

**MODELO GERENCIAL DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PARA LA BASE SCHLUMBERGER – GUAFILLA**

**VÍCTOR ALFONSO LIZARAZO CORONEL
GEOVANNY RONALDO VARGAS RINCÓN**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2016

**MODELO GERENCIAL DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
PARA LA BASE SCHLUMBERGER – GUAFILLA**

**VÍCTOR ALFONSO LIZARAZO CORONEL
GEOVANNY RONALDO VARGAS RINCÓN**

**Monografía de grado presentada como requisito para optar al título de
Especialista en Gerencia de mantenimiento**

**Director: FAUSTINO TALERO RODRIGUEZ
Ingeniero Electromecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2016

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	20
1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	20
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	20
2. OBJETIVOS.....	21
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	21
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
3. JUSTIFICACIÓN.....	22
3.1 TÉCNICA.....	22
3.2 ECONÓMICA	23
4. ALCANCES Y LIMITACIONES.....	24
4.1 ALCANCES	24
4.2 LIMITACIONES	24
5. MARCO TEÓRICO	25
5.1 LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA MANTENIMIENTO	26
5.2 MANTENIMIENTO	29
5.3 CARACTERÍSTICAS DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO	30
5.4 LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO	30
5.4.1 El mantenimiento correctivo (CM).....	31
5.4.1.1 Generalidades.....	31
5.4.1.2 Recursos Necesarios.....	31
5.4.1.3 Razones de Alto Mantenimiento Correctivo.	32
5.4.1.4 Proceso Resolutivo al Mantenimiento Correctivo.....	33
5.4.2 El mantenimiento preventivo (MP)	33
5.4.2.1 Conceptos sobre Mantenimiento Preventivo.....	33

5.4.2.2 Ventajas del Mantenimiento Preventivo.....	35
5.4.3 Mantenimiento de Mejora (DOM).....	40
5.4.4 Recursos.....	40
5.4.5 Administración.	40
5.4.6 Planificación del trabajo y sistema de control.	40
5.5 RESPONSABILIDADES DE MANTENIMIENTO HACIA PRODUCCIÓN.....	41
5.6 RESPONSABILIDADES DE PRODUCCIÓN HACIA MANTENIMIENTO.....	41
5.7 EL SISTEMA L. E. M.....	41
5.8 OPTIMIZACIÓN DE COSTOS.....	42
5.9 COSTOS Y PRODUCTIVIDAD	43
5.10 INSPECCIÓN BASADA EN RIESGO (RBI)	44
5.11 PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	46
5.12 ELEMENTOS PROGRAMACIÓN ACERTADA	46
5.13 PRIORIDADES TRABAJO DE MANTENIMIENTO	46
6. GENERALIDADES DE LA EMPRESABASE SCHLUMBERGER – GUAJILLA	47
6.1 LOCALIZACIÓN	47
6.2 ZONIFICACIÓN.....	48
7. RESEÑA HISTÓRICA	50
7.1 VISIÓN	51
7.2 MISIÓN.....	52
7.3 POLÍTICA DE CALIDAD EMPRESA SCHLUMBERGER – GUAJILLA.....	53
7.3.1 Objetivos de Calidad.....	53
7.3.2 Valores Corporativo	54
7.3.3 Organigrama Actual	55
7.3.4 Organigrama de Facilidades	55
7.4 RESPONSABILIDADES Y FUNCIONES.....	56
7.5 OBJETO SOCIAL	57
7.5.1 Metas futuras.	57
7.5.2 Metas de producción.....	57
8. DIAGNÓSTICO MANTENIMIENTO.....	58

8.1	CUESTIONARIO	60
8.1.1	CRITICIDAD DE RUTAS DE INSPECCIÓN (B)	60
8.1.2	MANEJO DE LA INFORMACION SOBRE EQUIPOS (C).....	61
8.1.3	ESTADO DEL MANTENIMIENTO ACTUAL (D)	62
8.1.4	ANTECEDENTES DE COSTOS DE MANTENIMIENTO (E)	63
8.1.5	EFFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO ACTUAL (F).....	64
8.2	ANÁLISIS DEL CUESTIONARIO	67
8.2.1	Administración.	67
8.2.2	Equipos.	67
8.2.3	Mano de obra.....	67
8.2.4	Medida.	68
8.2.5	Método.....	68
8.2.6	Medio Ambiente.	68
8.2.7	Descripción del mantenimiento actual.	69
8.2.8	Inventario de herramientas.	71
8.3	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE LAS MÁQUINAS / EQUIPOS.....	71
8.4	NIVELES DE CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS	72
8.4.1	Descripción del análisis de criticidad.	72
9.	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	78
9.1	IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINARIA.....	78
9.2	CODIFICACIÓN DE MÁQUINARIA / EQUIPO.....	81
9.2.1	Codificación general de la maquinaria / equipo.	81
9.3	TAXONOMÍA DE EQUIPOS.....	82
9.3.1	Categorías:	83
9.4	CATEGORIZACIÓN Y CODIFICACIÓN.....	83
9.5	DOCUMENTACIÓN DE LA MÁQUINARIA	88
9.5.1	Ficha Técnica.....	88
9.5.1.1	Fichas técnicas para Identificación de la maquinaria y/o equipo. (Ver anexo C).....	89
9.5.2	Hoja de vida.	90

9.6	PLAN DE MANTENIMIENTO	91
9.6.1	Funciones del operario de producción.	92
9.6.2	Plan de inspección.....	92
9.6.2.1	Formato de inspección.....	92
9.6.2.2	Plan de inspección de control de tiempo utilizado.	94
9.6.3	Plan de limpieza.....	96
9.6.3.1	Formato de limpieza.	97
9.6.4	Manuales de mantenimiento.	98
9.7	DOCUMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.....	99
9.7.1	Orden de mantenimiento.....	99
9.7.2	Evaluación análisis de fallas.	101
9.7.3	Registro de fallas.	102
9.7.4	Registro de reparaciones.	103
9.7.5	Análisis causa efecto en el momento de fallo.	104
9.7.6	Manuales de instrucciones mantenimiento preventivo y correctivo.	105
9.7.7	Procedimiento de mantenimiento de equipos.	109
9.7.7.2	Alcance. Maquinaria y equipo (propiedad de Base Schlumberger Guafilla) utilizados para operación.	109
9.8	ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO RBI API 581	118
9.8.1	Alcance del RBI.	118
9.8.2	Metodología para desarrollo de RBI.	118
9.8.3	Selección del sistema a evaluar.....	119
9.8.4	Recolección de datos e información..	119
9.8.5	Evaluación de consecuencias.....	119
9.8.6	Evaluación de la probabilidad de falla (veces/año).	121
9.8.7	Análisis del riesgo (mediante matriz de riesgos).....	121
9.8.8	Revisión del plan de inspección.....	122
9.8.9	Reevaluación del plan de inspección.....	122
10.	INDICADORES DE MANTENIMIENTO.....	123
10.1	DEFINICIONES.....	123

10.1.1	Indicador o Índice.....	123
10.1.2	Controlar.....	123
10.1.3	Evaluar.....	123
10.2	CARACTERÍSTICAS DE LOS ÍNDICES	123
10.2.1	Según su utilidad. Los indicadores de mantenimiento deben ser:	123
10.2.2	Según su gestión. Los índices de gestión deben:.....	123
10.3	TASA DE FALLA OBSERVADA (TXFO)	124
10.4	TIEMPO MEDIO ENTRE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS	124
10.5	DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO (DISP)	124
10.6	TIEMPO MEDIO PARA INTERVENCIONES PREVENTIVAS (TMMP).....	125
10.7	TASA DE REPARACIÓN	125
10.8	NO CONFORMIDADES DE MANTENIMIENTO	126
10.9	SOBRECARGA O ALIVIO DE LOS SERVICIOS DE MANTENIMIENTO ...	126
10.10	COMPONENTE DE COSTO DE MANTENIMIENTO.....	127
10.11	COSTO RELATIVO CON PERSONAL PROPIO	127
10.12	COSTO RELATIVO CON MATERIAL.....	127
10.13	COSTO DE MANTENIMIENTO CON RELACION A LA PRODUCCION	128
10.14	COSTO DE MANO DE OBRA EXTERNA (CRPE)	128
10.15	COSTO DE CAPACITACIÓN (CTEC)	128
10.16	COSTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO (ICMC).....	129
10.17	COSTO DE MANTENIMIENTO POR VALOR DE VENTA	129
10.18	INMOVILIZADO EN REPUESTOS	129
10.19	TIEMPO PROMEDIO DE PARADA POR FALLAS (HXFM)	130
11.	ORGANIZACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	132
11.1	PLANEACIÓN	132
11.1.1	Políticas.....	132
11.1.2	Objetivos.....	132
11.1.3	Procedimientos.....	132
11.1.4	Programas.....	132
11.2	ORGANIZACIÓN.....	132

11.2.1 Principios de Organización.	133
11.2.1.1 Principio de Especialización.....	133
11.2.1.2 Principio de la Unidad de Mando.	133
11.2.1.3 Principio de Autoridad-Responsabilidad..	133
11.2.1.4 Principio de Dirección-Control.....	133
11.2.2 Organigramas y descripción de funciones..	134
11.2.3 Sistemas De Organización De Mantenimiento.....	135
11.2.3.1 Organización de Mantenimiento Centralizado	135
11.2.3.2 Organización de Mantenimiento de Área	136
11.2.3.3 Funciones del Encargado de Mantenimiento.	137
11.2.4 Encargado de Mantenimiento.	140
11.2.4.1 Operarios.	140
11.3 EJECUCIÓN.....	140
11.4 CONTROL.....	140
12. COSTO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO	141
12.1 COSTO DEL MANTENIMIENTO ACTUAL.....	141
12.2 COSTOS DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (VER ANEXO D).....	142
12.2.1 Inversión inicial.	142
12.2.2 Tiempo de mantenimiento.....	142
12.2.3 Tarifa horaria de la máquina en estado de improductividad.....	142
12.2.4 Costos de insumos.	142
12.2.5 Mano de obra.....	143
12.2.6 Costos por administración al año.....	143
13. MODELO GERENCIAL	145
13.1 METODOLOGIA PARA IMPLEMENTAR LA GERENCIA DE MANTENIMIENTO.....	146
13.1.1 Definir y Acordad Necesidad.....	146
13.1.2 Definir Funciones.	146
13.1.3 Definir Técnicas, Tecnología y Gente.	146

13.1.4 Definir Evolución de Procesos.	147
13.1.5 Herramientas de Soporte.	147
14. CONCLUSIONES	148
15. RECOMENDACIONES.....	150
BIBLIOGRAFIA.....	152

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.Descripción personal que labora en SCHLUMBERGER – GUAFILLA.	56
Tabla 2.Planilla para el aspecto de la criticidad de las rutas de inspección.	60
Tabla 3.Planilla para manejo de la información sobre equipos	61
Tabla 4.Planilla para el estado del mantenimiento actual	62
Tabla 5.Planilla para antecedentes de costos de mantenimiento	63
Tabla 6.Planilla para la efectividad del mantenimiento actual.....	64
Tabla 7.Mantenimiento actual Base Guafilla.....	69
Tabla 8.Herramientas	71
Tabla 9. Criterios de evaluación de criticidad	73
Tabla 10.Selección de equipos.	75
Tabla 11.Equipos y/o Sistemas.....	79
Tabla 12.Numeración Máquinaria.	83
Tabla 13.Asignación De Abreviaturas Para las Máquinaria/equipo.	86
Tabla 14.Codificación Máquinaria.....	86
Tabla 15.Indicaciones para llenar formato de inspección de control del tiempo. ...	95
Tabla 16. Descripción de actividades	112
Tabla 17. Consecuencia económica	120
Tabla 18. Consecuencia de salud y seguridad	120
Tabla 19. Consecuencia al medio ambiente	120
Tabla 20. Matriz de riesgo típica del programa de Inspección basada en riesgo.	122
Tabla 21.Indicadores de Mantenimiento a utilizar.....	131
Tabla 22.Costos Inversión Inicial	142
Tabla 23.Costos de Mantenimiento Anual	144

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Costos de mantenimiento	43
Figura 2. Curvas de costo del mantenimiento con relación al tiempo.	44
Figura 3. Ubicación geográfica.	47
Figura 4. Base Schlumberger – Guafilla	48
Figura 5. Organigrama actual.	55
Figura 6. Estructura del proceso de auditoría de mantenimiento.	59
Figura 7. Fundamentos de la auditoría interna del mantenimiento.	59
Figura 8. Gráfico Radial Implementación del mantenimiento.	65
Figura 9. Gráfico Circular Implementación del mantenimiento	66
Figura 10. Estructura del Código	81
Figura 11. Esquema de codificación de equipos.	82
Figura 12. Ejemplo de codificación	82
Figura 13. Modelo de Ficha Técnica (Equipos) (Ver anexo B)	90
Figura 14. Modelo Hoja de Vida Para Equipos. (Ver anexo B)	91
Figura 15. Modelo Formato de Inspecciones (Equipos) (ver anexo B)	94
Figura 16. Cálculos de energía.	95
Figura 17. Modelo de formato control de tiempo de utilización (Ver anexo B)	96
Figura 18. Modelo Formato de Limpieza (Ver anexo B)	98
Figura 19. Modelo Formato del programa de mantenimiento de máquinas y/o Equipos (Ver anexo B)	99
Figura 20. Modelo Formato de Mantenimiento (Ver anexo B)	100
Figura 21. Modelo Formato Análisis de Fallas (Ver anexo B)	102
Figura 22. Modelo de Formato Registro de Fallas (Ver anexo B)	103
Figura 23. Modelo Formato Registro de Reparaciones (Ver anexo B)	104
Figura 24. Diagrama Flujo Programa Mantenimiento Preventivo (Ver anexo B) ..	106
Figura 25. Diagrama Flujo Programa Mantenimiento Correctivo (Ver anexo B) ...	108
Figura 26. Organigrama Departamento de Mantenimiento	140

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A DOCUMENTACIÓN DE LA MÁQUINARIA

ANEXO B FORMATOS

ANEXO C FICHA TECNICA EQUIPOS

ANEXO D COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

RESUMEN

TÍTULO:

MODELO GERENCIAL DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA BASE SCHLUMBERGER – GUAFILLA*

AUTOR (ES):

VICTOR ALFONSO LIZARAZO CORONEL**
GEOVANNY RONALDO VARGAS RINCON**

PALABRAS CLAVES:

INFORMACIÓN, MANTENIMIENTO PREVENTIVO, GERENCIA, EQUIPOS, CODIFICACIÓN.

DESCRIPCIÓN O CONTENIDO:

La empresa Schlumberger Surencos es una compañía multinacional con sede en Houston, Texas (EE.UU) prestadora de servicios petroleros con diferentes líneas de negocio. Para el desarrollo de sus actividades en Colombia cuenta con Bases de operación ubicadas en diferentes ciudades del país, en cada una de ellas posee una infraestructura que para su funcionamiento requiere implementar servicios de outsourcing de mantenimiento aplicado a los espacios locativos, plantas eléctricas, sistemas de izaje, subestación eléctrica y tableros eléctricos de baja tensión. Actualmente Schlumberger contrata con la compañía Sodexo S.A la administración de la operación y mantenimiento de las facilidades de sus Bases.

De acuerdo al diagnóstico inicial realizado, no se cuenta con un modelo de mantenimiento preventivo de equipos haciéndose necesario diseñar un modelo de gestión gerencial que implemente los lineamientos, estándares y normatividad actual, permitiendo la eficiencia y sostenibilidad en el desempeño eficaz de los equipos y activos de la empresa, cumpliendo con los objetivos de producción.

Diseñar un modelo gerencial de mantenimiento preventivo de TREINTA (30) de los equipos y activos fundamentales para la producción de la base Schlumberger – Guafilla - Casanare, Kilometro 07 vía Yopal – Aguazul, bajo el análisis y evaluación de las causales de las fallas que se presentan en el desarrollo de los procesos productivos es el objetivo.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías, Físico- Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director: Faustino Talero Rodríguez, Ingeniero Electromecánico.

SUMMARY

TITLE:

MODEL MANAGEMENT PROGRAM FOR PREVENTIVE MAINTENANCE BASE SCHLUMBERGER
- GUAFILLA *

AUTHORS:

VICTOR ALFONSO LIZARAZO CORONEL**
GEOVANNY RONALDO VARGAS RINCON**

KEYWORDS:

INFORMATION, PREVENTIVE MAINTENANCE, MANAGEMENT, EQUIPMENT, CODING

SUBJECT OR DESCRIPTION:

The company Schlumberger Surencó is a multinational company based in Houston, Texas (USA) oil services provider with different lines of business; For the development of its activities in Colombia it has been operating bases located in different cities of the country, each of them has an infrastructure for operation required to implement outsourcing maintenance applied to locative spaces, power plants, hoist systems, electrical substations and low voltage switchgears. Currently Schlumberger contracts with the company Sodexo S.A management of the operation and maintenance of the facilities of its bases.

According to the initial diagnosis made, we do not have a model of preventive maintenance of equipment making it necessary to design a model of management practice to implement the guidelines, standards and current regulations, enabling efficiency and sustainability in the effective performance of the equipment and assets company, meeting production targets.

