.

- Asignar el tipo de mantenimiento que se ajuste al patrón de falla

Este dependerá de los modos de fallas que se puedan presentar en el activo, cada modo tendrá un patrón de deterioro, en función de este se establecerá el tipo de acción de mantenimiento a ejecutar. Los tipos de mantenimiento a considerar pueden ser basado en la condición, cíclico detectivo, sustitución basado en el tiempo, búsqueda de falla, operar hasta que falle, entre otros.

- Seleccionar el método de trabajo para elaborar el plan de mantenimiento

Para la selección debe tenerse en cuenta las condiciones de los activos, considerando el nivel de criticidad, patrón de falla, costos de mantenimiento, entre otros aspectos. Dependiendo de las condiciones de los equipos se utilizan metodologías para elaborar el plan de mantenimiento.

- Activos con nivel de criticidad A, altos costos de mantenimiento, sistemas complejos para establecer tareas de mantenimiento, entre otros.

Para los equipos con estas condiciones deberá elaborarse los planes de mantenimiento preventivo basado en la metodologías de confiabilidad de los activos, dentro de estas metodologías se pueden destacar el Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF), Inspección Basada en Riesgo (IBR), Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC), entre otros.

- Activos con nivel de criticidad B, costos de mantenimiento moderado, sistemas comunes para establecer tareas de mantenimiento, entre otros.

Para los activos dentro de estas condiciones, se puede tener en cuenta para la elaboración de los planes de mantenimiento las distintas metodologías de confiabilidad, además puede integrarse las recomendaciones del fabricante, actividades de mantenimiento a realizar a equipos similares, recomendaciones del personal con experiencias y conocimientos del activo.

- Activos con nivel de criticidad C, bajos costos de mantenimiento, sistemas comunes para establecer tareas de mantenimiento.

Para elaborar los planes de mantenimiento para este tipo de equipos debe considerarse las actividades y frecuencias establecidas, para equipos similares o las recomendaciones del fabricante.

Por otra parte, es necesario registrar los planes de mantenimiento y ejercer un control a través del módulo SAP PM, este debe ser codificado utilizando letras, números o combinación de ellos, para generar un código alfanumérico único de identificación compuesto por doce campos.

La codificación que debe ser utilizada se muestra en la figura 4.20. Para llenar los campos de este código, pueden utilizarse los datos que se listan en la tabla 4.56.

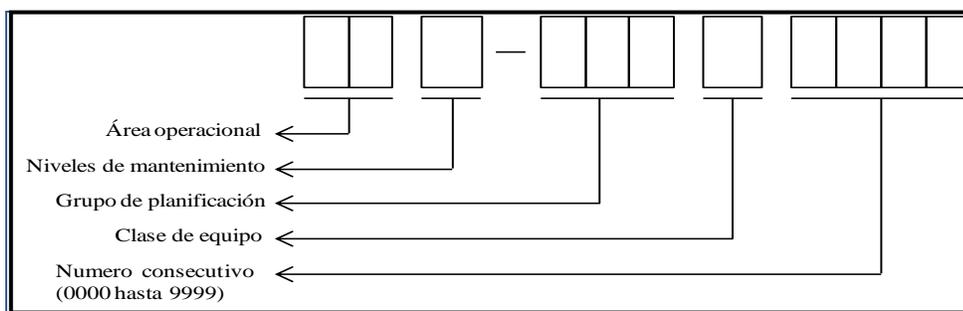


Figura 4.20. Esquema de codificación de planes de mantenimiento

Fuente: Norma MM-02-02-01

Tabla 4.56. Datos para codificar los planes de mantenimiento

Área	Cód.	Nivel	Cód.	Grupo de planificación	Cód.	Equipo	Cód.
Producción Oriente	PB	1 y 2	1	Centro Operativo San Joaquín	COSJ	Dinámicos	1
		3, 4 y 5	2			Estáticos	2
						Eléctricos	3
						Instrumentación	4

Fuente: Norma MM-02-02-01

Los planes de mantenimiento deben considerarse para establecer las cantidades mínimas y máximas a mantener en el inventario para que se cumplan los planes, para ello debe establecerse la administración del inventario dentro del almacén.

4.4.3.2. Medición de la Estrategia

Para el control del cumplimiento y cierre de esta brecha, es necesario alinear los siguientes indicadores propuestos anteriormente, entre ellos:

- ✓ Desviación de la planificación
- ✓ Cumplimiento de programa de mantenimiento preventivo
- ✓ Cumplimiento de ejecución de mantenimiento
- ✓ Mantenibilidad
- ✓ Disponibilidad
- ✓ Presupuesto ejecutado

4.4.4. Diseño de Sistema de Inventarios de Materiales y Repuestos.

Comprende la labor requerida para el diseño, desarrollo e implementación de un sistema de gestión de inventario dentro del área de compresión del COSJ, con el propósito de establecer máximos, mínimos, niveles de seguridad, modelos de inventarios, distribución adecuada de almacén de materiales y repuestos, mecanismos de identificación de ítems dentro del material, ubicación, ente otros aspectos relacionados con el propósito de garantizar la disponibilidad de materiales y repuestos para la ejecución de las actividades de mantenimiento.

Para ello, se debe establecer un modelo de inventario para coordinar las cantidades de materiales a mantener en almacén, las cantidades a pedir y su punto de

re-orden, además de controlar la entrada y salida de materiales. Estos puntos se describen a continuación.

4.4.4.1. Clasificación de Materiales y Repuestos de Mantenimiento

Inicialmente es necesario realizar la clasificación de los materiales y repuestos, para esto, es necesario realizar la identificación de los materiales y repuestos que se poseen en el almacén y los requeridos por mantenimiento. Los materiales identificados deben ser clasificados en función de su uso. Posteriormente debe aplicarse los criterios del análisis ABC de materiales, donde:

- ✓ La clasificación de materiales tipo A, expresa que los productos pertenecientes a esta categoría representan el mayor impacto sobre las operaciones de la empresa, ya que poseen altos valores monetarios y grado de consumo o demanda relativamente mayores a los demás materiales, se conoce por poseer un alto valor de uso, por lo que representa un porcentaje elevado del total de los valores de uso.
- ✓ La clasificación tipo B de productos, indica que un porcentaje de los materiales (alrededor del 15 %) no pertenecen a los materiales críticos de la empresa, ya que su incidencia dentro de la empresa son relativamente moderados y no pertenecen al 20 % de los materiales que representan el 80 % del valor del inventario.
- ✓ La clasificación tipo C de materiales, representan los productos con la menor incidencia económica sobre el sistema, por lo que en general no poseen mecanismos de control rigurosos.

Para determinar el valor de uso, es necesario conocer la demanda anual promedio de cada producto y el precio, para así determinar cuál es el valor de uso de cada uno de los materiales y repuestos. Con esta información, se realiza la clasificación de los materiales en función del valor de utilización o valor de uso,

permitiendo clasificarlos en las categorías A, B o C, de acuerdo al criterio del análisis de Pareto. Para el cálculo del valor de uso o de utilización se utiliza la siguiente ecuación:

$$\boxed{\text{Valor de uso} = \text{Precio del producto} * \text{demanda anual}} \quad \text{Ec. 4.2}$$

4.4.4.2. Selección de un Modelo de Gestión de Inventario

Para realizar la selección de los modelos de gestión de inventario es necesario seguir los siguientes pasos:

- ✓ Análisis del comportamiento de la demanda: en este paso se debe realizar el análisis de variabilidad de la demanda, generalmente para el periodo de un año, de los materiales y repuestos, eso permite conocer si la demanda es determinística o probabilística, para ello puede utilizarse la ecuación 4.3.

$$\boxed{CV = \frac{S^2}{\bar{d}^2}} \quad \text{Ec. 4.3}$$

Para la estimación de la varianza de los datos se utilizó la ecuación 4.4

$$\boxed{S^2 = \frac{\sum_1^N (d_I - \bar{D})^2}{N - 1}} \quad \text{Ec. 4.4}$$

- ✓ Ajuste de demanda a distribución de probabilidades: se realiza un ajuste del comportamiento de la demanda tipo probabilística a una determinada distribución de probabilidades, para ello, se analiza la distribución de frecuencias, así mismo,

se debe realizar una prueba de hipótesis al comportamiento de la demanda, permitiendo verificar si se comporta de acuerdo a una distribución específica.

- ✓ Análisis del tiempo de reposición de productos: para esto se considera el proveedor principal de los repuestos y materiales, el cual por contrato o convenio posee un tiempo de aprovisionamiento establecido.
- ✓ Estimación de los costos: se realizó la estimación de los costos de inventario, se determinó los costos de ordenar, así mismo se planearon las ecuaciones para la estimación del costo de compra y de almacenamiento, que varían en función de las cantidades que se solicitan.
- ✓ Modelo de inventario: en esta parte se realiza la selección y aplicación de los modelos de inventarios en función del comportamiento de la demanda de los productos, es decir se aplica el modelo para los productos con demanda determinística y con demanda probabilística.

Para la estimación de los parámetros asociados al modelo del lote económico de pedido, se utilizó la ecuación 4.5.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 D C_o}{Ch}} \quad \text{Ec. 4.5}$$

También se debe determinar el número de veces que debemos ordenar la cantidad económica y el tamaño del ciclo definido como el inventario entre llegada de dos pedidos consecutivos, a través de las siguientes ecuaciones:

$$N^* = \frac{D}{Q^*} \quad \text{Ec. 4.6}$$

$$T^* = \frac{Q^*}{D} \quad \text{Ec. 4.7}$$

- ✓ Control de materiales y repuestos.

Debido a que no se ejerce completamente el control sobre los equipos, materiales y partes del almacén de mantenimiento, con el fin de verificar las cantidades consumidas, así ejercer control y crear los pedidos cuando sean pertinentes. Todo para garantizar la disponibilidad de los repuestos cuando sean necesarios, así evitar los retrasos y aplazamiento de los trabajos por falta de repuestos. En el formato se presentaran los siguientes campos (ver figura 4.21.):

		ALMACÉN DE MATERIALES				
Fecha (1)	Código (2)	Nombre del ítem (3)	Cantidad (4)	Costo Unitario (5)	Costo total (6)	Firma solicitante (7)

Figura 4.21. Formatos de control de materiales y repuestos

Fuente: el autor (2018)

Cada campo debe incluir la siguiente información:

1. Fecha: se refiere al día en la cual se hace la solicitud de los repuestos y materiales a utilizar.
2. Código: hace referencia al código del ítem en el sistema de control de inventario correspondiente en este caso al código asignado en el sistema SAP de la empresa.
3. Nombre del ítem: debe indicarse el nombramiento del material o repuestos que se solicita.
4. Cantidad: mostrar el número de materiales y repuestos que se solicitan al almacén.

5. Costo unitario: señalar el valor de adquisición del equipo o los materiales solicitados.
6. Costo total: indicar el valor total de la cantidad que se está solicitando, calculándolo a través de la multiplicación de la cantidad por el precio unitario.
7. Firma solicitante: debe indicarse el nombre de la persona que hace la solicitud de los materiales y repuestos.

4.4.4.3. Medición de la Estrategia

Para el control del cumplimiento y cierre de esta brecha, fue necesario alinear los siguientes indicadores propuestos anteriormente, entre ellos:

- ✓ Inventario teórico Vs inventario físico
- ✓ Presupuesto ejecutado
- ✓ Desviación presupuestaria

4.5. Estimación de los Costos Asociados al Desarrollo de las Estrategias Planteadas para la Mejora del Sistema de Gestión de Mantenimiento de los Equipos Estáticos y Dinámicos del Centro Operativo San Joaquín

Para realizar la estimación de costos asociados a las estrategias propuestas para mejorar la gestión de los equipos estáticos y dinámicos del área de compresión del Centro Operativo San Joaquín, se consideró la metodología denominada tarifa horaria utilizada para la estimación de costos de contrataciones de servicios profesionales. Cabe destacar que las estrategias serán ejecutadas por el personal interno de PDVSA Gas, aun así se utilizó esta técnica que se ajusta a la información actual de las estrategias, para las cuales es necesario estimar las horas hombres requeridas de ejecución, las mismas están basadas en las experiencias de los trabajadores de la empresa y la investigación documental.