The objective is to design a management model of preventive maintenance of THIRTY (30) of key equipment and production assets of the Schlumberger basis - Guafilla - Casanare, Kilometer 07 via Yopal - Aguazul, considering the analysis and evaluation of the causes of the failures that present in the development of production processes.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías, Físico- Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento, Director: Faustino Talero Rodríguez, Ingeniero Electromecánico.

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento es la administración, ejecución, control y calidad de todas las actividades que aseguren los niveles adecuados de disponibilidad y desempeño de las instalaciones, herramientas y equipos de trabajo para cumplir los objetivos de la empresa, taller, industrias o el lugar de trabajo donde se empleen.

La administración del mantenimiento se divide en dos partes, planear y organizar, es donde elaboraremos planes, programas, estrategias y diseños de mantenimiento para cada uno de los instrumentos que se utilicen.

La Ejecución de la parte administrativa nos lleva a cabo todas las indicaciones que se nos pide para cada instrumento de trabajo y la parte de control permite asegurar el desarrollo de las dos etapas anteriores, llevando el monitoreo, la supervisión de las actividades y el registro ya sea en bitácoras o historial del taller.

Estas etapas son muy importantes; ya que el encargado de esta área debe tener los conocimientos de cómo se están usando los materiales de trabajo, además debe realizar los ajustes necesarios que se requieren si así lo demanda la situación.

Para obtener un buen programa de mantenimiento y una calidad necesaria, lo esencial es crear la conciencia de quien utilice las herramientas y el equipo, ya sea dando capacitación y motivación, así obtendremos la calidad necesaria en todas las actividades.

El mantenimiento ha sufrido transformaciones con el desarrollo tecnológico. A los inicios era visto como actividades correctivas para solucionar fallas. Las actividades de mantenimiento eran realizadas por los operarios de las máquinas. Con el desarrollo de las máquinas se organiza los departamentos de mantenimiento, no solo con el fin de solucionar fallas, sino de prevenirlas, actuar antes que se produzca la falla, en esta etapa se tiene ya personal dedicado a estudiar en qué período se produce las fallas con el fin de prevenirlas y garantizar eficiencia para evitar los costes por averías. Actualmente, el mantenimiento busca aumentar y agilizar la producción.

Las empresas actuales buscan métodos y técnicas de mantenimiento para resolver problemas que permitan reducir las paradas imprevistas de los equipos. Esto significa menor necesidad de reparación en gran escala y menor número de reparaciones repetitivas, por lo tanto, menor acumulación de la fuerza de trabajo de mantenimiento y equipo, mejor control de refacciones lo cual conduce a tener inventario menos costoso, menor número de productos rechazados menos desperdicios, mejor control de calidad debido a la correcta adaptación de los equipos y cambio del mantenimiento deficiente de “*paros imprevistos*” a mantenimiento programado que siempre es de menor costo, con el cual se logra

mejor control del personal, materiales y equipos¹, contribuyendo de manera rápida y confiable a mayor seguridad para operarios y maquinaria.

Actualmente, las empresas deben estar preparadas para asimilar los cambios del mundo industrial y los cambios que le impone el desarrollo, pero lo realmente importante es contar con fuerza calificada capaz de enfrentar estos retos y llevar a la empresa al éxito.

En algunas empresas la falta del mantenimiento preventivo está generando una improductividad. Esto se debe a que la maquinaria no recibe con frecuencia la atención necesaria y se aplica el mantenimiento como un recurso para cubrir emergencias e imprevistos, llegando a considerar una carga para producción.

Al diseñar un programa de Mantenimiento Preventivo adecuado se busca optimizar las variables implicadas, lo cual logrará la adopción y aceptación por todo el personal, desde la gerencia hasta los demás trabajadores. Este programa debe estar bien organizado de manera que desarrolle técnicas y métodos para la detección, control y ejecución de las actividades garantizando un buen desempeño de la maquinaria, con el fin de mejorar la calidad y por consiguiente la productividad de la planta, puesto que es un eslabón principal en el éxito de toda institución.

La empresa Schlumberger Sureco es una compañía multinacional con sede en Houston, Texas (EE.UU) prestadora de servicios petroleros con diferentes líneas de negocio; para el desarrollo de sus actividades en Colombia cuenta con bases de operación ubicadas en diferentes ciudades del país.

De acuerdo al diagnóstico inicial realizado, no se cuenta con un modelo de mantenimiento preventivo de equipos haciéndose necesario diseñar un modelo de gestión gerencial que implemente los lineamientos, estándares y normatividad actual, permitiendo la eficiencia y sostenibilidad en el desempeño eficaz de los equipos y activos de la empresa, cumpliendo con los objetivos de producción.

¹ GARCÍA PALENCIA, Oliverio. Administración de Mantenimiento Industrial. U.P.T.C. Escuela de Ingeniería Electromecánica Duitama, 1.992.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La falta del Mantenimiento Preventivo, está generando una improductividad debido a la pérdida de grandes cantidades de dinero por no producir a máxima capacidad, esto se debe a que la maquinaria no recibe con frecuencia la atención necesaria y se aplica el mantenimiento como un recurso para cubrir emergencias e imprevistos, llegándose a considerar una carga para producción.²

En el caso de la Base Schlumberger - Guafilla, los métodos de mantenimiento utilizados se fundamentan en la corrección y no en la prevención cuando se presentan daños en los equipos, no se cuenta con actividades y presupuesto definido que permita realizar el mantenimiento preventivo, generando altos costos de operación por interrupciones de los procesos, no existen indicadores de mantenimiento e histórico de fallas.

Con lo anterior nace la necesidad de un diseñar un modelo gerencial del programa de mantenimiento que abarque los campos de organización y administración, optimizando los factores disponibles, que pueda ser aceptado y adoptado por todos. El modelo debe estar bien establecido de manera que desarrolle técnicas y métodos para la detección, control y ejecución de las actividades garantizando un buen desempeño de la maquinaria, con el fin de mejorar la calidad y por consiguiente la productividad de la planta, puesto que es un eslabón principal en el éxito de toda institución.³

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son las principales actividades (insumos, herramientas y tipo de personal necesarios para el desarrollo de dichas actividades), y documentos técnicos necesarios para el desarrollo del programa de Mantenimiento Preventivo en el área de producción de la empresa Schlumberger – Guafilla.

² Schlumberger - Guafilla Comité de Gestión Integral.

³ Schlumberger - Guafilla Comité de Gestión Integral

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

DISEÑAR UN MODELO GERENCIAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA BASE SCHLUMBERGER- GUAFILLA – YOPAL, CASANARE

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar mediante UN (1) inventario en planta el estado actual de equipos, maquinaria, personal, estadísticas y métodos de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Determinar mediante UN (1) estudio técnico el estado actual y criticidad de TREINTA (30) equipos y maquinaria fundamental para la producción conforme al nivel de riesgo.
- Diseño de una estrategia de mantenimiento RBI basados en la norma API 581, buscando minimizar las paradas de equipos y maquinaria.
- Elaborar UN (1) sistema de información de frecuencias y costos.
- Capacitar al personal en conceptos básicos de mantenimiento preventivo mejorando el desempeño de los procesos de producción.

3. JUSTIFICACIÓN

El sistema de mantenimiento implica las actividades dirigidas a conservar la vida útil de los equipos en excelentes condiciones de operación para evitar las fallas imprevistas. La confiabilidad de un sistema o equipo es la probabilidad de que dicha entidad pueda operar durante un determinado periodo de tiempo sin pérdida de su función.

De acuerdo a sus indicadores de gestión, actualmente la compañía presenta inconvenientes en mantenimiento preventivo al no contar con un modelo eficiente que permita optimizar los volúmenes y costos de producción. La mala utilización de los recursos, la imprevisión y las interrupciones en las líneas productivas, incrementan los costos, al igual que reparaciones deficientes disminuyen la vida útil de los equipos.

Acorde a lo descrito se hace necesario implementar un modelo gerencial de mantenimiento preventivo a equipos y maquinaria fundamental para la producción, el cual contendrá técnicas y métodos para la detección, control y ejecución de las actividades permitiendo en forma económica garantizar un buen desempeño de la maquinaria y el personal, optimizando la calidad y productividad de la planta.

El propósito es diseñar un modelo gerencial de Mantenimiento Preventivo bajo la norma API 587 que no solo refleje datos históricos sino que permita la solución y toma de decisión para cambios futuros positivos dentro del proceso productivo. La participación y capacitación del personal es transversal para la aplicación del programa.

Se propende ofrecer soluciones previas en el momento de fallas en la producción, actuando y corrigiendo de manera oportuna, rápida y consciente minimizando los efectos o alarmas del proceso.

3.1 TÉCNICA

El mantenimiento no está ajeno a los cambios del mundo industrial, su eficiencia radica en cual tipo debo aplicar, como debo aplicarlo y en qué momento voy a aplicarlo. Se debe tener un sistema bien estructurado y documentado que funcione organizadamente y que responda adecuadamente a la producción de la empresa para que su efectividad genere los beneficios deseados.

La situación radica en el problema que presenta la empresa SCHLUMBERGER – GUAFILLA en la gestión del mantenimiento debido a la manipulación de esta información por medio de métodos inefectivos. Al no tener una política eficiente de mantenimiento uno de los factores que incide en la mala utilización de los recursos es la imprevisión y las interrupciones de las líneas productivas, incremento de los costos de producción, reparaciones deficientes que disminuyen la vida útil de los

equipos y los costos de desarrollo se hacen más altos, al tiempo que la transferencia de la tecnología es cada día más difícil.

El sistema de mantenimiento implica las actividades dirigidas a conservar la vida útil de los equipos en excelentes condiciones de operación para evitar las fallas imprevistas. El conocimiento íntegro de mantenimiento es de fundamental importancia en el éxito, por los beneficios económicos, de productividad y de seguridad, que un programa de mantenimiento óptimo representa en las organizaciones.

Por tanto, se requiere de un programa de Mantenimiento adecuado que abarque los campos de organización y administración, optimizando los factores disponibles, que pueda ser aceptado y adoptado por todos, debe estar bien establecido de manera que desarrolle técnicas y métodos para la detección, control y ejecución de las actividades garantizando un buen desempeño de la maquinaria, con el fin de mejorar la calidad y por consiguiente la productividad de la planta. Puesto que es un eslabón principal en el éxito de toda institución.⁴

Además, se busca el diseño de un programa de Mantenimiento Preventivo que no solo se limita a obtener datos históricos sino que sean la solución para cumplir la función de ser parte de una toma de decisión para cambios futuros dentro del proceso.

Es importante mencionar que la participación del personal es muy importante para la aplicación del programa, con el desarrollo del proyecto se busca dar una solución previa a la hora de fallas de producción actuando y corrigiendo de manera oportuna, rápida y consiente sin ocasionar efectos o alarmas al proceso. Gracias a este programa de mantenimiento y al diseño del manual se capacita al personal de trabajo en su respectiva área de producción.

3.2 ECONÓMICA

En la empresa SCHLUMBERGER – GUAFILLA se considera necesario un sistema de información para lograr tener una organización de mantenimiento sólida, eficiente y capacitada que permita en forma económica, restablecer lo antes posible las condiciones de disponibilidad de sus equipos para reducir al mínimo las pérdidas de producción.

⁴ SCHLUMBERGER – GUAFILLA Comité de Gestión Integral.

4. ALCANCES Y LIMITACIONES

4.1 ALCANCES

- Facilitar la identificación de la maquinaria existente en la empresa SCHLUMBERGER – GUAFILLA.
- Codificación de la maquinaria y/o equipo existente en la empresa con el fin facilitar su posterior identificación.
- Determinación de las labores de mantenimiento necesarias para la maquinaria.
- Realizar la socialización de dicho proceso dentro de la empresa.
- El proyecto se termina con la entrega del manual de procesos y procedimientos para las actividades de mantenimiento.

4.2 LIMITACIONES

- La recolección de información primaria se realiza por medio de entrevistas con el personal el cual en ocasiones es renuente o no esta en la mejor disposición para suministrarla.
- Para llevar a cabo la implementación total de un programa de mantenimiento de este tipo se requiere un tiempo realmente considerable; razón por la cual no se hará la implementación de este proyecto en la empresa SCHLUMBERGER – GUAFILLA.
- Los proyectistas aceptan decisiones y procedimientos internos de la empresa en el desarrollo del proyecto.
- El desarrollo de este proyecto busca cumplir todos los objetivos propuestos y / o al menos la realización del diseño de un programa de Mantenimiento Preventivo para el área de producción en la empresa SCHLUMBERGER – GUAFILLA.

5. MARCO TEÓRICO

El mantenimiento comprende todas las actividades que deben ser desarrolladas en orden lógico, con el propósito de conservar en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y económico los equipos de producción, herramientas y demás propiedades físicas de las diferentes instalaciones cada vez más complejas y automáticas de una empresa, cuya parálisis representa grandes pérdidas económicas.

La importancia del mantenimiento se deriva por tanto, de la necesidad de contar con un modelo que permita restablecer rápidamente las condiciones de operación para reducir al mínimo las pérdidas de producción.

Toda empresa moderna y actualizada debe contar con manuales de gestión. Bajo la norma ISO 10013 “Lineamientos para elaborar manuales de calidad”.

Se prevé:

- Determinar la responsabilidad, autoridad y el rol de cada persona involucrada en el área de mantenimiento.
- Establecer las relaciones horizontales y verticales entre todas las personas.
- Asegurar que el objetivo de mantenimiento ha sido interpretado y entendido por todos.
- Establecer sistemas efectivos de comunicación y coordinación entre las personas.
- Implementar la administración de mantenimiento como un conjunto sistemático de técnicas que mediante la coordinación de cursos y estructuras organizacionales buscan la obtención de un objetivo definido. El sistema de mantenimiento verificara todo el ciclo de la administración, y sus fases que permanecen continuamente cambiando, transformándose y desarrollándose, constituyéndose en un proceso cíclico administrativo.

Las fases de la administración del mantenimiento adoptadas son:

- Previsión
- Planeación
- Programación
- Organización
- Integración
- Dirección
- Control

El sistema de mantenimiento es un modelo sencillo de entrada-salida. Las entradas de dicho modelo son mano de obra, administración, herramientas, refracciones, equipo, etc., y la salida es equipo funcionando confiablemente y bien configurado para lograr la operación planeada de la planta. Esto nos permite optimizar los recursos para aumentar al máximo las salidas de un sistema de mantenimiento.

El modelo a establecer lograra la implementación de procesos de optimización industrial que incluyen el Mantenimiento Productivo Total (TPM), procurando el mejoramiento continuo de la Productividad Industrial, con la participación integral de todos los trabajadores de la empresa y el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) que busca optimizar la ejecución del Mantenimiento Preventivo de la planta basado en la de la Confiabilidad Operacional, de los equipos.

La aplicación de las técnicas estadísticas de apoyo a estos dos sistemas básicos permitirá implementar la Optimización de Mantenimiento Planeado. (PMO).

Se revisara la Confiabilidad Operacional (RO) y sus análisis estadísticos orientados a mantener la confiabilidad de los equipos, con la participación del personal de la empresa.

5.1 LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA MANTENIMIENTO

La gerencia de plantas industriales se ve enfrentada normalmente al problema de aumentar su productividad y aparte de los problemas relacionados con la fabricación es típico que el mantenimiento no pueda garantizar la disponibilidad optima de la planta; todo ello debido a que las actividades de mantenimiento no se planifican sino que son reacciones a emergencias, se descuida el servicio ajeno a estos problemas, la falta de repuestos necesarios debido a una estrategia de inventario errada.

- Para cambiar esta situación es necesario realizar un plan de desarrollo del área de mantenimiento aplicando conceptos gerenciales y logrando una conceptualización del problema y de las variables y factores que lo afectan; este diseño conceptual constituye la base de definición de los usuarios para encarar la adopción del sistema de trabajo ideal, pero no debe cubrir los detalles o procedimientos administrativos que lo conviertan en un manual operativo de mantenimiento. Los principales aspectos prácticos cubiertos por el diseño conceptual son:
 - Conceptos básicos sobre la organización necesaria para llevar acabo el mantenimiento.
 - Los distintos tipos de mantenimiento a adoptarse para la atención de equipos e instalaciones.

- Los distintos tipos de apoyos para soportar las actividades de los distintos tipos de mantenimiento.
- Las funciones a desarrollarse en los diferentes tipos de mantenimiento y sus subsistemas.

Es decir es necesario parametrizar el mantenimiento para medir su rendimiento y lograr así enfrentar situaciones en las que se usa el sistema para descubrir las causas del problema y tomar las medidas apropiadas. Estas medidas, sin embargo, corresponden a la alteración de uno o más de los recursos y el efecto de esta alteración sobre otros recursos debe ser simulado por el sistema para poder verificar el impacto de la variación sobre el sistema.

Si el sistema es ayudado por un equipo de procesamiento electrónico de datos alimentado por una área de planificación de tareas, que ya posee una gran cantidad de información necesaria, se obtiene un instrumento de control capaz de entregar información que va mucho más allá de la información de una gerencia corriente en lo que respecta al mantenimiento.

La utilidad de esta información es enorme porque facilita la presentación inmediata de los desarrollos de costos y tiempos con un análisis de las tendencias, logra el apoyo de la planta respecto de cambios estratégicos y circunstancias imprevistas, posibilita la comparación inmediata de los costos en diferente talleres o plantas, mejora la preparación manual de informes específicos, contribuye al control continuo de las desviaciones de las metas establecidas por los factores y variables, con la posibilidad de corrección prematura, posibilita la simulación de las decisiones y sus resultados, lo que permite que sean más certeras.