4.5.1. Trabajo Requerido para el Desarrollo de las Estrategias

Para la estimación de las horas de trabajo requeridas se consideró como se ha mencionado anteriormente, la experiencia y consideraciones de los supervisores e ingenieros de mantenimiento. En la tabla 4.57, se muestran las duraciones estimadas en horas de trabajo.

Tabla 4.57. Duraciones estimadas de desarrollo de las estrategias

Estrategias	Duración (H)
Actualización de información de los equipos estáticos y dinámicos del sistema de compresión del centro operativo san Joaquín	960
Estudio de las necesidades reales de mantenimiento de los equipos y sistema de compresión del centro operativo san Joaquín	640
Elaboración de planes y programas de mantenimiento por equipo	800
Diseño de sistema de inventarios a fin de mejorar la gestión de los materiales y repuestos del sistema de mantenimiento.	640

Fuente: el autor (2018)

Para la ejecución de las actividades se requiere de profesionales que dediquen a tiempo complejo a la ejecución de las estrategias, por ello es necesario realizar la identificación del personal requerido (ver tabla 4.58)

Tabla 4.58. Personal requerido por estrategias

Estrategias	Personal (dedicación)
Actualización de información de los equipos estáticos y dinámicos del sistema de compresión del centro operativo san Joaquín	Profesional Nivel P5 (0,5) Profesional Nivel P3 (2)
Estudio de las necesidades reales de mantenimiento de los equipos y sistema de compresión del centro operativo san Joaquín	Profesional Nivel P5(1,0) Profesional Nivel P3 (3)
Elaboración de planes y programas de mantenimiento por equipo	Profesional Nivel P5 (1) Profesional Nivel P3 (2)
Diseño de sistema de inventarios a fin de mejorar la gestión de los materiales y repuestos del sistema de mantenimiento.	Profesional Nivel P5 (0,5) Profesional Nivel P3 (2)

Fuente: Ingeniería de Mantenimiento (2017)

4.5.2. Estimación de la Tarifa Horaria de Profesionales

Para la estimación de la tarifa horaria de profesionales, se consideró el tabulador establecido por el gremio de profesionales de ingeniería, Colegio de Ingenieros de Venezuela (CIV), los cuales publica generalmente los tabuladores de oficios con sus respectivos salarios mensuales.

Para la estimación de la tarifa, es necesario conocer los factores conocidos como Factor de costos asociados al salario (FCAS), Factor de costos indirectos (FCI) y Factor de estipendio (FE) (tabla 4.59).

Tabla 4.59. Factores de estimación de tarifa horaria

Factores	Valor Utilizado
Factor de costos asociados al salario (FCAS)	1,80
Factor de costos indirectos (FCI)	2,00
Factor de estipendio (FE)	1,20
Factor Multiplicador	3,96

Fuente: Colegio de ingeniero de Venezuela (2017)

El factor multiplicador (FM) utilizado para la estimación de la tarifa horaria se determina a través del producto de los factores:

$$FM = FCAS * FCI * FE = 1,80 * 2,00 * 1,20 = 3,96$$

La tarifa horaria al mes por profesional según los requerimientos establecidos e muestran en la tabla 4.60, quiere decir que por cada hora de trabajo dedicada al desarrollo de las estrategias los profesionales P3 y P5, cuestan 1.476,14; 1.948,46 y 2.332,18 bolívares por hora.

Tabla 4.60. Tarifa Horaria de Profesionales

Nivel	Sueldo Mínimo	Horas Netas Mensual	Tarifa Básica Horaria	FM	Tarifa Horaria
Profesional P3	1.170.000	160	7.312,50	3,96	28.957,50
Profesional P5	1.535.000	160	9.593,75	3,96	37.991,25

Fuente: el autor (2018)

4.5.3. Costos de las Estrategias

Los costos de las estrategias a desarrollar su muestra en la tabla 4.61. Los costos estimados se obtuvieron de la multiplicación del costo por tarifa horaria de cada nivel profesional por la duración en horas hombres requeridas para el desarrollo de las estrategias, el cual asciende a 279.694.800,00 bolívares.

Tabla 4.61. Costos estimados para estrategias

N°	Estrategias	Duración (H)	Nivel	Cantidad	Horas dedicadas	Tarifa	Costo	Total
1	Actualización de información de los equipos estáticos y dinámicos del sistema de compresión del centro operativo san Joaquín	960	P5	0,5	480	37.991,25	18.235.800,00	73.834.200
		960	P3	2	1920	28.957,50	55.598.400,00	
2	Estudio de las necesidades reales de mantenimiento de los equipos y sistema de compresión del centro operativo san Joaquín	640	P5	1	640	37.991,25	24.314.400,00	79.912.800
		640	P3	3	1920	28.957,50	55.598.400,00	
3	Elaboración de planes y programas de mantenimiento por equipo	800	P5	1	800	37.991,25	30.393.000,00	76.725.000
		800	P3	2	1600	28.957,50	46.332.000,00	
4	Diseño de sistema de inventarios a fin de mejorar la gestión de los materiales y repuestos del sistema de mantenimiento.	640	P5	0,5	320	37.991,25	12.157.200,00	49.222.800
		640	P3	2	1280	28.957,50	37.065.600,00	
Total								279.694.800

Fuente: el autor (2018)

4.5.4. Programa de Trabajo

Para la estimación de los costos debe considerarse un programa de trabajo a fin de obtener los costos asociados a las actividades y sus duraciones, en la figura 4.22, se muestra el diagrama de GANTT previsto para la ejecución de los trabajos, mientras que en la tabla 4.62, se muestra la duración de la implementación de las estrategias en conjunto de acuerdo al programa de trabajo, horas de trabajo totales requeridas y el monto total del proyecto planteado.

Tabla 4.62. Resumen de programa de trabajo

Descripción / totales	160 días	11.520 horas	Bs. F. 279.694.800
Actualización de información de los equipos estáticos y dinámicos del sistema de compresión	120 días	2.400 horas	Bs. 73.834.200
Estudio de las necesidades reales de mantenimiento de los equipos y sistema de compresión del centro operativo san Joaquín	80 días	2.880 horas	Bs. 79.912.800
Elaboración de planes y programas de mantenimiento por equipo	100 días	2.400 horas	Bs. 76.725.000
Diseño de sistema de inventarios a fin de mejorar la gestión de los materiales y repuestos del sistema de mantenimiento.	80 días	1.600 horas	Bs. 49.222.800

Fuente: el autor (2018)

Descripción	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4	mes 5	mes 6	mes 7	mes 8	
Actualización de información de los equipos estáticos y dinámicos del sistema de compresión del centro operativo san Joaquín	■								
Estudio de las necesidades reales de mantenimiento de los equipos y sistema de compresión del centro operativo san Joaquín		■							
Elaboración de planes y programas de mantenimiento por equipo			■						
Diseño de sistema de inventarios a fin de mejorar la gestión de los materiales y repuestos del sistema de mantenimiento.	■								

Figura 4.22. Programa de trabajo para ejecución de las estrategias
Fuente: el autor (2018)

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

En función del estudio realizado a la problemática en estudio y teniendo en cuenta los resultados obtenidos de la investigación, se desprendieron conclusiones las cuales se describen como sigue:

1. Se determinó que el sistema de gestión de mantenimiento referido al área de compresión del Centro Operativo San Joaquín, se encuentra en una situación *DEFICIENTE*, de acuerdo con el criterio de Zambrano, S., Leal, S., siendo las áreas con mayores deficiencias: mantenimiento circunstancial, preventivo, programado, rutinario, por avería, correctivo, personal de mantenimiento y recursos, donde el incumplimiento parcial casi total de sus principios representan el 80% de las fallas del sistema de gestión de mantenimiento.
2. Se evidencio que los principios relacionados con la planificación, programación y ejecución, control y evaluación representan las causas principales de las deficiencias del sistema de gestión de mantenimiento asociado a las áreas mencionadas, las cuales fueron analizadas para identificar las causas y sub-causas que generan las deficiencias del sistema.
3. Se determinó que las causas principales de las deficiencias en los principios de planificación de mantenimiento y de sus tipos son: ausencia de estudios de las necesidades reales y objetivas de mantenimiento de los equipos e instalaciones, falta de estudios de confiabilidad y mantenibilidad de los equipos y sistemas, inexistencia de estudios de ciclos de revisiones y sustituciones de piezas claves, ausencia de orden de prioridad para eliminación de fallas y ejecución de actividades de mantenimiento, falta de determinación de cargas de trabajos y la

inexistencia de delimitaciones de sistemas bajo esquema preventivo y/o correctivos.

4. Las causas principales detectadas para los principios de programación y ejecución de mantenimiento fueron: falta de conocimiento de las necesidades de mantenimiento, frecuencias de ejecución no definidas, ausencias de políticas para la programación, ausencia de asignación de fechas de ejecución de actividades a los equipos. En cuanto a los principios de control y evaluación de mantenimiento se verificó que las causas de las deficiencias son: falta de registros de fallas y tiempos entre paradas y fuera de servicios que permitan evaluar los resultados de gestión de mantenimiento, ausencia de procedimientos de control de ejecución y de gestión, inexistencia de seguimiento a las actividades de mantenimiento.
5. En cuanto personal de mantenimiento se determinó que las fallas son generadas debido a que: no se poseen programas de formación del personal de mantenimiento, no se lleva a cabo el proceso de cuantificación de personal y su control, no se incentiva al personal así como la ausencia de la evaluación del mismo. Aunado a esto, la principal causa de las deficiencias en cuanto a los recursos es la ausencia e inexistencia de equipos, herramientas e instrumentos para la ejecución de las acciones de mantenimiento; así mismo, la ausencia de un sistema de gestión de inventario para la planificación y control de materiales y repuestos requeridos para el mantenimiento de las instalaciones.
6. Se propuso la fijación de los objetivos e indicadores de control para la gestión de mantenimiento, los cuales están orientados al cumplimiento de los factores críticos de éxito del sistema de gestión, se vinculan con las perspectivas financieras, los clientes internos, los procesos desarrollados, el crecimiento y aprendizaje del sistema, siendo un total de 6 objetivos. Y un total de 13 indicadores tanto técnico y económicos estos orientados al control y monitoreo del cumplimiento de los objetivos.
7. Se establecieron estrategias generales por cada una de las áreas deficiencias del sistema de gestión de mantenimiento, siendo un total de siete estrategias,

orientadas a las mejora del sistema de gestión las cuales fueron: actualización de información de los equipos de operación y producción estáticos y dinámicos, estudios de las necesidades reales de mantenimiento de los equipos, elaboración de planes y programas de mantenimiento, control y evaluación de las acciones de mantenimiento, desarrollo de descripción de cargos y puestos de trabajo, detección de las necesidades de formación a fin de preparar planes de formación y actualización de los trabajadores y diseño de sistema de inventarios a fin de mejorar la gestión de los materiales y repuestos.

8. Se determinaron los costos asociados a la implementación de las estrategias, siendo el método aplicado Tarifas Horarias para servicios profesionales, el costo de desarrollo de las estrategias propuesta es de Bs. 279.694.800 Bolívares, con una duración global de 8 meses de desarrollo.

6.2. Recomendaciones

1. Implantar el uso de los indicadores de control de gestión propuestos, para facilitar la medición y seguimiento de la labor de mantenimiento y aplicar proceso de mejoras oportunas al sistema de mantenimiento.
2. Capacitar al personal tanto supervisorio como técnicos y administrativos, en temas asociados al mantenimiento, que sirva como apoyo para lograr una administración y ejecución eficaz y eficiente del mantenimiento a los equipos de la superintendencia de transporte.
3. Realizar auditorías internas periódicamente para contrastar el desempeño de la gestión de mantenimiento dentro de la empresa, y así detectar desviaciones en el cumplimiento con los procesos de mantenimiento.
4. Aumentar la cantidad de personal de mantenimiento y divulgar de forma verbal y escrita sus funciones y responsabilidades.
5. Realizar los estudios correspondientes al diagnóstico de los equipos para detectar las necesidades de mantenimiento actuales y realizar periódicamente.