Estos conceptos establecen dos categorías de desarrollo de sistemas de Información en Mantenimiento: uno gerencial que involucra numerosos factores y permite combinarlos hasta lograr un modelo que puede expresarse y modificarse al alterar el comportamiento de cualquier variable parametrizada; estos análisis de comportamiento son una etapa avanzada en los sistemas de información y solo son posibles sí en la segunda categoría: operativa-administrativa se han logrado unas bases sólidas de planificación apoyadas en un método de recopilación y procesamiento de la información básica y veraz.

El trabajo de un administrador de Mantenimiento se debe basar en dos conceptos:

- El análisis de los puntos débiles.
- La historia de la planta.

Respecto al análisis de los puntos débiles, algunas investigaciones han mostrado que un gran porcentaje de los costos totales de Mantenimiento puede atribuirse a errores por parte del fabricante del equipo, exigiéndose por lo tanto a la gerencia de

mantenimiento la posibilidad de diagnosticar, analizar y eliminar estos puntos débiles; conociéndose dos métodos diferentes:

- Definiendo la vida de servicio de los componentes como meta: este método puede mostrar los puntos débiles en forma sumamente precisa, una condición previa para esto es por supuesto, un pronóstico realista de la vida de servicio que es considerada por las necesidades de producción, en algunos casos no es rentable buscar una prolongada vida útil si las partes pueden cambiarse fácilmente, sin paros técnicos adicionales a los requeridos por el proceso.
- Definiendo la frecuencia máxima de daño: si no existe suficiente información de la vida de servicio prevista, deben diagnosticarse los puntos débiles a partir de la frecuencia de fallas. El problema aquí es que pese a que es posible registrar una elevada frecuencia de fallas los efectos sobre la producción pueden ser mínimos. En tal caso estos componentes no pueden designarse como puntos débiles, ya que el costo en la reducción de la frecuencia de fallas probablemente no proporcione las ventajas económicas correspondientes.

Para poder definir los puntos débiles en forma apropiada es necesario que los resultados correspondientes de la falla tal como costos de reparación y detenciones también se registren. Haciéndose indispensable determinar las causas de las fallas estudiando la historia de la planta, precisando las partes afectadas y recomendando actividades que pueden ser alteraciones en las instrucciones de servicio, como por ejemplo, reducción de intervalos de lubricación; así como también puede iniciar el uso de mejores materiales.

Otra exigencia del sistema organizacional manifestado en el diseño del Sistema de Información es el control de la eficiencia de la organización del Mantenimiento, proporcionando análisis de costos de disponibilidad de la planta, de tiempo, etc. Los informes usados en las decisiones generalmente no proporcionan la información requerida ya que no muestran un panorama real de las actividades de Mantenimiento, lo que redundo en una gran incertidumbre respecto de la efectividad en la solución de problemas, además no siempre identifican las causa reales, de modo que muchas decisiones gerenciales como:

- Cambios en la organización.
- Reducción o aumento de personal.
- Reducción o aumento del nivel de existencias.
- Dotación de los talleres de Mantenimiento etc.

Se toman inadecuadamente, siendo también difícil lograr una visión retrospectiva para verificar claramente hasta qué punto son correctas las medidas tomadas.

5.2 MANTENIMIENTO⁵

Mantenimiento son las actividades que deben ser desarrolladas en orden lógico, con el propósito de conservar en condiciones de funcionamiento seguro, eficiente y económico los equipos de producción, herramientas y demás propiedades físicas de las diferentes instalaciones de una empresa.

Desde el punto de vista de la administración del mantenimiento su principal fin es la conservación del servicio. Esto es, la máquina recibe mantenimiento para garantizar que la función que desempeña dentro del proceso productivo se cumpla a cabalidad.

En términos económicos un eficiente mantenimiento significa:

La protección y conservación de las inversiones.
La garantía de productividad.
La seguridad de un servicio.
Calidad del producto.

Se debe aceptar que el mantenimiento adecuado de los equipos es costoso, pero más costoso, es dejar de mantenerlos ya que sin mantenimiento no es posible producir.

De todo lo anterior se deduce que el objetivo general del mantenimiento es: “Conservar en condiciones deseadas de operación los componentes del sistema productivo, con el mejor rendimiento posible y costos compatibles”. Este postulado básicamente se puede subdividir en tres puntos claramente delimitados que constituyen los objetivos fundamentales del mantenimiento y son:

- Mantener las instalaciones y equipos en buenas condiciones operacionales.
- Sostener lo más bajo posible los costos de producción.
- Mantener los equipos productivos operando de forma segura, durante un porcentaje óptimo de tiempo.

La meta no debe ser la conservación propiamente, sino el coincidir con las demás actividades de la Empresa en la obtención de las más altas capacidades de producción, es decir dirigir su función en la obtención del modelo óptimo de mantenimiento para cada componente del sistema a un costo mínimo, para lograr lo anterior, el plan que busca el mejoramiento de la función de mantenimiento debe contener:

⁵ GARCÍA PALENCIA, Oliverio. Administración del Mantenimiento industrial. U.P.T.C. Duitama, gerencia del mantenimiento.

- Establecimiento de objetivos.
- Aplicación de fundamentos administrativos.
- Sistemas de planeación y control.
- Programas de mantenimiento concreto y efectivo.
- Un sistema informativo sencillo y objetivo.

Son características de un sistema de mantenimiento óptimo:

- Estimular las habilidades de mantenimiento por departamento, en la planificación y control del mantenimiento, en el análisis de fallas y mejoras de equipos.
- Realizar el trabajo de mantenimiento, de acuerdo con planes documentados y estandarizados, labores programadas y órdenes de servicio.
- Realizar el mantenimiento Preventivo, según el programa (no posponer trabajos).
- Documentar y analizar el histórico de mantenimiento con el objetivo de asegurar que los índices de falla sean optimizados, medir y mejorar la productividad del personal e identificar oportunidades de mejoría.

5.3 CARACTERÍSTICAS DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

El personal que labora en el departamento de mantenimiento, se ha formado una imagen, como una persona tosca, uniforme sucio, lleno de grasa, mal hablado, lo cual ha traído como consecuencia problemas en la comunicación entre las áreas operativas y este departamento, y concepto erróneo de la imagen, generando poca confianza.

5.4 LOS SISTEMAS DE MANTENIMIENTO

Los sistemas de mantenimiento han evolucionado con el tiempo y hoy no pueden dejarse de lado en ninguna de sus variadas formas y versiones, si pretendemos una manufactura de clase mundial.

Probablemente, en los primeros tiempos del desarrollo de las industrias, las tareas de mantenimiento se hayan limitado a efectuar reparaciones o cambios de piezas luego de que éstas fallaran o, en algunos casos, a realizarlas poco antes de que ocurrieran estas fallas.

Actualmente existen variados sistemas para encarar el servicio de mantenimiento de las instalaciones en operación, algunos de ellos no solamente centran su atención en la tarea de corregir las fallas, sino que también tratan de actuar antes

de la aparición de las mismas. A continuación se describen los sistemas de mantenimiento más importantes.⁶

5.4.1 El mantenimiento correctivo (CM).

5.4.1.1 Generalidades. Por definición, Mantenimiento Correctivo es el conjunto de actividades desarrolladas en máquinas, instalaciones o edificios, cuando a consecuencia de una falla, han dejado de prestar la calidad del servicio para la cual fueron diseñados. Por tanto, las labores que deben llevarse a cabo tienen por objeto la recuperación inmediata de la calidad del servicio.

Toda labor de Mantenimiento Correctivo, exige una atención inmediata, por lo cual esta no puede ser debidamente programada y en ocasiones solo se tramita y controla por medio de reportes “Máquina fuera de servicio” y en estos casos el personal debe efectuar los trabajos absolutamente indispensables para seguir prestando el servicio, disminuyendo al mínimo el tiempo de parada y la consiguiente producción pérdida.

El Mantenimiento Correctivo es el tipo de mantenimiento más usado ya que es el que requiere de menor conocimiento, organización y en principio menor esfuerzo, aunque esto realmente no es así pues demanda trabajo anormal y por lo general fuera de horas hábiles.

La actividad fundamental que se desarrolla en Mantenimiento Correctivo es la reparación no planificada que resulta debido a la falla imprevista; antes que se realice la reparación propiamente dicha es necesario examinar el tipo y la causa del daño; esto es lo que suele llamarse comprobación del daño y mediante esta constatación se permite ver concretamente cuales son las operaciones que hay que efectuar.

5.4.1.2 Recursos Necesarios. Las averías y los paros en maquinaria se presentan aún en las fábricas que cuentan con un buen sistema de Mantenimiento Preventivo. Para la rápida solución de los problemas se requiere contar con un equipo de reparaciones especialmente preparado en los diferentes tipos de máquinas y equipos dentro de la planta. Los cuatro factores más importantes en el grupo de Mantenimiento Correctivo son:

- El personal.
- El equipo (Maquinaria, herramientas, equipos de medición y control).
- El suministro de repuestos.
- La organización y las actividades de control.

⁶ GARCÍA PALENCIA, Oliverio. Administración del Mantenimiento industrial. U.P.T.C. Duitama, gerencia del mantenimiento, capítulo 1

Estos recursos se deben integrar, coordinar y complementar adecuadamente para lograr la eficiencia requerida en las labores urgentes.

El recurso humano tiene que ser apropiadamente explotado, pues es imposible mantener un equipo suficiente para atender todas las solicitudes de inmediato o en cualquier circunstancia; por tanto es deber de una buena dirección decidir el orden de prioridades en la realización de los trabajos, con las personas adecuadas para lograr la minimización de los gastos.

Para conseguir que las cosas se hagan mejor se requiere de estudio, buena información y comunicación, lo que señala la importancia básica de establecer y mantener programas permanentes de capacitación y formación de personal y simultáneamente estudiar, analizar y determinar los procedimientos y métodos de trabajo más eficientes.

Las necesidades de capacitación varían con los requerimientos particulares y se basan en una buena o mala selección de personal, ya que esta es una de las etapas de la organización, que requiere de mayor responsabilidad. El cuidado en la selección debe ser directamente proporcional a la importancia del cargo; por esto la selección de directivos es difícil por cuanto se requiere que sea a la vez buen técnico y buen administrador.

Otro aspecto a considerar es la importancia de que el personal que se envía a efectuar reparaciones este dotado de las herramientas y equipos apropiados para que pueda desempeñar su labor con rapidez y eficiencia; es decir que cuente con los demás recursos físicos en el sitio y momento oportuno, así como un adecuado suministro de repuestos y partes de recambio. Debe también instruírsele acerca de la labor específica a realizar y los procedimientos lógicos a emplear para minimizar la posibilidad de fallas o errores humanos y así poder hacer uso provechoso de los recursos disponibles.

5.4.1.3 Razones de Alto Mantenimiento Correctivo. Existen siete razones primordiales para tener un excesivo Mantenimiento Correctivo:

- Mantener la maquinaria 100% del tiempo programada para producción
- Permitir tiempos muy limitados para los trabajos de mantenimiento
- Falta de inventario conveniente y económico de refacciones
- Mala calidad de los trabajos por la premura de la realización
- Mala preparación y programación de los trabajos originados por fallas imprevistas
- Mala estimación de la carga de trabajo que se puede llegar a presentar
- Falta de diagnóstico acertado de las causas de las fallas anteriores.

5.4.1.4 Proceso Resolutivo al Mantenimiento Correctivo. Se debe tener en cuenta los siguientes puntos para un correcto proceso resolutivo de los problemas presentados en Mantenimiento Correctivo:

- Identifique su problema.
- Diagnostique la causa.
- Proponga soluciones alternativas.
- Evalúe y decida.
- Planee la solución mejor.
- Establezca prioridades, Clasifíquelas.
- Determine carga de trabajo.
- Confronte carga y fuerza de trabajo.
- Programe.
- Dirija y realice.
- Controle y corrija.⁷

5.4.2 El mantenimiento preventivo (MP)

5.4.2.1 Conceptos sobre Mantenimiento Preventivo. Son muchas las definiciones que actualmente encontramos del Mantenimiento Preventivo, pero la más importante es: El conjunto de actividades programadas a equipos en funcionamiento que permiten en la forma más económica, continuar su operación eficiente y segura, con tendencia a prevenir las fallas y paros imprevistos.

Esto significa que un programa de Mantenimiento Preventivo incluye dos actividades básicas:

- Inspección periódica de los equipos de planta, para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos de producción.
- Conservar la planta para anular dichos aspectos, adaptarlos o repararlos cuando se encuentren aún en etapa incipiente.

A menudo se considera el Mantenimiento Preventivo como sinónimo de mantenimiento periódico, planeado o dirigido; el Mantenimiento Preventivo debe tener una parte importante de todas estas funciones, pero no el único elemento. En cada empresa de acuerdo a la naturaleza de sus actividades y su sistema productivo, es factible establecer un programa de MP, que sea de fácil ejecución e implementación; normalmente toda empresa cuenta con los equipos, parte del personal, talleres e instalaciones para llevar a cabo este tipo de mantenimiento.

⁷ GARCÍA PALENCIA, Oliverio. Administración del Mantenimiento industrial. U.P.T.C. Duitama

Para la implantación de un sistema de Mantenimiento Preventivo son necesarias ciertas bases, quizá la más importante es la participación ideológica de todos los sectores involucrados; el éxito de un programa se basa fundamentalmente, en que se venda la idea del Mantenimiento Preventivo a cada uno de los integrantes de la planta, a la Gerencia, a los Ejecutivos de producción, a los Supervisores de mantenimiento y a los técnicos.

Es necesario también, un conocimiento a fondo de lo que conforma el sistema, su metodología y su forma de administración, con miras a obtener el verdadero objetivo del Mantenimiento Preventivo de lograr un menor costo de producción de un producto de calidad. Se requiere una aplicación selectiva del programa de Mantenimiento Preventivo; se considera que es demasiado riesgo aplicarlo a toda la planta de una vez, lo mejor es ir construyendo el programa paso a paso, sin importar lo rápidamente que se pueda integrar; hasta cuando se termine un paso se debe comenzar el siguiente. Una vez que se hagan los programas de inspección y la lista de tareas a realizar, estas se deben ejecutar periódicamente puesto que el desarrollo mismo del programa va dando las pautas para las correcciones a que haya lugar. Es conveniente, también, que una vez implantado el programa sea manejado con suma honestidad, es decir que los trabajos programados sean realizados a conciencia y que los informes se ajusten lo más exactamente posible a las labores desarrolladas.

Cualquier persona que espere los beneficios completos del Mantenimiento Preventivo en forma rápida se desalentará. Es obvio que todo cambio de sistema produce traumas y problemas que deben ser resueltos en la primera fase. Uno de los problemas principales cuando se introduce un sistema de Mantenimiento Preventivo es el aumento del costo de Mantenimiento General puesto que en las primeras inspecciones se encuentra un gran número de fallas que deben ser corregidas, debido al alto deterioro de los equipos que tradicionalmente han sido manejados con base en un Mantenimiento Correctivo. Por eso se recomienda que antes de aplicar el Mantenimiento Preventivo los equipos se deben poner en óptimas condiciones de funcionamiento lo cual implica altos costos por reparaciones generales.

Un plazo prudencial para la implantación de un sistema de Mantenimiento Preventivo es de dos a tres años. La impaciencia puede malograr el sistema, por lo tanto es necesario que todas las personas relacionadas se enteren también de las dificultades que se presentan, para que colaboren en la mejor forma posible para el éxito del programa. Se puede afirmar además que implantar el Mantenimiento Preventivo exige un cambio de mentalidad, una férrea voluntad de hacerlo y un sólido convencimiento de la bondad del sistema.

5.4.2.2 Ventajas del Mantenimiento Preventivo. Cualquier programa de Mantenimiento Preventivo bien elaborado y apropiadamente aplicado, produce beneficios que sobrepasan los costos. Entre las múltiples ventajas del mantenimiento Preventivo, las más importantes son las siguientes.

- Reducción de las paradas imprevistas de los equipos. Se disminuye el tiempo ocioso, en relación con todo lo que se refiere a economías y beneficios para la empresa.
- Menor necesidad de reparación en gran escala y menor número de reparaciones repetitivas, por lo tanto, menor acumulación de la fuerza de trabajo de mantenimiento y equipo.
- Menor necesidad del equipo en operación, reduciendo con ello la inversión de capital.
- Cambio del mantenimiento deficiente de “paros” a mantenimiento programado menos costoso, con lo que se logra mejor control del personal, materiales y equipos.
- Disminuye los pagos por tiempo extra de los trabajadores de mantenimiento originados por las reparaciones imprevistas.
- Disminuye los costos de reparaciones de los desperfectos sencillos, realizados antes de los paros imprevistos, debidos a la menor fuerza de trabajo, o a las pocas técnicas empleadas y a la menor cantidad de partes que se necesitan para los paros planeados.
- Reducción de los costos de mantenimiento, de mano de obra y materiales, para las partidas de activos que se encuentran en el programa.
- Mejor control de refacciones, lo cual conduce a tener un inventario menos costoso.
- Aplazamiento o eliminación de los desembolsos por reemplazo prematuro de planta o equipo, debido a la mejor conservación de los activos e incremento de su vida útil probable.
- Menor número de productos rechazados, menos desperdicios, mejor control de calidad, por la correcta adaptación del equipo.
- Menor costo unitario, al aumentar el tiempo útil de producción.
- Mayor seguridad para operarios y maquinaria.