6. Realizar la determinación de los parámetros de mantenimiento como fuente de información para la toma de decisiones así como indicadores de gestión técnicos y económicos.
7. Implementar un sistema de gestión de inventario y almacenes dentro de la superintendencia a fin de ejercer control sobre las existencias de repuestos, materiales y equipos.
8. Implantar el SAP PM, en la gestión de mantenimiento para así facilitar el registro de la información que se desprenda de las acciones de mantenimiento.
9. Capacitar al personal supervisorio en el uso de SAP PM, para impulsar la utilización de esta herramienta como apoyo para lograr una administración eficaz y eficiente explotando las ventajas que brinda en el control y evaluación de la gestión.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA DE ESTRATEGIAS

6.1. Introducción

Actualmente, un gran número de organizaciones toman la iniciativa de mejorar y monitorear sus procesos y actividades, para ello, utilizan herramientas gerenciales como la implementación de estrategias, las cuales representan una guía eficaz para obtener mejorar y optimizar las desviaciones encontradas durante las evaluaciones de desempeño en un tiempo determinado.

La Superintendencia de Mantenimiento Operacional del Centro Operativo San Joaquín de PDVSA GAS posee un sistema de gestión de mantenimiento deficiente en cuanto al cumplimiento de los estándares mínimos requeridos que deben llevarse a cabo como parte de los procesos de mantenimiento. Esta situación ha traído como consecuencia muchas deficiencias y debilidades dentro de la gestión y directamente sobre el desempeño de los equipos. A raíz de esta situación, surge la necesidad de estudiar y proponer estrategias con el fin de obtener mejoras en la gestión actual.

6.2. La Propuesta

De acuerdo con lo expuesto, se presenta la siguiente propuesta con el fin de implementar estrategias de mejoras al sistema de mantenimiento de la Superintendencia de Mantenimiento Operacional del Centro Operativo San Joaquín de PDVSA GAS en aras de optimizar los procesos de gestión, las cuales están enfocadas a mejorar las área de planificación de mantenimiento, la planificación, programación, ejecución y control de las actividades mantenimiento, así como la capacidad del personal de mantenimiento y sus puestos de trabajo.

6.3. Objetivos de la Propuesta

El objetivo general que persigue la propuesta es el siguiente:

Plantear estrategias a implementar para el mejoramiento del desempeño de la función de mantenimiento a través de la reducción de las deficiencias encontradas en el sistema de gestión de mantenimiento, que permita lograr la misión de la organización y el cumplimiento de los objetivos establecidos, garantizando un manejo efectivo de los equipos y de los recursos, que facilite ejercer el control la ejecución y cumplimiento de las actividades planeadas a las instalaciones.

6.4. Desarrollo de Estrategias para Reducción de la Brecha Encontrada

Como parte de la investigación, se tomó en consideración el desarrollo de acciones orientadas al cierre de la brecha detectada en la evaluación realizada al sistema de gestión de mantenimiento, como parte de estas actividades se consideró la elaboración de formatos, procedimientos e instructivos requeridos en la organización, mientras que las acciones que toman un mayor tiempo y recursos para su ejecución fueron planteadas dentro de planes de acción con propósito de cierre de brechas.

6.4.1. Área: Planificación de Mantenimiento

Para el área de planificación de mantenimiento, se detectaron deméritos como la ausencia de procedimientos normalizados para recabar y comunicar información para su almacenamiento y su posterior uso, en este caso se desarrolló el procedimiento que será sometido a revisión y consideración por la unidad de gestión de la calidad a fin de lograr su estandarización y divulgación.

De forma similar se detectaron desviaciones como ausencia de registro de fallas y causas por escrito, estadísticas de paradas y tiempos de reparación, para ello se plantearon los formatos mostrados en las figuras 6.1 y 6.2, seguidos de sus instructivos de llenado respectivamente.

	REPORTE DE FALLA DE EQUIPO		Fecha de falla: (1)
			Hora de falla: (2)
Instalación: (3)	Equipo: (4)	Ub. Téc. (5)	
Descripción de la falla: (6)			
Causas y consecuencias de la falla: (7)			
Acciones recomendadas: (8)			
Observaciones: (9)			
Fecha de falla anterior: (10)	Fecha de falla actual: (11)	Tiempo entre fallas: (12)	
Reporta: (13)		Firma: (14)	

Figura 6.1. Formato de reporte de fallas de equipos
Fuente: el autor (2018)

El formato debe llenarse con la siguiente información:

1. Fecha de falla: indicar el día, mes y año en que se presentó la falla en el equipo.
2. Hora de falla: indicar la hora estimada en que se presentó la falla en el equipo.
3. Instalación: mostrar el lugar de ubicación del equipo que presento la falla.
4. Equipo: hace referencia al equipo que presento la falla.

5. Ub. Téc.: presentar el código del equipo que hace referencia a la ubicación del equipo.
6. Descripción de la falla: debe describirse todos los aspectos importantes referentes a la falla que presentó el equipo. Indicando el grado de prioridad de la atención al equipo.
7. Causas y consecuencias de la falla: explicar las posibles causas de la falla que presentó el equipo y las consecuencias que se presentaron a raíz de dicha falla, indicando si es posible pérdidas y la incidencia en el equipo.
8. Acciones recomendadas: mostrar las acciones que recomienda el que reporta la falla a los encargados de ejecutar las acciones para corregir la falla, indicando si la falla requiere atención inmediata o no.
9. Observaciones: agregar otros aspectos referentes a la falla, como incidencia en el medio ambiente y las instalaciones, entre otros.
10. Fecha de falla anterior: indicar el día, mes y año de la última falla presentada en el equipo.
11. Fecha de falla actual: indicar el día, mes y año en que se presentó la falla actual.
12. Tiempo entre fallas: debe calcularse basado en las fechas de la falla actual y la anterior.
13. Reporta: nombre de quien realiza el reporte de falla.
14. Firma: indicar firma de la persona que realiza el reporte de fallas.