- Facilita el control sistematizado de la programación.
- Es fuente incalculable de valiosos datos estadísticos.⁸

5.4.2.3 Programas de Mantenimiento Preventivo. En cada industria dependiendo de sus actividades, es posible establecer un programa diferente de Mantenimiento Preventivo. Este varía de acuerdo al tipo de fábrica, plantas dentro de una misma industria, procesos, equipos, sistemas de operación, localización, etc. Un plan de Mantenimiento Preventivo debe ser flexible, dinámico, muy activo y cambiante con las experiencias adquiridas.

Los principales tipos de programas de Mantenimiento Preventivo de aplicación industrial se pueden agrupar en tres:

- **Mantenimiento Preventivo Periódico Permanente.** Es un programa realizado de acuerdo a un orden lógico de actividades de mantenimiento según recomendaciones del fabricante.
- **Mantenimiento Preventivo Periódico Productivo.** Es un programa elaborado en un 100% de acuerdo con las necesidades productivas, se realiza después de elaborar los programas de producción.
- **Mantenimiento Preventivo Periódico por Over-Haul.** Es un programa aplicable en las paradas generales de fábricas o empresas que suspenden totalmente las actividades productivas durante una o dos veces al año.

Según las necesidades específicas se recomienda a las diferentes empresas adoptar algún programa de los anteriores. En la fabricación de productos que requieren ser elaborados con continuidad durante las 24 horas del día, generalmente no es aplicable ninguno de los programas, sino que lo recomendable es:

“La elaboración de un programa que considere las necesidades de producción pero con la máxima tendencia a ser del tipo periódico permanente”.

Es necesario concientizar a Producción y a Ingeniería de Mantenimiento de las necesidades de producción y de mantenimiento para que conjuntamente se elaboren los programas de Mantenimiento Preventivo para lograr el mayor provecho posible.

⁸ GARCÍA PALENCIA, Oliverio. Administración del Mantenimiento industrial. U.P.T.C. Duitama, gerencia del mantenimiento, capítulo 2.

5.4.2.4 Aplicación de los Programas. Antes de aplicar un programa de mantenimiento Preventivo hay necesidad de cubrir dos etapas fundamentales, que son la programación y la implantación propiamente dicha.

La etapa de programación debe cubrir cuatro actividades importantes:

1. *Determinar el orden en que se programa el Mantenimiento Preventivo.* Que es la escogencia de los equipos para determinar en qué orden se deben realizar las diferentes actividades de Mantenimiento Preventivo estableciendo además, hojas de vida con los datos técnicos y todas aquellas especificaciones que se juzguen necesarias. Los datos consignados servirán para comprobar las características del equipo cada vez que sean requeridos, y con base en ellos realizar una mejor programación preventiva.
2. *Clasificar los Tipos de Programas.* Fundamentalmente en dos grupos, aquellos que no requieren parar el equipo, y los que deben estar acompañados de una parada programada del equipo, pues el tipo de inspecciones necesarias así lo requiere.
3. *Preparación del Manual de Inspecciones.* Etapa básica que consiste en recopilar y tener disponible toda la información necesaria para elaborar:
 - Instrucciones de montaje
 - Instrucciones de operaciones
 - Manuales de mantenimiento y
 - Formatos de inspección.

Esta información debe ser obtenida por las casas fabricantes, las empresas de servicio especializado, los técnicos especialistas o de las personas más experimentadas en operación y mantenimiento de los respectivos equipos.

La preparación de los manuales es una de las etapas difíciles de la programación del Mantenimiento Preventivo pues a pesar de ser de uso imperativo generalmente son de complicada elaboración por el tiempo y dedicación que exigen y por la experiencia requerida para su ejecución.

4. *Integración de los Grupos de Trabajo.* Según las necesidades específicas los grupos de trabajo deben ser formados de acuerdo con las actividades a desarrollar y la capacitación y entrenamiento requeridos. Cuando se hace con base en el nivel jerárquico, generalmente son de tres tipos:
 - Profesionales experimentados
 - Supervisores o técnicos experimentados
 - Operarios experimentados.

5.4.2.5 Frecuencia de las Inspecciones. Un aspecto muy importante para lograr una buena programación de Mantenimiento Preventivo es la fijación de las frecuencias de inspección, lo cual influye de manera preponderante en los costos y economías del programa. La decisión de cual a menudo inspeccionar es fundamentalmente un asunto experimental; la tendencia inicial es la inspección excesiva, la cual aumenta innecesariamente los costos y puede involucrar más tiempo ocioso de producción que un paro de emergencia. Sin embargo, la subinspección produce más paros y descomposturas cuyos costos son mucho mayores que los ahorros en inspecciones. Se necesita por lo tanto un equilibrio óptimo para lograr buenos resultados.

La etapa básica en la fijación del ciclo de frecuencia es el análisis técnico del equipo que tenga en cuenta los siguientes puntos:

- Edad, condición y costo. El equipo más antiguo y con mayor deterioro requiere servicios de inspección más frecuente, pero siempre con base en el análisis económico que justifique su mantenimiento.
- Severidad del servicio. Según la carga de trabajo de un equipo debe variar la frecuencia de inspección, para equipos idénticos, el de carga más severa requiere ciclos más cortos.
- Requisitos de seguridad. Dependiendo de los riesgos que afectan la seguridad de personas e instalaciones las frecuencias de inspección deben hacerse mayores para disminuir al mínimo las situaciones peligrosas.
- Susceptibilidad de deterioro. Con base a la vida útil probable y las condiciones del medio donde opera el equipo la posibilidad de deterioro varía considerablemente y por lo tanto las frecuencias de inspecciones deben ser mayores para las condiciones más desfavorables.
- Condiciones particulares de operación. Las frecuencias de inspección deben también ajustarse teniendo en cuenta las condiciones de operación para el equipo tomado individualmente, que tiene que ver con sobrecargas, operación inadecuada, vibraciones debidas al tipo de montaje, susceptibilidad de perder los ajustes, etc.

En el proceso de determinación de frecuencias se debe adicionalmente, revisar las recomendaciones de los fabricantes para fijar las condiciones propias de la planta y mientras no se tengan motivos suficientemente justificados lo mejor es seguir esas recomendaciones.

5.4.2.6 Implantación de un Sistema Preventivo. Para la implantación de un sistema de Mantenimiento Preventivo es tan importante el desarrollo del programa, como el vender la idea del plan, a cada uno de los integrantes de la planta, desde

la Gerencia Superior hasta el personal de Mantenimiento y Producción, para lograr el convencimiento sobre la conveniencia del programa, de todos los interesados.

Con base en lo anterior podemos decir que en la implantación de un sistema de Mantenimiento Preventivo se requieren cuatro condiciones:

5.4.2.7 Vender la Idea del Plan. En primer lugar a la Gerencia, cuyo apoyo posterior influirá en el éxito del programa. Siguiendo el orden jerárquico, a los superintendentes y jefes de otros departamentos, para continuar con el personal de producción, de mantenimiento y en general de todos los interesados.

5.4.2.8 Crear Conciencia Sobre los Beneficios del Sistema. Se requiere por tanto. El convencimiento de todo el personal relacionado, de la conveniencia para la empresa de la implantación del programa, y de esta forma, obtener una decidida colaboración.

5.4.2.9 Establecer Técnicamente los Programas de Inspección. Para que cualquier programa sea una realidad, es indispensable que haya sido técnicamente bien elaborado en cuanto a tipos de inspecciones y periodicidad se refiere; que sea encausado y dirigido en su ejecución por supervisores que conozcan los equipos y que sea ejecutado por operarios diestros, cuidadosos y responsables.

5.4.2.10 Diseñar Controles Efectivos para el Programa. Una vez establecido el sistema, lo indispensable es su control para que haya continuidad de su desarrollo, revisiones oportunas y evaluaciones con la adecuada periodicidad.

Un eficiente control del sistema debe incluir:

- Cumplimiento estricto de los programas sin interrupción
- Ubicación adecuada de los puntos y medios de control
- Responsabilidad en el manejo de los programas de Mantenimiento Preventivo
- Procedimientos para control de los costos de mantenimiento.

Adicionalmente, a las condiciones enumeradas, se puede decir que para la implantación de un programa es indispensable el acuerdo con producción, que se debe basar en un informe del estado real de la maquinaria y el cumplimiento de los plazos estipulados para mantenimiento con base al análisis detallado que permita a producción decidir hasta donde pueden llegar los trabajos para cumplir eficazmente los programas productivos.

Para lograr el acuerdo mencionado y diseñar un apropiado sistema preventivo, se debe tener en cuenta las siguientes premisas, válidas para programación de producción y mantenimiento:

- Producción es el dueño de los equipos
- Todo equipo requiere mantenimiento y sin él no se puede producir
- Mantenimiento debe intervenir en la planeación de producción
- La finalidad del mantenimiento es permitir la máxima producción con la calidad requerida
- Son necesarios los buenos planeadores, pero son indispensables los buenos ejecutores
- Mantenimiento debe dar el visto bueno a todos los materiales requeridos para mantenimiento debe existir completa comunicación entre producción y mantenimiento.

5.4.3 Mantenimiento de Mejora (DOM). Consiste en modificaciones o agregados que se pueden hacer a los equipos, si ello constituye una ventaja técnica y/o económica y si permiten reducir, simplificar o eliminar operaciones de mantenimiento.

Mantenimiento de Oportunidad aprovechando la parada de los equipos por otros motivos y según la oportunidad calculada sobre bases estadísticas, técnicas y económicas, se procede a un mantenimiento programado de algunos componentes predeterminados de aquellos.

5.4.4 Recursos. Comprende personal, repuestos y herramientas, con un tamaño, composición, localización y movimientos determinados.

5.4.5 Administración. Una estructura jerárquica con autoridad y responsabilidad que decida que trabajo se harán, y cuando y como debe llevarse a cabo.

5.4.6 Planificación del trabajo y sistema de control. Un mecanismo para planificar y programar el trabajo, y garantizar la recuperación de la información necesaria para que el esfuerzo de mantenimiento se dirija correctamente hacia el definido.

La totalidad del sistema de mantenimiento es un organismo en continua evolución, cuya organización necesitara una modificación continua como respuesta a unos requisitos cambiantes. Como el objetivo principal de la organización es hacer

corresponder los recursos con la carga de trabajo, es preciso considerar estas características antes de detallar los tres componentes básicos mencionados.

5.5 RESPONSABILIDADES DE MANTENIMIENTO HACIA PRODUCCIÓN

Cuando se reciba una solicitud para un servicio de mantenimiento, saber que se hará, cuando y como hacerlo y entonces definir y ejecutar el trabajo solicitado de una manera sincronizada, con altísima calidad. Apoyar al equipo de producción en el establecimiento de un nivel de mantenimiento práctico que permita que los planes operativos sean alcanzados y las reparaciones se puedan anticipar, planear y programar.

Mantener las instalaciones a niveles específicos de condiciones de funcionamiento/operación y al menor costo posible. Crear, implementar y sostener un Programa de Mantenimiento Planeado que convierta el trabajo de emergencias en trabajo planeado, anticipando necesidades y realizando las reparaciones y los reemplazos de partes con el menor tiempo de interrupción al proceso de producción posible.

5.6 RESPONSABILIDADES DE PRODUCCIÓN HACIA MANTENIMIENTO

Operar la maquinaria y el equipo apropiadamente. Desempeñar el mantenimiento asignado al operador a tiempo y como se ha instruido, conocer las condiciones y funcionamiento de las instalaciones y el equipo. Mantener supervisión para detectar condiciones insatisfactorias o inesperadas y anticipar el trabajo básico. Reportar funcionamientos incorrectos al personal de mantenimiento apropiado para la diagnosis y en su caso acción correspondiente.

Realizar trabajos de monitoreo de condiciones y reporte de condiciones del equipo hasta cierto nivel. Esto ayuda en la construcción del sentido de propiedad del equipo, así como del proceso, autorizar las reparaciones, cambio de partes y alteraciones describiéndolos claramente en la solicitud de orden de Trabajo para evitar trabajo innecesario. Las órdenes de trabajo de Emergencia serán después de los hechos.

5.7 EL SISTEMA L. E. M.

Una detallada investigación realizada en los años 50 sobre el estado del mantenimiento en las Empresas Latinoamericanas llevó al Ingeniero John G. Castles al diseño y definición de un nuevo sistema de Mantenimiento Preventivo aplicable a este tipo de industrias que se debía basar fundamentalmente en tres puntos:

- ✓ Ser de fácil administración
- ✓ Ser de fácil organización
- ✓ Ser de fácil comprensión.

La fundamentación del sistema implica la prestación de servicios adecuados y oportunos a los diferentes equipos de acuerdo con tres grupos de labores principales que se codifican con las letras L. E. y M. Al primer grupo corresponden las actividades de Lubricación, al segundo las de Mantenimiento Eléctrico y Electrónico y al tercero las de Mantenimiento Mecánico cuyas iniciales dieron origen al nombre del sistema.

Las labores a realizar en cada grupo son el resultado de un minucioso análisis de los equipos, sus componentes y su operación, la cual se complementa en lo posible con las recomendaciones de los fabricantes en cuanto a lubricación y frecuencia de las revisiones, que aparecen normalmente en los manuales de operación y mantenimiento.

El sistema de control se hace mediante la elaboración de una tarjeta por equipo que contiene además de los datos técnicos, todos los elementos necesarios para poder elaborar los programas semanales de trabajo, los cuales se revisarán con esta periodicidad y se programarán según los resultados semestral o anualmente. Mediante el sistema de Mantenimiento L.E.M. se determina para cada uno de los tres grupos de actividades, que operación de mantenimiento específica debe hacerse a cada equipo (consignada en el manual de Mantenimiento Preventivo), con que frecuencia y cuánto tiempo toma él realizarla (consignado en la tarjeta maestra respectiva). Con los datos anteriores correctamente diligenciados se permite a producción conocer cuántas horas debe destinar al mantenimiento de su equipo en el año, para programar su operación en consecuencia; y al departamento de Mantenimiento conocer las horas-hombre necesarias por equipo para determinar las necesidades de personal para Mantenimiento Preventivo.⁹

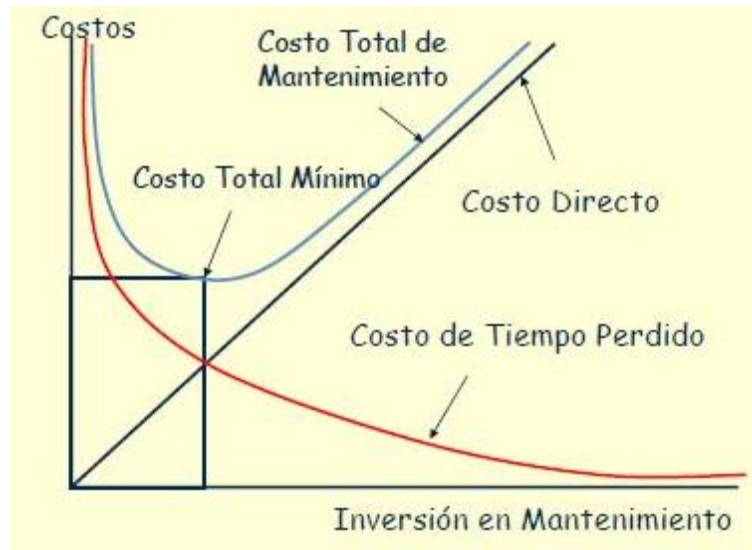
5.8 OPTIMIZACIÓN DE COSTOS

El objetivo del proceso de optimización de los costos del mantenimiento, es determinar los intervalos óptimos de mantenimiento, para aumentar la productividad de los equipos y minimizar el costo total del departamento. Ahora bien, el nivel óptimo es el punto en el que los costos totales, que combinan costos directos, tiempo perdido y deterioro excesivo, son mínimos, como se muestra en la Figura 1, lo cual se presenta cuando el costo directo se aproxima al costo indirecto.¹⁰

⁹ GARCÍA PALENCIA, Oliverio. Administración del Mantenimiento industrial. U.P.T.C. Duitama, gerencia del mantenimiento, capítulo 2.

¹⁰ 2 GARCÍA PALENCIA, Oliverio. Administración de Mantenimiento Industrial. U.P.T.C. Duitama, 1992

Figura 1. Costos de mantenimiento



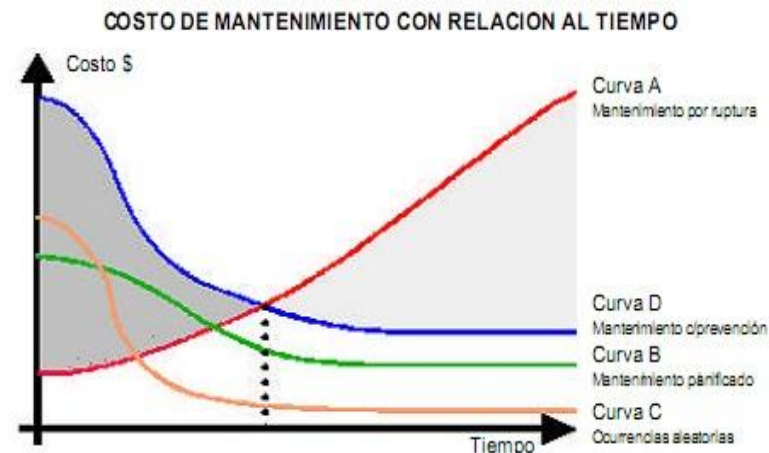
5.9 COSTOS Y PRODUCTIVIDAD

En el aspecto de costos, el mantenimiento correctivo a lo largo del tiempo, se presenta con la configuración de una curva ascendente, debido a la reducción de la vida útil de los equipos y la consecuente depreciación del activo, pérdida de producción o calidad de los servicios, aumento de adquisición de repuestos, aumento del "stock" de materia prima improductiva, pago de horas extras del personal de ejecución del mantenimiento, ociosidad de mano de obra operativa, pérdida de mercado y aumento de riesgos de accidentes - Figura 2. ¹¹

El análisis de los costos del mantenimiento programado y del no programado, sirve para resolver el problema de optimizar el proceso de mantenimiento, cuando se utiliza un sistema asistido por computador.

¹¹ Augusto Tavares, Lourival, Administración Moderna de Mantenimiento, Novo Publicações-BRASIL. Cap 1, 7 p.

Figura 2. Curvas de costo del mantenimiento con relación al tiempo.



Fuente: Augusto Tavares, Lourival.

Mejorar los procesos de mantenimiento implica la reingeniería de los mismos y un incremento en la eficacia de los recursos, para ello se debe:

- Eliminar todas las tareas de mantenimiento sin propósito o que no sean costos efectivos.
- Eliminar todos los esfuerzos duplicados en que diferentes grupos están ejecutando igual PM (Mantenimiento Preventivo) sobre el mismo equipo.
- Dirigir la filosofía de mantenimiento al mantenimiento basado en condición.
- Agregar tareas de mantenimiento orientadas a prevenir el Modo de Falla¹, que históricamente han derivado en fallas, con criterio y priorización económica.
- Distribuir la carga de trabajo hacia los operadores y toda la organización.

El plan de PM se consolida y se toma control de la planta, cuando se reemplaza el mantenimiento reactivo por uno planeado. De este punto en adelante el mejoramiento puede acelerarse fácilmente y los recursos que se liberan pueden enfocarse a corregir defectos de diseño o limitaciones inherentes a la operación.¹²

5.10 INSPECCIÓN BASADA EN RIESGO (RBI)

RBI es una metodología que apoya la planeación de inspección y que establece la estrategia de inspección basada en los principios de riesgo, en donde los esfuerzos de inspección están orientados hacia los equipos de alto riesgo y con alto potencial de reducción.¹³

¹² TURNER, Steve. MBA. OMCS. PM Optimization Programs. Maintenance Analysis for Results. 2002. Disponible en internet: <http://www.pmoptimisation.com>. [En línea]

¹³ MUÑOZ P. Jaime. Cómo desarrollar, implementar y sostener la inspección Basada en Riesgos para ductos. Enhanceco Inc, Hoston. Disponible en internet: <http://www.erliabilitym.com>. [En línea].

Un Sistema de Inspección Basada en Riesgo, dispone para su implementación en las industrias de procesos procedimientos de inspección, requiriendo la evaluación del sistema de gestión, resultados de inspección y propuesta de acciones correctivas.¹⁴

El valor del riesgo obtenido es utilizado para realizar una jerarquización e identificar las áreas de mejora y de oportunidad para el diseño y aplicación de una estrategia de inspección. El indicador utilizado es el Riesgo Financiero.¹⁵

Las inspecciones en servicio son realizadas principalmente con el propósito de detectar daños críticos. Sin embargo las inspecciones en servicio pueden ayudar a detectar degradaciones y facilitar las acciones correctivas antes de que la degradación se convierta en crítica para la integridad de la planta. Con esta visión el programa de RBI se ajustó para focalizar áreas de alta probabilidad de falla.

La aplicación de la metodología RBI permite aumentar la seguridad de las instalaciones, garantizando un alto nivel de integridad mecánica de los equipos y una reducción de los mecanismos de fallo posibles. Esto se consigue tras la identificación de los equipos que poseen un mayor riesgo, a cuyo mantenimiento se destinan mayores esfuerzos y recursos.¹⁶

Actualmente, hay un número muy limitado de organizaciones a nivel mundial que aplican un enfoque holístico y sistémico de la gestión de mantenimiento, asumiendo una Organización de Mantenimiento de Clase Mundial como el eje principal para la Optimización de Activos. Es un hecho que muchas compañías después de invertir cuantiosos recursos humanos, materiales y financieros en la implementación de Sistemas Computarizados de Mantenimiento “CMMS” o Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales “ERP”, han obtenido solo ligeras mejoras en el rendimiento de sus activos o lo que es peor este permanece igual.

La filosofía del Modelo de Gestión de Mantenimiento que se describe contiene una metodología y conjunto de herramientas que enfocan el uso de los recursos de las organizaciones asociados con Gente, Procesos y Tecnologías, para maximizar el rendimiento de los activos. Esta metodología se fundamenta en la evolución de 10 ejes funcionales considerados clave, e incluye una evaluación inicial de la gestión de mantenimiento en base a la cual se definen las estrategias idóneas así como los indicadores claves de desempeño para medir los avances de implementación.¹⁷

¹⁴ Sistema inspección basada en riesgo, Disponible en internet: <http://www.austral.edu.ar> link ingeniería, pdf.

¹⁵ www.elmundodelpetroleo.com Julio 2005. Revista virtual.

¹⁶ REYES D, Gabriela. Aplicación de la metodología de inspección basada en el riesgo en instalaciones de proceso. Disponible en internet: <http://www.interempresas.net>. [En línea].

¹⁷ LAZO, Diana –y DELGADO, José Luis Grupo MPR. MPR Sistemas Gerencia de Ingeniería de Activos.

5.11 PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Es 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. Un programa confiable debe tomar en consideración lo siguiente:

- Clasificación de prioridades de trabajo 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 operación.
- Estimación 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).

El programa de mantenimiento se establecerá en tres niveles, dependiendo de su horizonte:

- 1) El programa a largo plazo o maestro, que cubre un periodo de 3 meses a un año.
- 2) El programa semanal que cubre una semana.
- 3) El programa diario que cubre el trabajo que debe completarse cada día.

5.12 ELEMENTOS PROGRAMACIÓN ACERTADA

Se implementaran: ordenes de trabajos escritos que se derivan de un proceso de planeación bien concebida, estándares de tiempo que se basan en la técnica de medición del trabajo, información acerca de la disponibilidad de técnicas por especialidad para cada turno, existencias de refacciones e información para su reabastecimiento, información sobre la disponibilidad de equipo 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 servicios sin interrupción del programa de producción.

5.13 PRIORIDADES TRABAJO DE MANTENIMIENTO

Prioridades que 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 trabajo pendiente.

6. GENERALIDADES DE LA EMPRESABASE SCHLUMBERGER – GUAFILLA

6.1 LOCALIZACIÓN

Cerca al pie de monte al costado norte, kilómetro 7 de la vía marginal de la selva, que de Yopal conduce al Municipio de Aguazul y Tauramena, distante a 385 Km al noroeste de la ciudad de Bogotá, se encuentra la base de SCHLUMBERGER.

Figura 3. Ubicación geográfica.



Fuente:

http://oasportal.policia.gov.co/portal/page/portal/UNIDADES_POLICIALES/Comandos_deptos_policia/comando_depto_casanare

La base SCHLUMBERGER ofrece diferentes servicios de registró, pesca y perforación para todos clientes de las regiones del piedemonte, nacionales e internacionales. Existen 3 tipos de líneas que solicitan herramientas y servicios producto de la negociación con los clientes.

La línea DPS¹⁸, es la encargada de ofrecer los productos planificados para el completamiento, ensanchamiento y perforación de pozos, estos productos son ensamblados en el área por el personal calificado utilizando en su mayoría los equipos hidráulicos que permiten torquear y destorquear herramientas.

¹⁸ Línea de servicios de perforación del segmento DT&R en Schlumberger.

La línea Tubulares (*Tubulars*), presta servicios de mecanizados e inspección NDT (*Non Destructive Test*) su fuerte es la fabricación y reparación de conexiones rotarias para el empalme de la tubería en la sarta de perforación de los pozos petrolíferos. Sus principales equipos son los tornos y máquinas herramientas.

La línea de Pesca (*Fishing & Remedials*) se enfoca en las medidas de contingencia presentadas durante las operaciones petroleras, la cual consiste en recuperar los elementos fracturados del fondo del pozo petrolífero con el fin de que se reactive su producción.

Las actividades de pesca (*fishing*) en la mayoría de las veces surgen de imprevisto y no tienen asociado un patrón de falla, es por esto que, cada urgencia demanda una fabricación de herramienta especial, por lo tanto la disponibilidad de los equipos de la base toma un carácter esencial en el cumplimiento de los requerimientos al cliente.

Figura 4. Base Schlumberger – Guafilla



Para las actividades de perforación, las cuales son planeadas, la disponibilidad de los equipos asegura su perfecta continuidad.

6.2 ZONIFICACIÓN

WIRE LINE (registros de perforación)

1. Área mecánica
2. Área bahía de presión

3. Área cables.
4. Área bunker.
5. Pit radioactivo
6. Hangar wire line
7. Lavandería
8. Zona administrativa

BDT (mantenimiento y fabricación de herramientas de perforación)

1. Hangar bdt
2. Bodegas ss2
3. Bodega ss3
4. Área administrativa
5. Laboratorio de metrología
6. Área inspección y lavandería de herramientas

MI SWACO:

1. Área de almacenamiento de química

Existen las áreas de soporte que son llamadas OFS: dentro de ellas están:

1. Facilidades: operación y mantenimiento.
2. Responsabilidad social
3. Recursos humanos
4. Almacén.
5. Procura (compras)

El modelo gerencial se desarrolla en el área de facilidades, trabajando de la mano con quienes realizan las órdenes de compra para garantizar cualquiera de los trabajos de mantenimiento, los temas de operación los maneja cada línea de negocio bajo la supervisión de los gerentes de línea.

7. RESEÑA HISTÓRICA

La empresa Schlumberger Surencó es una compañía multinacional con sede en Houston, Texas (EE.UU) prestadora de servicios petroleros con diferentes líneas de negocio; para el desarrollo de sus actividades en Colombia cuenta con Bases de operación ubicadas en diferentes ciudades del país, en cada una de ellas posee una infraestructura que para su funcionamiento requiere implementar servicios de outsourcing de mantenimiento aplicado a los espacios locativos, plantas eléctricas, sistemas de izaje, subestación eléctrica y tableros eléctricos de baja tensión. Actualmente Schlumberger contrata con la compañía Sodexo S.A la administración de la operación y mantenimiento de las facilidades de sus Bases.

En esta nueva década, los productos y servicios de Schlumberger son más relevantes que nunca, ya que E & P se mueve en áreas más complejas y ambientalmente extremas - especialmente en alta mar y en aguas profundas - y la búsqueda de petróleo y gas no convencional se intensifica.

Un compromiso sin igual y sin menoscabo de la investigación y el desarrollo significa Schlumberger es capaz de ofrecer a los clientes con la tecnología, herramientas de análisis y experiencia a la medida para satisfacer los desafíos técnicos de hoy en día.

Productos y servicios de la compañía permiten la mejora de la eficiencia, junto con el flujo de información mejorada y análisis. Esto significa una mejor caracterización de yacimientos, perforación más precisa y eficaz.

Productos innovadores introducidos en los últimos años ya están haciendo una gran diferencia para nuestros clientes. El servicio de escáner dieléctrica, lanzado en 2010, fue la primera en la industria para cuantificar con precisión el volumen de hidrocarburo residual, exponentes de Archie y la capacidad de intercambio de formación catiónico (CIC), por lo que la reducción de las incertidumbres y la eliminación de la espera para el análisis de laboratorio.

Servicios de línea de acero Digital Live, introducidos en 2011, permiten la comunicación digital bidireccional mediante un cable de línea de acero de herramientas y la información que permite así a transmitir a la superficie en tiempo real. Este avance permite a los productores de petróleo y gas para gestionar programas de intervención y reacondicionamiento de pozos con un mayor conocimiento, la precisión y la seguridad, la reducción de las necesidades de personal, ahorrando tiempo y reduciendo el riesgo operativo.

Gama de Schlumberger también incluye productos diseñados para el sector del petróleo de esquisto y gas en expansión, tales como la familia Open FRAC de los sistemas de fluidos para la fracturación hidráulica, el servicio HiWAY Canal de fracturación, fluido de perforación a base de agua ENVIROTERM NT de MI

SWACO y Lanza Smith Bits 'shale-optimizado cuerpo de acero compacto de diamante policristalino bit.

Fusiones y adquisiciones estratégicas siguen siendo fundamentales para la unidad de la compañía para ofrecer un paquete integral de productos y servicios a los clientes. La fusión con Smith International en 2010 se amplió la ventaja de Schlumberger como empresa de servicios petroleros más grande del mundo en términos de ingresos y capitalización de mercado. Tecnologías y conocimientos Smith y MI SWACO complementan la oferta de Schlumberger, aprovechando al mismo tiempo gran huella geográfica de Schlumberger.

La adquisición de Geoservicios, también en 2010, amplió los productos y servicios de Schlumberger en las operaciones de tala de barro, línea de acero y de vigilancia de producción.

Schlumberger sigue basándose en su reputación para la investigación de excelencia a través de la expansión geográfica de su red de I + D. La apertura de 2010 del nuevo Centro de Investigación y Geoingeniería Brasil en Río de Janeiro y la apertura, en 2011, del Centro de Productos de Penang de WesternGeco en Malasia refleja nuestro deseo de establecer instalaciones de I + D cerrar a las nuevas áreas de desarrollo de hidrocarburos, lo que permite a la empresa a acceder a nuevos talento y adaptar nuevos productos a las condiciones locales especializados.¹⁹

7.1 VISIÓN

Schlumberger está comprometido con la excelencia en todo lo que tratamos de hacer.

Nuestro objetivo es hacer negocios de una manera coherente y transparente con todos nuestros clientes y no poseen participaciones en el capital de los activos de nuestros clientes. Los clientes ponen una gran cantidad de confianza en nosotros, sobre todo cuando se trata de manejar información sensible y confidencial. Nuestra reputación de integridad y trato justo es vitalmente importante para ganar y retener esta confianza.

Schlumberger se esfuerza por mantener la confianza de nuestros clientes y accionistas, así como todas las demás personas afectadas por nuestras operaciones. Cuando se hacen claramente visibles a comportarse de una manera ética mejoramos nuestra reputación de integridad, que a su vez nos ayuda a atraer y retener a los clientes y empleados.

¹⁹ Manual Administrativo: RESEÑA HISTORICA Schlumberger

Se organiza con la ayuda del equipo HACCP, teniendo en cuenta la proyección a mediano y largo plazo por parte de la empresa, sus objetivos previamente definidos y el alcance que espera tener la industria en otros mercados a nivel nacional.

Conformar una unidad empresarial que este a la vanguardia de los avances científicos, tecnológicos y de investigación, que promuevan la apertura hacia nuevos horizontes y culturas, que sea sólida y altamente competitiva frente a diversos mercados nacionales e internacionales; por la calidad de los productos ofertados, la seriedad de la industria, la confiabilidad de los procesos y la capacidad para cubrir altas demandas, teniendo en cuenta sistemas de calidad que garanticen el total cumplimiento de este enfoque y a su vez ofrezcan seguridad y confianza a nuestros clientes y consumidores de todo el territorio nacional. Seleccionaremos y capacitaremos a nuestro personal con el fin de alcanzar los perfiles requeridos, lograremos su pleno compromiso con los valores de la empresa BASE SCHLUMBERGER – GUAFILLA. y les ofreceremos las mejores oportunidades de desarrollo.²⁰

7.2 MISIÓN

Sacar el máximo partido de nuestros activos únicos, Schlumberger se compromete a proporcionar servicios que mejoran y optimizar el rendimiento de nuestros clientes.

Tres Valores empresa bien establecida que se centran en las personas, la tecnología, y el beneficio respaldan nuestro trabajo.

Nuestras personas prosperan en el desafío para sobresalir en cualquier entorno y su dedicación a la seguridad y el servicio al cliente en todo el mundo es nuestra mayor fortaleza.

Nuestro compromiso con la tecnología y la calidad es la base de nuestra ventaja competitiva.

Nuestra determinación para producir superiores beneficios es la piedra angular de nuestra futura independencia de la acción y el crecimiento.²¹

²⁰ Manual Administrativo: SCHLUMBERGER – GUAFILLA 201

²¹ Perfil Corporativo SCHLUMBERGER 2017

7.3 POLÍTICA DE CALIDAD EMPRESA SCHLUMBERGER – GUAFILLA

El conocimiento, la innovación técnica y el trabajo en equipo están en el centro de lo que somos. Durante más de 80 años, nos hemos centrado en el aprovechamiento de estos activos para ofrecer soluciones que mejoran el rendimiento del cliente. Hoy en día, nuestros servicios y soluciones de tecnología en tiempo real permiten a los clientes para traducir los datos adquiridos en información útil, y luego transformar esta información en conocimiento para mejorar la toma de decisiones en cualquier momento y en cualquier lugar.