		REPORTE DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO	
Reporta: (1)	Ocupación: (2)	Hora de inicio: (3)	
Instalación: (4)	Equipo: (5)	Ub. Téc: (6)	
Procedimiento ejecutado: (7)			
Condiciones y defecto del equipo: (8)			
Acción Correctiva: (9)			
Repuestos y materiales consumidos: (10)			
Observaciones y desviaciones: (11)			
Tiempo consumido: (12)		Firma: (13)	

Figura 6.2. Formato de reporte de trabajo de mantenimiento

Fuente: el autor (2018)

Se debe proporcionar la siguiente información:

1. Reporta: debe indicarse el nombre de la persona que realiza el reporte de trabajo.
2. Ocupación: indicar la ocupación que posee el trabajador dentro de la estructura organizacional de mantenimiento.
3. Hora de inicio: hace referencia a la hora en que se inició el trabajo.
4. Instalación: indica el lugar donde se realizó el trabajo de mantenimiento.
5. Equipo: mostrar el nombre del activo sobre el cual se realizó el trabajo.
6. Ub. Téc: se debe especificar el código del equipo asignado en el sistema de información SAP PM.

7. Procedimiento ejecutado: debe indicar o hacer referencia al procedimiento de mantenimiento realizado, o en su defecto, describirse brevemente.
8. Condiciones y defecto del equipo: debe indicarse en qué condiciones se encontró el equipo antes de realizar las acciones de mantenimiento, además de indicar el defecto que presento con su respectivo análisis.
9. Acción Correctiva: indicar las acciones que se tomaron para restablecer el equipo a una condición operativa.
10. Repuestos y materiales consumidos: debe indicarse los materiales y repuestos que se utilizaron en la ejecución de las actividades.
11. Observaciones y desviaciones: campo destinado a la presentación de las observaciones realizadas por el trabajo, además de las desviaciones que tuvieron lugar durante la ejecución de las actividades
12. Tiempo consumido: indica el tiempo necesario para la ejecución del trabajo
13. Firma (Opcional): en caso de presentarse en físico, debe llevar la firma de la persona que presenta el reporte.

6.4.2. Área: Mantenimiento Rutinario, Programado y por Avería

Para el área de mantenimiento rutinario y programado, se detectaron deméritos y desviaciones, entre otras, la falta de formatos de control que permitan verificar si se cumple la ejecución de este tipo de mantenimiento, además de la ausencia de formatos para la recolección de información relacionada al consumo de insumos y otros recursos. Para ello, puede utilizarse los planteados en la figura 5.2, donde se plantea el reporte de las actividades de mantenimiento ejecutado, identificando el o los equipos, repuestos y materiales consumidos, observaciones y recomendaciones y en caso de que se requiera acciones correctivas empleadas.

6.4.3. Área: Mantenimiento Correctivo y por Avería

Para el área de mantenimiento correctivo, se detectaron deméritos y desviaciones, entre otras, la ausencia de registros por escrito de aparición de fallas para actualizarlas y evitar su futura aparición, dicha falla puede ser corregida a través de la implementación del formato de registro y reportes de falla mostrada en la figura 6.1.

Por otro lado, en el principio relacionado con el control y evaluación, se observó la ausencia de registros de tiempos de ejecución y la ausencia de registros de utilización de recursos, materiales y repuestos en las operaciones correctivas de las fallas, se considera que los mismos puede realizarse a través del uso de los formatos planteados en la figur 6.1, Formato de reporte de trabajo de mantenimiento.

6.4.4. Área: Mantenimiento Preventivo

Dentro del mantenimiento preventivo se detectó que existe la condición en la que no se llevan registros necesarios para determinar los tiempos de parada y los tiempos entre fallas de los equipos, para solventar este inconveniente se planteó el uso de los formatos mostrados en las figuras 6.1 y 6.2 para obtener los datos relacionados a las fallas presentadas a cada equipo, así como el tiempo de reparación de los mismos, esto facilita la medición de los tiempos entre fallas y fuera de servicios.

6.4.5. Área: Personal de Mantenimiento

Para esta área, se detectaron las necesidades de descripción de cargos y puestos de trabajo, así como planes de capacitación del personal de mantenimiento.

6.4.5.1. Desarrollo de Descripción de Cargos y Puestos de Trabajo

Comprende la elaboración de la descripción de los cargos asociados al personal de mantenimiento que desarrolla sus labores en el área de compresión del COSJ, con el fin de establecer responsabilidades, funciones, limitaciones, habilidades y destrezas requeridas para el desempeño de sus funciones. En este aspecto, se presentan las descripciones de cargos y puestos de trabajos, en la tabla 6.1, se muestra la del Superintendente de Mantenimiento operacional. En el anexo B, se muestran algunas de las descripciones de cargos.

Tabla 6.1. Descripción de puestos Superintendente de Mantenimiento

Identificación: Titulo Puesto: Superintendente Mantenimiento Operacional Titulo Puesto Supervisor: Gerente Centro Operativo San Joaquín División / Gerencia / Región: Producción Gas / COSJ / Oriente
Misión: Dirigir, coordinar y asesorar al personal involucrado dentro de mantenimiento operacional, en la realización de los mantenimientos preventivos y correctivos niveles I, II y III a los equipos dinámicos y estáticos asociados a la producción de fluidos, requerida producción Gas Anaco.
Responsabilidades: <ol style="list-style-type: none">1. Planificar y programar el mantenimiento preventivo (por frecuencia y por condición) y correctivo de los equipos dinámicos y estáticos, para garantizar su continuidad operativa, a través de la evaluación de los requerimientos operacionales y recursos disponibles.2. Atender situaciones de emergencia en su área de trabajo durante las 24 horas del día, participando en los programas de guardias.3. Ejecutar actividades operacionales inherentes a la nómina contractual, en situaciones de conflicto y paros laborales con el fin de asegurar la continuidad operacional.4. Planificar y programar la adquisición de materiales y equipos necesarios para garantizar la ejecución oportuna de los trabajos de mantenimiento inherentes.5. Controlar y hacer seguimiento a los indicadores de mantenimiento, a fin de determinar desviaciones y aplicar oportunamente los correctivos necesarios, mediante evaluaciones mensuales.