El aprovechamiento de la tecnología de la información de esta manera ofrece enormes oportunidades para mejorar la eficiencia y la productividad. Este es un salto cuántico de proporcionar 'just-in-case' tradicional de la información de la entrega de los conocimientos que se adapte a las necesidades cambiantes de nuestros clientes "just-in-time".

Contaremos con manejar niveles de calidad superiores a los de nuestros competidores, tendiendo de esta manera a consolidarnos claramente como los mejores.

Mediante una política de mejoras continuas mantendremos los más altos estándares de seguridad en nuestros productos para de esta manera, lograr la meta de satisfacción total de la industria y de sus bienes ofertados.

El diseño y ejecución de todas las operaciones se hará enfatizando en la prevención y corrección de fallas y defectos a lo largo de la cadena productiva.

Se llevará a cabo un plan integral de capacitación para el mejoramiento de la calidad de vida de todo el personal que trabaja en la empresa, así como todo lo relacionado con las políticas de calidad de la empresa, la incorporación de calidad en los productos y la prevención de fallas y defectos.

Como respuesta a nuestro compromiso, nosotros aspiraremos, conseguiremos y mantendremos la certificación con sistemas de calidad que garanticen la inocuidad de nuestros productos, satisfaciendo así las necesidades de nuestros clientes y potenciales consumidores.²²

7.3.1 Objetivos de Calidad

- Distribuir de la mejor manera posible los recursos financieros para la ejecución y buen funcionamiento de cada una de las áreas de la empresa.

²² Manual Corporativo SCHLUMBERGER – GUAFILLA

- Estar informados sobre las innovaciones procedimientos, Normas y equipos que mejoren y faciliten de manera económica los procesos de producción.
- Cumplir y verificar los requerimientos legales.
- Dar respuesta inmediata a los requerimientos de nuestros clientes ya sean productos o servicios.

7.3.2 Valores Corporativo ²³

Como reflejo de nuestra creencia de que la diversidad estimula la creatividad, la colaboración y la comprensión de las necesidades de los clientes, empleamos a más de 100.000 personas en representación de más de 140 nacionalidades y que trabajan en más de 85 países. Nuestros empleados están comprometidos a trabajar con nuestros clientes para crear el más alto nivel de valor añadido. Las comunidades de conocimiento y grupos de intereses especiales con nuestra organización permiten que el trabajo en equipo y el intercambio de conocimientos sin el estorbo de las fronteras geográficas.

1. Personas con el más alto sentido de pertenencia, lealtad y responsabilidad.
2. Equipo de personas comprometidas con la sociedad, la empresa y la familia, Construyendo un mejor nivel de vida y una convivencia pacífica.
3. Personas constructoras de una cultura de cooperación y respeto, cimentada en todos los niveles de principios.

Nuestras personas prosperan en el desafío para sobresalir en cualquier medio ambiente y su dedicación a la seguridad y el servicio al cliente en todo el mundo es nuestra mayor fortaleza.

Nuestro compromiso con la tecnología y la calidad es la base de nuestra ventaja competitiva.

Nuestra determinación para producir beneficios superiores es la piedra angular de nuestra futura independencia de la acción y el crecimiento.

Schlumberger ofrece a sus clientes cuatro ventajas principales:

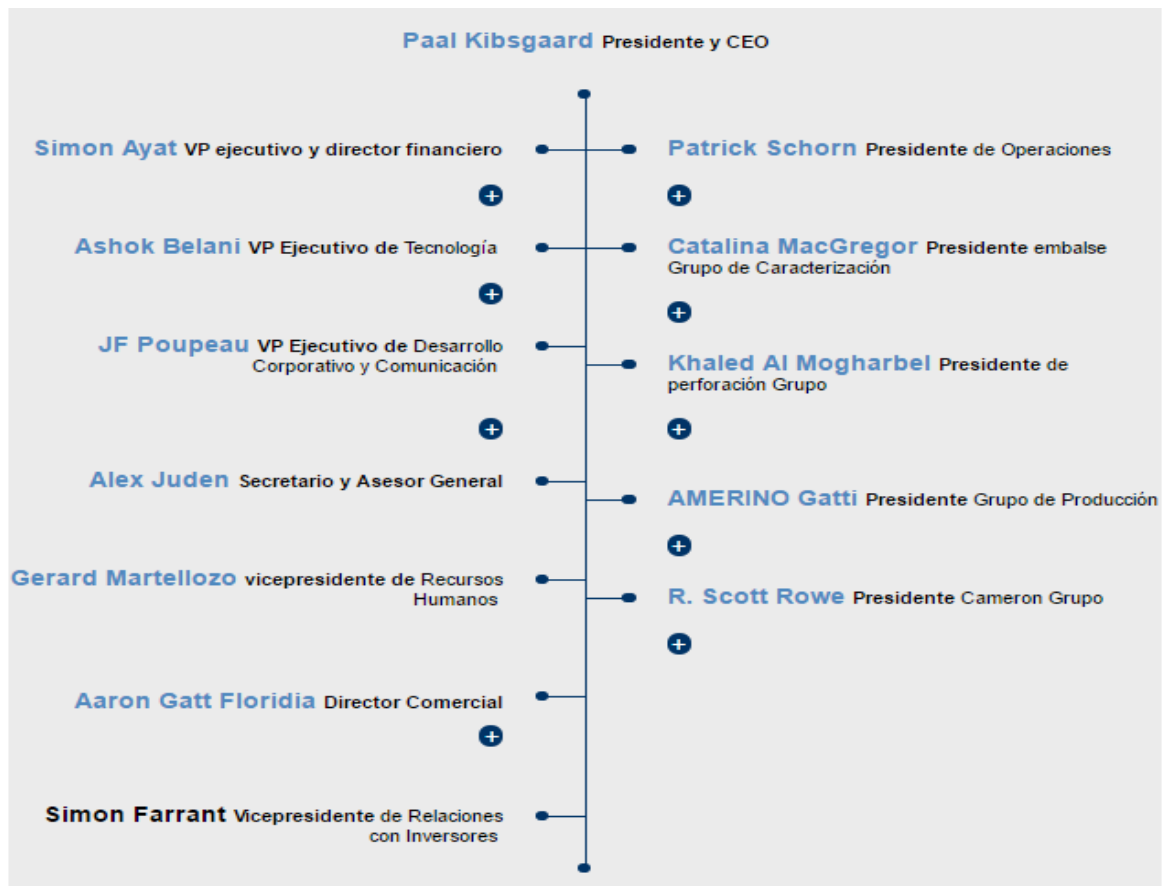
- Profundo conocimiento del dominio de las operaciones de exploración y producción adquirida a través de más de 80 años de experiencia.

²³ Manual Corporativo SCHLUMBERGER – GUAJAYMAS 2015

- El compromiso más largo de la industria de servicios de tecnología y la innovación a través de una red de 125 centros tecnológicos de investigación e ingeniería
- Un alcance global en más de 85 países, junto a la fuerte experiencia local y la diversidad en el pensamiento, la formación y el conocimiento de que más de 140 nacionalidades.
- Un compromiso con la excelencia en la prestación del servicio en cualquier momento y en cualquier lugar.

7.3.3 Organigrama Actual

Figura 5. Organigrama actual.



Fuente: Manual Corporativo SCHLUMBERGER – GUAJILLA

7.3.4 Organigrama de Facilidades

1. Gerente facilities nacional.

2. Supervisores facilities regionales.
3. Coordinadores de mantenimiento. (Sodexo)
4. Proveedores.

7.4 RESPONSABILIDADES Y FUNCIONES

La gestión del mantenimiento en Schlumberger está encargada por un tercero que es Sodexo y que la interventoría de Sodexo son el gerente y los supervisores de facilities quienes intervienen el contrato comercial de mantenimiento.

Dentro de la estructura de Sodexo tenemos:

1. Gerente de segmento nacional
2. Gerente de operaciones
3. Jefe de contrato
4. Coordinador de mantenimiento
5. Líderes de mantenimiento
6. Técnicos de mantenimiento
7. Auxiliares de mantenimiento
8. Auxiliares de limpieza.
9. Proveedores

Tabla 1. Descripción personal que labora en SCHLUMBERGER – GUAFILLA.

	HOMBRES	MUJERES	SUBTOTAL
Administrativa	4	5	9
Operativa	15	0	15
TOTAL			24

Fuente: Manual Corporativo SCHLUMBERGER – GUAFILLA.

Horarios de trabajo: Lunes a Sábado turnos de: 8:00 a.m. – 5:00 p.m.
8:00 a.m. – 12.00 p.m.

Estos horarios se aplican de acuerdo a la distribución de los centros de trabajo existentes en la empresa.

Apoyo externo con los que cuenta la empresa

TIPO DE RECURSO	DIRECCION	TELEFONO
RED ASISTENCIAL		
Hospital Yopal	Marginal de la Selva	6344656 Ext 170
Clínica Casanare	Calle 13 No. 29 – 36	6356021
Centro Regulador de Urgencias	Calle 9 No. 24 – 37	6345555
EPS Capresoca	Calle 7 No. 19 – 34	3144266173
Secretaria Salud Departamental	Carrera 21 No. 8 – 32	6358637

APOYO TÉCNICO		
Cuerpo de bomberos	Calle 24 No. 17 – 30	119
Defensa civil colombiana	Carrera 29 No. 18 – 36	144
Oficina de atención de desastres	Carrera 21 No. 8 – 32	6324694
Policía Nacional	Diagonal 15 No. 13B – 05	6322995
Cruz Roja	Carrera 18 No. 15 – 10	6324128

Fuente: SCHLUMBERGER – GUAFILLA

7.5 OBJETO SOCIAL

Proveedor líder mundial de tecnología para la caracterización de yacimientos, perforación, producción y procesamiento para la industria del petróleo y el gas.

7.5.1 Metas futuras.

- Ofrecer una combinación de ingeniería, gestión de procesos y la comprensión de las tecnologías de segmentos de Schlumberger.
- Además de proporcionar tecnología y experiencia, Schlumberger trabaja a menudo con los subcontratistas locales para aprovechar el conocimiento y la experiencia local. Schlumberger Gestión Integrada de Proyectos (IPM) ofrece la coordinación del proyecto, construcción llave en mano, así, la intervención de producción y contratos de incentivos de producción.
- Desde su creación en 1995, IPM ha gestionado la perforación y terminación de pozos de más de 8.000 con más de 60 millones de pies perforados. Las ventajas para el cliente han incluido la producción acelerada, el gasto de capital reducido y una mayor eficiencia.

7.5.2 Metas de producción.

- Incrementar la productividad
- Minimizar costos en todo nivel
- Lograr las normas ISO
- Adquirir nueva tecnología
- Optimizar los procesos
- Maximizar recursos

8. DIAGNÓSTICO MANTENIMIENTO

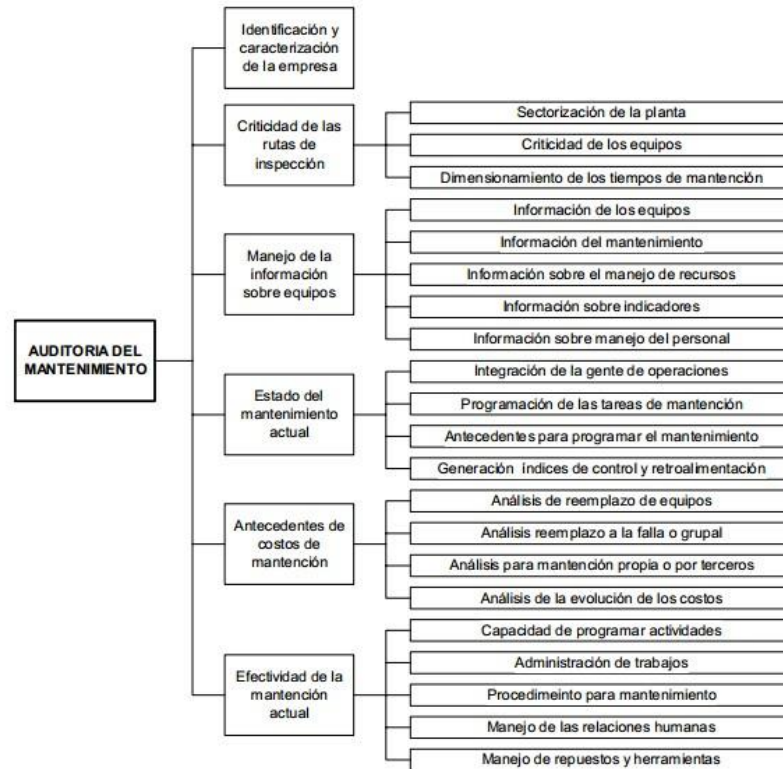
El Mantenimiento Industrial como parte integral de la producción, tiene como propósito garantizar el óptimo funcionamiento de los equipos industriales y demás infraestructura empresarial, mediante programas de prevención y predicción de fallas, reparación de daños y mejoramiento continuo de sus condiciones con la política de cero defectos, para cumplir sus tres objetivos fundamentales:

- **CONSERVACIÓN DE LOS ACTIVOS FIJOS.** Mediante el desarrollo de las técnicas administrativas y de mantenimiento más eficaces, para conservar en el largo plazo la vida útil de los equipos productivos, acordes con los requerimientos económicos.
- **DISPONIBILIDAD DE LOS ACTIVOS FIJOS.** Mediante el desarrollo de normas y procedimientos que promuevan de manera eficiente, segura y económica la máxima disponibilidad técnica y operativa de los equipos de acuerdo con los requisitos particulares de producción.
- **ADMINISTRACIÓN DE LOS RECURSOS.** Mediante el desarrollo de los procesos, procedimientos y estándares que mejor promuevan el uso eficiente, eficaz y económico de los recursos humanos, físicos y materiales de la organización²⁴

Para obtener información que permita evaluar el mantenimiento efectuado por la empresa, se realizó la metodología utilizada por Fernando Espinosa montar pie de página en “Auditoria para la efectividad del mantenimiento” con la siguiente estructura:

²⁴ GARCÍA PALENCIA, Oliverio. Administración del Mantenimiento industrial. U.P.T.C. Duitama, gerencia del mantenimiento, capítulo 1

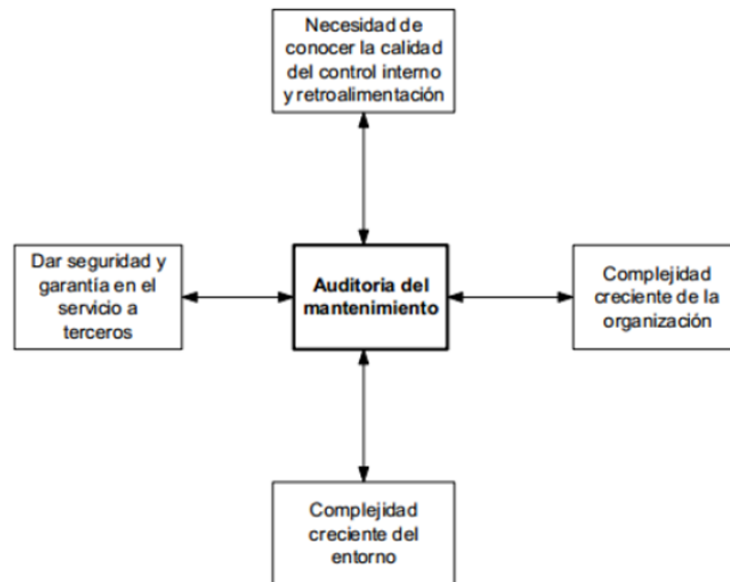
Figura 6. Estructura del proceso de auditoría de mantenimiento.



Fuente: Espinosa 2008

La auditoría interna hacia mantenimiento evalúa el sistema implementado si está operando efectivamente y eficientemente.

Figura 7. Fundamentos de la auditoría interna del mantenimiento.



Fuente: Espinosa 2008

El instrumento consta de preguntas dirigidas a la gerencia y personal involucrado en el área de mantenimiento, para finalmente fortalecer la estructura del modelo gerencial del programa de mantenimiento preventivo a proponer ya sea en controles o procedimientos o sugerir nuevos controles o procedimientos, siempre enfocado a través del tiempo en la retroalimentación del sistema de mantenimiento de la empresa.

Los resultados obtenidos de las preguntas más representativas del cuestionario se retroalimentaran y serán evaluadas de la siguiente forma:

NO/NINGUNO=1

PARCIALMENTE=3

SI/TODOS=5

8.1 CUESTIONARIO²⁵

8.1.1 CRITICIDAD DE RUTAS DE INSPECCIÓN (B)

Tabla 2. Planilla para el aspecto de la criticidad de las rutas de inspección.

B1. ¿Tiene las áreas de producción separadas por algún criterio?	Ninguna (1)	Parcialmente (3)	Todas (5)
	5		5
B2. ¿Tiene identificados por algún código sus equipos?	Ninguno (1)	Parcialmente (3)	Todos (5)
	1		
B3. ¿Tiene clasificado sus equipos según su criticidad ante una falla?	Ninguno (1)	Parcialmente (3)	Todos (5)
	1		
B4. ¿Puede cuantificar la incidencia de la falla de un equipo sobre otro(s)?	No (1)	Algunos (3)	Si (5)
	1		
B5. ¿Tiene un layout de planta que describa e identifique todos los equipos?	No (1)	Parcial (3)	Si (5)
		3	
B6. ¿Tiene líneas en paralelo en su sistema de producción?	No (X)		Si (X)
			X
B7. ¿Tiene identificadas las líneas según su criticidad para el proceso?	No (X)	Es única (X)	Si (X)
	X		
B8. ¿Algún(os) equipo produce cuello de botella?	No (X)		Si (X)
	X		
B9. ¿Tiene identificado para cada equipo los riesgos para el operario?	No (1)	Parcialmente (3)	Todos (5)
	1		
B10. ¿Sabe cuánto tiempo toma cada proceso de la línea de producción?	No (1)	Parcialmente (3)	Todos (5)
	1		
B11. ¿Tiene estipulado tiempos estándares para el mantenimiento de equipos?	No (1)	Parcialmente (3)	Todos (5)
		3	
B12. ¿Tiene calculado el volumen de trabajos de mantención que puede hacer?	No (1)	Parcialmente (3)	Todos (5)
	1		

²⁵ Espinosa, Fernando. Auditoria para la efectividad del mantenimiento, Universidad de Talca. 2008.