Tabla 6.1. Continuación

<p>Responsabilidades:</p> <ol style="list-style-type: none">6. Apoyar en la administración de la nómina de mantenimiento (propios y contratados) asegurando su desarrollo y adiestramiento necesario, vacaciones, examen preventivo integral de salud, canalizando sus quejas y reclamos.7. Velar por la dotación oportuna de los implementos de seguridad y herramientas necesarias para la ejecución de las tareas asignadas.8. Optimización del mantenimiento y reducción de costos, mediante el seguimiento a la ejecución de los trabajos de mantenimiento; evaluando recurrencia de fallas, retrabajos realizados y fallas relevantes.9. Participar en la revisión y elaboración de procedimientos de trabajo para la ejecución del mantenimiento, mediante la utilización de normativa vigente y manuales de mantenimiento.10. Participar en la administración de los contratos, haciendo seguimiento en la ejecución y los procesos de pagos.11. Conocer las responsabilidades inherentes a su cargo y metas de la organización.12. Apoyar los programas sociales y de desarrollo endógenos alineados a las estrategias de PDVSA Producción Gas Anaco y destinados a propiciar el desarrollo sostenible de nuestras comunidades.
<p>Perfil / Requerimientos técnicos</p> <p>Profesional Universitario/Postgrado: Ingeniero mecánico, industrial o a fin, experiencia de ocho (8) años mínimo en la industria, dominio del inglés instrumental, licencia de conducir 3er grado. Sólidos conocimientos en: Planificación, presupuesto, programación, procura y control de gestión, contratación, control y administración de contratos, mantenimiento de equipos dinámicos y de equipos estáticos, confiabilidad integral de activos, control de corrosión y análisis de falla, parada de planta, actitud hacia la seguridad, higiene y ambiente. Identificación e integración plena, orientación al logro, pensamiento analítico y crítico, flexibilidad, trabajo en equipo y cooperación, impacto influencia, sensibilidad social, optimización de los recursos, comunicación, liderazgo, establecimiento de relaciones, análisis de problemas y toma de decisiones.</p>

Fuente: el autor (2018)

6.4.5.2. Detección de las Necesidades de Formación a fin de Preparar Planes de Formación y Actualización de los Trabajadores

Comprende el desarrollo de procesos de detección de necesidades de formación del personal a través de las evaluaciones del personal, las descripciones de cargos y

puestos de trabajos con el fin de preparar programas de formación y actualización técnica del personal que labora en la empresa, específicamente en el área de comprensión del COSJ. En la tabla 6.2, se muestra el plan de adiestramiento.

Tabla 6.2. Tópicos de Capacitación Personal COSJ – Comprensión

Gerencia	Puesto SAP	Acciones De Formación
Centro Operativo San Joaquín	Superintendente de mantenimiento Operacional	Confiabilidad operacional Gerencia de parada de plantas. Congreso de energía
	Superintendente de mantenimiento Operacional	Sistemas alternativos de generación de energía. Refreshamiento en ingles
	Superintendente de mantenimiento Operacional	Determinación del nivel de integridad de seguridad Diseño, verificación y validación del sistema
	Supervisor equipos estáticos y dinámicos	Confiabilidad operacional Gerencia de parada de plantas. Congreso de energía
	Supervisor equipos estáticos y dinámicos	Sistemas alternativos de generación de energía. Refreshamiento en ingles
	Supervisor equipos estáticos y dinámicos	Determinación del nivel de integridad de seguridad Diseño, verificación y validación del sistema
	Supervisor de instrumentación	Transmisores de nivel radar de onda guiada
	Supervisor de instrumentación	Protocolo de comunicación foundation fieldbus básico y avanzado
	Supervisor de instrumentación	El nuevo supervisor: liderazgo, coaching y manejo del cambio
	Supervisor de instrumentación	Posicionadores inteligentes de válvulas Fieldvue
	Supervisor de electricidad	Optimización del mantenimiento industrial
	Supervisor de electricidad	Sistemas alternativos de generación de energía
	Supervisor de electricidad	Planificación de paradas y arranques de plantas
	Supervisor de electricidad	Planificación y programación de mantenimiento
	Técnico de mantenimiento	Alineación de equipos dinámicos con equipo laser
	Técnico de mantenimiento	Mantenimiento predictivo mediante análisis de vibraciones
	Técnico de mantenimiento	Medición de espesores
	Técnico de mantenimiento (instrumentación- electricidad)	Configuración de actuadores electro-hidráulicos
Técnico de mantenimiento (instrumentación- electricidad)	Lectura e interpretación de plano de instrumentación, electricidad y procesos	

Tabla 6.2. Continuación

Gerencia	Puesto SAP	Acciones De Formación	
Centro Operativo San Joaquín	Técnico de mantenimiento	Mediciones fiscales y de transferencia de custodia de petróleo y gas natural	
	Técnico de mantenimiento	Mantenimiento predictivo mediante análisis de vibraciones	
	Técnico de mantenimiento	Medición de espesores	
	Técnico de mantenimiento (instrumentación-electricidad)	Configuración de actuadores electro-hidráulicos	
	Técnico de mantenimiento (instrumentación-electricidad)	Lectura e interpretación de plano de instrumentación, electricidad y procesos	
	Técnico de mantenimiento	Mediciones fiscales y de transferencia de custodia de petróleo y gas natural	
	Técnico de mantenimiento	Cromatografía de gases con espectrometría de masas (CGEM)	
	Técnico de mantenimiento (instrumentación-electricidad)	Control lógico programable	
	Técnico de mantenimiento (instrumentación-electricidad)	Instrumentación Industrial	
	Técnico de mantenimiento	Uso y conservación de herramientas	
			Formulación y evaluación de presupuesto

Fuente: el autor (2018)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agostini, D. (2013). *Evaluación del sistema de mantenimiento de la superintendencia de Mantenimiento Operacional de PDVSA Producción Gas, Área Mayor Anaco Este (AMA este), basado en la norma COVENIN 2500-93*. Trabajo de grado, Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui: Extensión Anaco.
- Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación Introducción a la metodología científica (5ª edición)*. Caracas Venezuela: Editorial Episteme.
- Calloni, J. (2007). *Mantenimiento eléctrico y mecánico para pequeñas y medianas empresas*. Buenos Aires: Editorial Nobuko.
- COVENIN Norma Venezolana 3049-93. (1993). *Mantenimiento: Definiciones*. Venezuela.
- COVENIN Norma Venezolana 2500-93. (1993). *Manual para evaluar los sistemas de mantenimiento en la industria*. Venezuela.
- Duffuaa, S. (2012). *Sistema de mantenimiento: planeación y control*. Mexico: Editorial Limusa Wiley.
- Gomez, A. (2015). Propuesta de mejoras a la gestión de mantenimiento de la flota de vehículos livianos adscrita a la superintendencia de transporte de la Empresa Mixta Petroritupano, S.A. Trabajo de grado, Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui: Extensión Anaco.
- Hernandez, G. (2012). *Propuesta de mejoras a la gestión de mantenimiento de la flota vehicular de transporte adscrito a la gerencia de transporte de PDVSA distrito San Tomé*. Trabajo especial de grado, Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui: Extensión Anaco.
- Jimenez, K. y Milano, T. (2006). *Planificación y gestión del mantenimiento industrial*. Venezuela: Editorial panapo de Venezuela.
- Koenes, A. (1994). *El Plan de Negocios*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A.

- Prando, R. (1996). *Manual de gestion de mantenimiento a la medida*. San salvador: Editorial Piedra Santa.
- Perez, L. (2011). *Diseño de un plan estrategico gerencial para mejorar la gestion de mantenimiento de Nitor Metal S.A. usando los lineamientos establecidos en la norma COVENIN 2500-93*. Trabajo especial de grado, Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui: Extensión Anaco.
- Rey Sacristán, F. (2003). *Técnicas de resolución de problemas: Criterios a seguir en la producción y el mantenimiento*. Madrid: Editorial Fundación Confemetal.
- Tamayo y Tamayo, M. (2005). *Proceso de la investigacion científica* (4^{ta} Edicion). Mexico: Editorial Limusa Noriega Editores.
- Zambrano, S. y Leal, S. (2006). *Manual práctico de gestión de mantenimiento* (1 era Edición). Venezuela: Fondo editorial de la Universidad del Táchira.

METADATOS PARA TRABAJO DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

TÍTULO	DISEÑO DE ESTRATEGIAS DE MEJORAS PARA EL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS ESTÁTICOS Y DINÁMICOS DEL ÁREA DE COMPRESIÓN DEL CENTRO OPERATIVO SAN JOAQUÍN DE PDVSA PRODUCCIÓN GAS ANACO
SUBTÍTULO	

AUTOR (ES):

APELLIDOS Y NOMBRES	CÓDIGO CVLAC / E MAIL
Cabello G., Jesús J.	CVLAC: CEDULA E MAIL: CORREO
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:
	CVLAC: E MAIL:

PALABRAS O FRASES CLAVES:

COVENIN 2500-93, Mantenimiento, Causa y efecto, Indicadores, Costos, Estrategias

METADATOS PARA TRABAJO DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ÁREA	SUBÁREA
Ingeniería y Ciencias Aplicadas	Ingeniería Industrial

RESUMEN (ABSTRACT)

Esta investigación tuvo como objetivo principal el diseño de estrategias de mejoras para el sistema de gestión de mantenimiento de los equipos estáticos y dinámicos del área de compresión del COSJ. La investigación fue de tipo descriptiva con diseño de campo. Se diagnosticó la situación actual del sistema de gestión de mantenimiento detectando desviaciones, se jerarquizaron las áreas del sistema basado norma COVENIN 2500-93, determinando que el sistema se encuentra DEFICIENTE. Se identificaron las causas de deficiencias en las áreas de mantenimiento, mediante el análisis causa y efecto, siendo las causas detectadas: ausencia de estudios de necesidades reales de mantenimiento de las instalaciones, frecuencias de ejecución no definidas, ausencia de procedimientos de control de ejecución y de gestión, inexistencia de equipos, herramientas e instrumentos para la ejecución de las actividades, entre otros. Se propuso la fijación de objetivos e indicadores de gestión, los cuales están orientados al cumplimiento de los factores críticos de éxito, siendo 6 objetivos. Se establecieron estrategias para las áreas deficiencias detectadas, un total de 4 estrategias, orientadas a las mejora del sistema de gestión.

METADATOS PARA TRABAJO DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

CONTRIBUIDORES:

APELLIDOS Y NOMBRES	ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL				
	ROL	CA	AS X	TU	JU
MSc. Bousquet, Juan	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
Ing. Ledezma, Melchor	ROL	CA	AS	TU	JU X
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
Ing. Coa, Manuel	ROL	CA	AS	TU	JU X
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				
	ROL	CA	AS	TU	JU
	CVLAC:				
	E_MAIL				
	E_MAIL				

FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:

2018	04	¿?
AÑO	MES	DÍA

LENGUAJE. SPA

METADATOS PARA TRABAJO DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

ARCHIVO (S):

NOMBRE DE ARCHIVO	TIPO MIME
TESIS. DISEÑO DE ESTRATEGIAS DE MEJORAS PARA EL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS ESTÁTICOS Y DINÁMICOS DEL ÁREA DE COMPRESIÓN DEL CENTRO OPERATIVO SAN JOAQUÍN DE PDVSA PRODUCCIÓN GAS ANACO.doc	Application/msword

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

ALCANCE

ESPACIAL: (Opcional)

TEMPORAL: (Opcional)

TITULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Ingeniería Industrial

NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:

Pregrado

ÁREA DE ESTUDIO:

Ingeniería y Ciencias Aplicadas

INSTITUCIÓN:

Universidad de Oriente/Extensión Región Centro Sur –Anaco

METADATOS PARA TRABAJO DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CU N° 0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda "SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009".

Leído el oficio SIBI - 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SISTEMA DE BIBLIOTECA
RECIBIDO POR *[Signature]*
FECHA *5/8/09* HORA *5:30*

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

[Signature]
JUAN A. BOLAÑOS CUMPEL
Secretario



C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YOC/maruja

Apartado Correos 094 / Teléf: 4008042 - 4008044 / 8008045 Telefax: 4008043 / Cumaná - Venezuela

METADATOS PARA TRABAJO DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:

DERECHOS

De acuerdo al Artículo 41 del Reglamento de trabajos de grado (vigente a partir del II semestre 2009) según comunicación CU-034-209:

“Los trabajos de grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización”.

	Cabello G., Jesús J.	
AUTOR	AUTOR	AUTOR

MSc. Bousquet, Juan C.	Ing. Ledezma, Melchor	Ing. Coa, Manuel
TUTOR	JURADO	JURADO

MSc. Rita Valderrama
POR LA COMISIÓN DE TESIS