8.1.2 MANEJO DE LA INFORMACION SOBRE EQUIPOS (C)

Tabla 3. Planilla para manejo de la información sobre equipos

C1. ¿Posee los catálogos e información técnica de todos los equipos?	Ninguno (1)	Parcialmente (3)	Todos (5)
		3	
C2. ¿Posee fichas de inventario para cada equipo?	Ninguno (1)	Parcialmente (3)	Todos (5)
		3	
C3. ¿Tiene procedimientos de trabajos de mantención establecidos?	Ninguno (1)	Parcialmente (3)	Todos (5)
	1		
C4. ¿Posee cada equipo un programa de trabajos de mantención?	Ninguno (1)	Parcialmente (3)	Todos (5)
			5
C5. ¿Posee registros de las mantenciones para cada equipo?	Ninguno (1)	Parcialmente (3)	Todos (5)
			5
C6. ¿Tiene registros de tiempo de cada mantención realizada?	Ninguno (1)	Parcialmente (3)	Todos (5)
	1		
C7. ¿Tiene un registro de la disponibilidad de repuestos en bodega?	Ninguno (1)	Parcialmente (3)	Todos (5)
	1		
C8. ¿Tiene clasificado su stock de repuestos por algún criterio?	Ninguno (1)	Parcialmente (3)	Todos (5)
	1		
C9. ¿Tiene un registro de los implementos usados para la mantención?	Ninguno (1)	Parcialmente (3)	Todos (5)
		3	
C10. ¿Sabe cuál es la tasa de fallas de cada equipo?	Ninguno (1)	Parcialmente (3)	Todos (5)
	1		
C11. ¿Puede determinar la confiabilidad de cada equipo?	Ninguno (1)	Parcialmente (3)	Todos (5)
	1		
C12. ¿Tiene clasificados a los proveedores de partes y piezas?	Ninguno (1)	Parcialmente (3)	Todos (5)
	1		
C13. ¿Tiene registros de los operarios que trabajan en los equipos?	Ninguno (1)	Parcialmente (3)	Todos (5)
	1		
C14. ¿Tiene un programa de capacitación completo implementado?	Ninguno (1)	Parcialmente (3)	Completo (5)
	1		
C15. ¿Tiene información precisa para llevar índices de control de eficiencia?	Ninguna (1)	Parcial (3)	Completa (5)
		3	

8.1.3 ESTADO DEL MANTENIMIENTO ACTUAL (D)

Tabla 4. Planilla para el estado del mantenimiento actual

D1. ¿Se revisan todos los equipos cada vez que comienza un turno?	Ninguno (1)	Parcialmente (3)	Todos (5)
		3	
D2. ¿Los operadores de los equipos realizan tareas simples de mantención?	Ninguno (1)	Parcialmente (3)	Todos (5)
	1		
D3. ¿Se tiene una rutina preestablecida de intervenciones diaria?	Ninguno (1)	Parcialmente (3)	Todos (5)
	1		
D4. ¿Se mantiene una bitácora de mantenciones diarias?	Ninguna (1)	Parcial (3)	Completa (5)
	1		
D5. ¿Se sabe cuánto tiempo se requiere para hacer el diagnóstico de una falla?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5)
	1		
D6. ¿Sabe cuánto es el tiempo de abastecimiento para cada grupo de repuestos?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5)
	1		
D7. ¿Sabe exactamente el número de trabajos pendientes por período?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5)
		3	
D8. ¿Tiene control sobre las horas extras necesarias para terminar trabajos?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Completo (5)
			5
D9. ¿Tiene algún criterio para dar prioridad en la ejecución de trabajos?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5)
		3	
D10. ¿La información capturada en terreno es legible, útil y oportuna?	Ninguna (1)	Parcialmente (3)	Toda (5)
		3	
D11. ¿Tiene un registro de trabajos de emergencia y programados?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Completo (5)
		3	
D12. ¿Tiene cuantificado el tiempo de producción perdido por fallas?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Completo (5)
	1		
D13. ¿Tiene cuantificado el tiempo que se demora en hacer efectiva la mantención?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5)
	1		
D14. ¿Mantiene un control sobre el tiempo empleado en reparaciones ?	Ninguno (1)	Parcial (3)	Completo (5)
	1		
D15. ¿Compara el tiempo real con el tiempo estipulado en las órdenes de trabajo?	No (1)	A veces (3)	Si (5)
	1		

8.1.4 ANTECEDENTES DE COSTOS DE MANTENIMIENTO (E)

Tabla 5. Planilla para antecedentes de costos de mantenimiento

E1. ¿Sabe en qué año adquirió cada uno de sus equipos?	Ninguno (1)	Parcialmente (3)	Todos (5)
			5
E2. ¿Sabe el valor de adquisición de cada uno de sus equipos?	Ninguno (1)	Parcialmente (3)	Todos (5)
			5
E3. ¿Tiene definida la tasa de depreciación de cada equipo?	Ninguno (1)	Parcialmente (3)	Todos (5)
			5
E4. ¿Sabe con exactitud cuál es el costo de los repuestos en cada equipo?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5)
	1		
E5. ¿Sabe con exactitud cuál es el costo de la mano de obra de mantención?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5)
		3	
E6. ¿Sabe con exactitud cuál es el costo de pérdida de producción por falla?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5)
	1		
E7. ¿Evalúa anualmente el reemplazo de los equipos a su cargo?	Ninguno (1)	Parcialmente (3)	Todos (5)
	1		
E8. ¿Sabe la razón de costos entre mantenimiento y costo total del producto?	No (1)	Aproximado (3)	Si (5)
	1		
E9. ¿Tiene una relación de cantidad entre personal de mantención y producción?	No (1)	Aproximada (3)	Si (5)
	1		
E10. ¿Puede medir la desviación entre el costo real y el costo presupuestado?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
		3	
E11. ¿Lleva un control de gastos de mantención por equipo?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
	1		
E12. ¿Lleva un control estadístico de los gastos de mantención por equipo?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
	1		
E13. ¿Puede definir el tamaño del inventario para una disponibilidad del equipo?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
		3	
E14. ¿Sabe dónde es más rentable subcontratar que trabajar con recursos propios ?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
		3	
E15. ¿Puede definir las políticas de mantención en base a los costos alternativos ?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5)
		3	

8.1.5 EFECTIVIDAD DEL MANTENIMIENTO ACTUAL (F)

Tabla 6. Planilla para la efectividad del mantenimiento actual

F1. ¿Sabe cuál es la relación de paros programados y paros imprevistos?	No (1) 1	Parcialmente (3)	Si (5)
F2. ¿Se cumple el programa de trabajos programados de mantenimiento?	No (1)	Parcialmente (3) 3	Si (5)
F3. ¿Se lleva un control del estado de avance de las ordenes de trabajo (O.T.) ?	No (1)	Parcialmente (3) 3	Si (5)
F4. ¿Conoce el lapso de tiempo medio entre el aviso de la falla y la emisión de la O.T. ?	No (1) 1	Parcialmente (3)	Si (5)
F5. ¿Conoce el tiempo medio de aprobación de una orden de trabajo ?	No (1)	Parcialmente (3) 3	Si (5)
F6. ¿Tiene definidos los procedimientos para realizar el mantenimiento preventivo ?	No (1) 1	Parcialmente (3)	Si (5)
F7. ¿Tiene definidos los procedimientos para enfrentar el mantenimiento correctivo ?	No (1) 1	Parcialmente (3)	Si (5)
F8. ¿Sabe cuál es la relación de trabajos pendientes y trabajos programados ?	No (1)	Parcialmente (3)	Si (5) 5
F9. ¿Sabe cuál es la relación de tiempo extra y tiempo para trabajos programados ?	No (1) 1	Parcialmente (3)	Si (5)
F10. ¿Cómo es la relación entre la gente de operación y la gente de mantención ?	Mala (1)	Regular (3)	Buena (5) 5
F11. ¿Cómo es la actitud de la administración superior hacia mantenimiento ?	Mala (1)	Regular (3) 3	Buena (5)
F12. ¿Cómo es la colaboración de los departamentos relacionados con mantenimiento ?	Mala (1)	Regular (3) 3	Buena (5)
F13. ¿Considera que el nivel de capacitación es acorde a la tecnología del equipamiento ?	No (1)	Parcialmente (3) 3	Si (5)
F14. ¿Cómo considera el nivel de rotación del personal de mantención ?	Bajo (1) 1	Normal (3)	Alto (5)
F15. ¿Son suficientes las herramientas y equipos de trabajo para la mantención ?	No (1)		Si (5)
F16. ¿Tiene definido el punto de equilibrio de la cantidad de repuestos en bodega ?	No (1)		Si (5)

Figura 8. Grafico Radial Implementación del mantenimiento

IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO SCHLUMBERGER - GUAFILLA

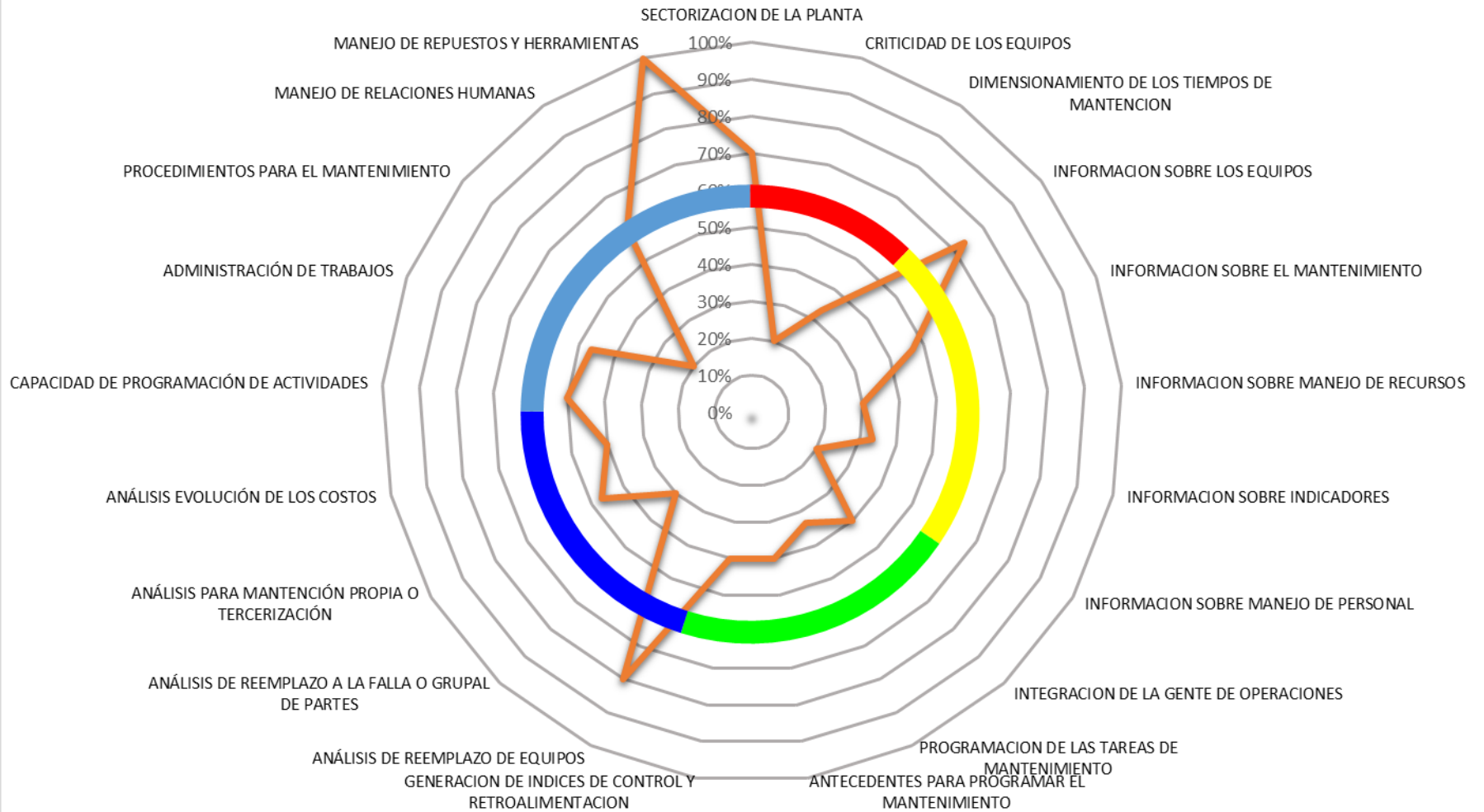
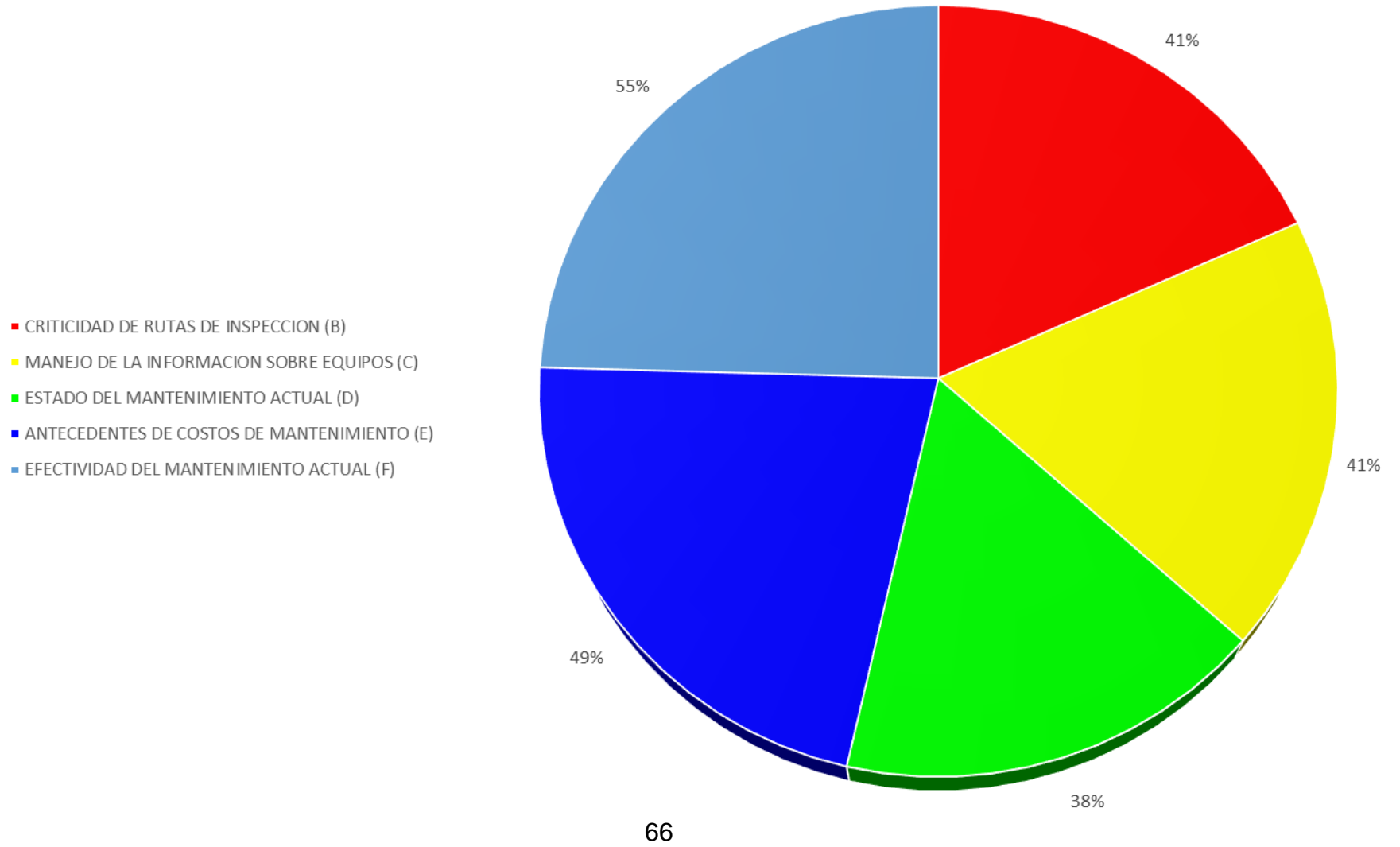


Figura 9. Gráfico Circular Implementación del mantenimiento

IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO SCHLUMBERGER - GUAFILLA



8.2 ANÁLISIS DEL CUESTIONARIO

Al diagnosticar se puede encontrar evidencias del grado en el que se encuentra la gestión del mantenimiento en la empresa y analizar su situación indicando en donde se encuentran deficiencias ya sean estructurales o circunstanciales. Por lo tanto realizar esta actividad constituye un punto de partida para conformar el plan de trabajo más apropiado para superar las falencias indicadas; se analizara desde los siguientes puntos de vista: Administrativo, Máquinas, mano de obra, medida, método, medio ambiente.

8.2.1 Administración. La empresa cuenta con un plan de mantenimiento pero no cuenta con un programa de mantenimiento preventivo debidamente definido y suficientemente documentado ya que no tiene control de indicadores donde se evidencie la eficiencia y la efectividad de las actividades de mantenimiento que se realizan actualmente.

La empresa no cuenta con un programa continuo de capacitación del personal dedicado al mantenimiento; ni asesorías por parte los fabricantes de los equipos instalados en la empresa y entidades de enseñanza

8.2.2 Equipos. Encontramos que los equipos fueron adquiridos hace poco pero existen equipos que han empezado a fallar y no tiene un registro donde se documente este tipo de indicador, además no cuenta con una identificación de equipos con mismas características constructivas (“familias de equipos”)

En cuanto a la conservación de la maquinaria encontramos que a la totalidad de esta se le realiza únicamente la limpieza correspondiente fallando en la lubricación de algunas partes que permiten una mayor disponibilidad sumado a esto la empresa cuenta solo con los recursos mínimos necesarios (herramientas) para realizar el mantenimiento correctivo de las partes mecánicas de la maquinaria. Se puede destacar que algunas máquinas presentan un mínimo control y aplicación de mantenimiento preventivo pero a pequeña escala, pero aun así es muy minucioso la labor del mantenimiento.

8.2.3 Mano de obra. En la actualidad se cuenta con personal mínimo y calificado con relación a los equipos, para realizar las operaciones de mantenimiento y dar solución a los problemas que se presenten, no son conocedores de sistemas de mantenimiento (predictivo, LEM, TPM, RCM, entre otros).No existe un programa interno de transferencia de experiencia y tampoco un plan de capacitación.

8.2.4 Medida. Se cuenta con documentación (Dossier) de los equipos e infraestructura instalada pero no cuenta con suficientes catálogos, recomendaciones, metodología de órdenes de trabajo, fallas ocurridas, intervenciones, flujo de documentos, tratamiento informático de equipos, además se encuentran registros de las actividades de mantenimiento y de los costos con formatos inadecuados para la clara y ordenada información.

No hay criterios en el establecimiento de la previsión de presupuestos al mantenimiento (seguimiento, criterios de establecimiento de las cuentas y costos), ni de gestión de costos en los distintos niveles de supervisión; ni de levantamiento de costos de pérdida de producción debido al mantenimiento.

8.2.5 Método. Algunos equipos no reciben ningún tipo de mantenimiento, encontrándose en funcionamiento pero no a su capacidad total de operación. La empresa no cuenta con inventario de repuestos, niveles de stock, puntos de reposición adecuados, localización física del almacén, recepción de materiales, plan de mantenimiento de repuestos, herramientas o intercambiabilidad, además cuando se necesita cambiar algún repuesto o corregir fallas el técnico informa al coordinador de mantenimiento el cual procede a su adquisición.

La empresa no tiene estandarización de tablas para la identificación de los códigos de registro de equipo, no hay existencia de un plan de inspecciones continuas y plan de lubricación; como también criterios programadas y no-programadas; de almacenaje de datos de: disponibilidad de los equipos, duración de las actividades, hombres-hora empleados en cada actividad, material utilizado, costos de mano de obra, servicios contratados y facturación cesante; tampoco existe actualmente una estructura de análisis de anomalías en los equipos y en las intervenciones.

8.2.6 Medio Ambiente. La empresa al no realizar un mantenimiento adecuado a las máquinas pueden afectar de una manera significativa el medio ambiente, esto debido a los diferentes gases y vapores que emanan las máquinas en el momento que están funcionando como es el caso de la planta eléctrica y montacargas donde, ciertos productos de la combustión pueden tener efectos perjudiciales sobre el medio ambiente.

Aunque también puede ocurrir el caso contrario en donde las máquinas se ven afectados por el medio ambiente generando deterioro y una disminución en sus operaciones, a causa de corrosión, temperatura, fatiga, vibraciones, etc. además la empresa, no cuentan con instalaciones especiales para la protección de alguna maquinaria.

8.2.7 Descripción del mantenimiento actual. Evaluando el estado actual y las actividades de mantenimiento de las máquinas podemos identificar las debilidades y fortalezas en cuanto a la conservación, disponibilidad, administración de los recursos con las que cuenta la empresa SCHLUMBERGER – GUAFILLA; ayudando a encontrar así nuevas actividades de mantenimiento para lograr un correcto funcionamiento y optimización de los mismos. En donde encontramos que las actividades de mantenimiento eléctricas, mecánicas y de lubricación se hacen correctivamente.

Tabla 7. Mantenimiento actual Base Guafilla

EQUIPO	CANT	FUNCIONA		MANTENIMIENTO ACTUAL
		SI	NO	
AREA DE WL				
PUENTE GRÚA	5	X		OUTSOURCING: MTTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO
COMPRESOR	2	X		OUTSOURCING: MTTO PREVENTIVO: CAMBIO DE CONSUMIBLES
TABLERO ELÉCTRICO	10	X		TECNICO MTTO: LIMPIEZA , TOMA DE DATOS
AA MINI SPLIT	5	X		TECNICO REFRIGERISTA: MTTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO
Infraestructura: bajantes, cubiertas y fachadas.	GLOBAL	X		TECNICO: LIMPIEZA Y PINTURA
ILUMINACIÓN	GLOBAL	X		TECNICO: MTTO CORRECTIVO
MONTACARGA	1	X		TECNICO: MTTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO.
TABLERO ELÉCTRICO	4	X		TECNICO MTTO: LIMPIEZA , TOMA DE DATOS
AA TIPO CENTRAL	1	X		TECNICO REFRIGERISTA: MTTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO
ILUMINACIÓN	GLOBAL	X		TECNICO: MTTO CORRECTIVO
SISTEMA HIDROSANITARIO	GLOBAL	X		TECNICO: MTTO CORRECTIVO
AREA BDT				
PUENTE GRÚA 5 TONELADAS	2	X		OUTSOURCING: MTTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO
CORTINAS ENROLLABLES	4	X		OUTSOURCING: MTTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO
Infraestructura: bajantes, cubiertas y fachadas.	GLOBAL	X		TECNICO: LIMPIEZA Y PINTURA
MONTACARGA	1	X		TECNICO: MTTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO.

TABLERO ELÉCTRICO	5	X		TÉCNICO MTTO: LIMPIEZA , TOMA DE DATOS
ILUMINACIÓN	GLOBAL	X		TÉCNICO: MTTO CORRECTIVO
SISTEMA HIDROSANITARIO	GLOBAL	X		TÉCNICO: MTTO CORRECTIVO
AREA ADMINISTRATIVA				
Infraestructura: bajantes, cubiertas y fachadas.	GLOBAL	X		TÉCNICO: LIMPIEZA Y PINTURA
AA TIPO CENTRAL	1	X		TÉCNICO REFRIGERISTA: MTTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO
AA PISO TECHO	3	X		TÉCNICO REFRIGERISTA: MTTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO
AA MINI SPLIT	3	X		TÉCNICO REFRIGERISTA: MTTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO
ILUMINACION	GLOBAL	X		TÉCNICO: MTTO CORRECTIVO
TABLERO ELÉCTRICO	4	X		TÉCNICO MTTO: LIMPIEZA , TOMA DE DATOS
UPS	1	X		TÉCNICO MTTO PREVENTIVO
SISTEMA HIDROSANITARIO	GLOBAL	X		TÉCNICO: MTTO CORRECTIVO
SISTEMA CONTRAINCENDIO	1	X		OUTSOURCING: MTTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO
SISTEMA ACCESO	2	X		OUTSOURCING: MTTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO
AREA TANQUES				
SISTEMA PTAP	1	X		OUTSOURCING: MTTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO
BOMBA SUMERGIBLE	1	X		OUTSOURCING: MTTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO
AREA PTARI				
SISTEMA PTARI	1	X		OUTSOURCING: MTTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO
BOMBA	1	X		OUTSOURCING: MTTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO
AREA SUBESTACION ELECTRICA				
SUBESTACION	1	X		TÉCNICO MTTO: LIMPIEZA
TRANSFORMADOR ACEITE 1000KVA	1	X		OUTSOURCING: MTTO CORRECTIVO
TRANSFORMADOR SECO	4	X		TÉCNICO MTTO: LIMPIEZA
PLANTA ELÉCTRICA	1	X		TÉCNICO MTTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

Fuente: Datos del Estudio.

8.2.8 Inventario de herramientas. En toda actividad de manteniendo un factor importante que facilita esta labor a tener en cuenta, son las herramientas puesto que en el momento de realizar las operaciones de mantenimiento serán parte vital para las operaciones sean realizadas en el menor tiempo posible y de mejor forma. Es por esta razón que a continuación se enuncian las herramientas con que cuenta la empresa SCHLUMBERGER – GUAFILLA

Tabla 8.Herramientas

HERRAMIENTA	CANTIDAD	FUNCIONANDO
Multímetro	1	SI
Inyectores de Grasa	1	Si
Martillo	1	Si
Cinzel	1	Si
Llave 15/16 - 11/16 in	1	Si
Taladro	1	Si
Pulidora	1	Si
Remachadora	1	Si
Llave para Tubo	1	Si
Martillo de Goma	1	Si
Marco de Segueta	1	Si
Tijeras (para cortar lamina)	1	Si
Presa de Banco N°2	1	Si
Espátula	1	Si
Atornillador pala	1	Si
Atornillador estrella	1	Si
Pinzas	1	Si
Cinta métrica	1	SI
Segueta	1	SI
Traba roscas	1	SI
Hombre solo	1	SI
Llave bristol	7	SI

Fuente: Datos del Estudio.

8.3 DOCUMENTACIÓN TÉCNICA DE LAS MÁQUINAS / EQUIPOS

Debido a la gran importancia que ejercen en la ejecución de un programa de mantenimiento el control y la administración técnica de las máquinas/equipos se hizo necesario incluir en el diagnostico la existencia o no de manuales de manejo, características de las máquinas/equipos, instrucciones de mantenimiento, listado de repuestos, de esta forma tener una base para el diseño de un buen programa de mantenimiento. (Ver anexo A)

8.4 NIVELES DE CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS

Es importante indicar que hay equipos o instrumentos a los cuales es preferible no hacer mantenimiento preventivo para evitar su desajuste, debido a que poseen una delicada conformación, como es el caso de equipos electrónicos de precisión. En estos casos se recomienda esperar a que fallen para hacerles la reparación total por parte de expertos que los dejan en óptimas condiciones de funcionamiento.

La selección de los equipos críticos puede ser en algunos casos obvia, debido a que son muy pocos los equipos que estén presentando fallas; donde una sola persona puede estar informada del estado general de la mayoría de equipos y la historia de su funcionamiento, seleccionándose así fácilmente y de manera objetiva los equipos críticos orientadas a establecer programas de implantación y prioridades en los siguientes campos: Mantenimiento, Inspección, Materiales disponibilidad de planta y talento humano.

8.4.1 Descripción del análisis de criticidad. En la Tabla se presenta una matriz sencilla para evaluar cuales equipos deben hacer parte del programa de mantenimiento, la cual incluye todos los equipos en las filas y los criterios enunciados a continuación en cinco columnas.

Los mejores criterios para escoger los equipos son específicos para las características de cada empresa, sin embargo es conveniente tener en cuenta los siguientes a la hora de la selección:

- **Riesgo de pérdidas por paradas de producción.** Las pérdidas por parada de producción se presentan cuando el equipo que falla es vital para la cadena de producción. En este caso toda la producción de la empresa puede parar generando pérdidas que aumentan con el tiempo de parada del equipo.
- **Riesgo de disminución de la calidad del producto final.** La operación adecuada de un equipo en particular puede ser fundamental para garantizar la calidad del producto final. Es importante identificar este tipo de equipos
- **Riesgo de afectación a la salud de los trabajadores.** Existen equipos en los que el mantenimiento es fundamental para evitar accidentes, garantizando así la seguridad del trabajador.
- **Riesgo de afectación al ambiente.** Una falla en un equipo puede ocasionar descargas de residuos, emisiones atmosféricas o vertimientos en forma incontrolada, e incluso puede generar accidentes de proporciones mayores tales como explosiones e incendios que se propaguen y afecten más allá del predio de la empresa

- **Costos de reparación.** Es conveniente establecer si los costos de reparación de un equipo que presente una falla son mucho mayores a los costos asociados al mantenimiento preventivo.

En el procedimiento propuesto se evalúa cada criterio para cada equipo como:

- ✓ **Bajo: 1**
- ✓ **Medio: 2**
- ✓ **Alto 3.**

Tabla 9. Criterios de evaluación de criticidad

PARADA	Valor
Perdida de la producción	3
Parada o repercusión en otras tareas	2
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1
CALIDAD	Valor
No permite el desarrollo de producción/ Reproceso en la fabricación del producto	3
Permite contingencia	2
No afecta el proceso	1
SALUD	Valor
Afecta severamente a las personas	3
Provoca daños menores a las personas	2
No causa daños a personas	1
AMBIENTE	Valor
Afecta severamente al ambiente.	3
Genera gran Volumen de residuos / Provoca daños menores al ambiente	2
No causa daños al ambiente	1
COSTOS	Valor
Mayor o igual US 5000	3
entre US1000 y 5000	2
Menor a US 1000	1

Posteriormente se suman los valores de los criterios para cada equipo y se consignan en la última columna de Nivel de criticidad. Se deberá definir el nivel de criticidad, a partir del cual, se debe considerar los equipos como prioritarios para hacer parte del programa de mantenimiento. Los resultados de los equipos con un valor superior o igual a 11 se caracterizan por un nivel de criticidad ALTO y se tomaran en cuenta para el programa de Mantenimiento Preventivo y una codificación detallada debido a su importante grado; los resultados con un valor

entre 8 – 10 se identificarán con nivel de criticidad MEDIO y entran en un el programa de mantenimiento preventivo; los demás equipos son de criticidad BAJO y entran en el programa de mantenimiento correctivo.

CRITICIDAD	VALOR DE CRITICIDA
ALTA	MAYOR O IGUAL A 11
MEDIA	ENTRE 8 Y 10
BAJA	MENOR A 8

Tabla 10. Selección de equipos.

EQUIPO	CRITERIOS					NIVEL DE CRITICIDAD	CLASIFICACIÓN
	PARADA	CALIDAD	SALUD	AMBIENTE	COSTOS		
AIRE ACONDICIONADO	1	1	2	1	1	6	BAJA
AIRE ACONDICIONADO	1	1	2	1	1	6	BAJA
AIRE ACONDICIONADO	1	1	2	1	1	6	BAJA
AIRE ACONDICIONADO	1	1	3	3	3	11	ALTA
AIRE ACONDICIONADO	1	1	2	1	1	6	BAJA
AIRE ACONDICIONADO	1	1	2	1	1	6	BAJA
AIRE ACONDICIONADO	1	1	2	1	1	6	BAJA
AIRE ACONDICIONADO	1	1	2	1	1	6	BAJA
AIRE ACONDICIONADO	1	1	3	3	3	11	ALTA
AIRE ACONDICIONADO	2	1	3	3	3	12	ALTA
AIRE ACONDICIONADO	1	1	3	3	3	11	ALTA
AIRE ACONDICIONADO	1	1	3	3	3	11	ALTA
AIRE ACONDICIONADO	1	1	2	1	1	6	BAJA
AIRE ACONDICIONADO	1	1	2	1	1	6	BAJA
AIRE ACONDICIONADO	2	1	3	3	3	12	ALTA
AIRE ACONDICIONADO	1	1	2	1	1	6	BAJA
AIRE ACONDICIONADO	1	1	2	1	1	6	BAJA
AIRE ACONDICIONADO	1	1	2	1	1	6	BAJA
AIRE ACONDICIONADO	1	1	2	1	1	6	BAJA
AIRE ACONDICIONADO	2	2	3	3	3	13	ALTA
AIRE ACONDICIONADO	2	2	3	3	3	13	ALTA
AIRE ACONDICIONADO	1	1	2	1	1	6	BAJA
AIRE ACONDICIONADO	1	1	2	1	1	6	BAJA
AIRE ACONDICIONADO	2	3	2	2	2	11	ALTA
VENTILACION MECÁNICA	1	1	2	1	2	7	BAJA

EQUIPO	CRITERIOS					NIVEL DE CRITICIDAD	CLASIFICACIÓN
	PARADA	CALIDAD	SALUD	AMBIENTE	COSTOS		
VENTILACION MECANICA	1	1	2	1	2	7	BAJA
PLANTA ELECTRICA	2	1	3	3	3	12	ALTA
PLANTA ELECTRICA	2	1	3	3	3	12	ALTA
PUENTE GRUA	2	1	2	1	3	9	MEDIA
PUENTE GRUA	2	1	2	1	3	9	MEDIA
PUENTE GRUA	2	1	2	1	3	9	MEDIA
PUENTE GRUA	2	1	2	1	3	9	MEDIA
PUENTE GRUA	2	1	2	1	3	9	MEDIA
PUENTE GRUA	3	1	3	1	3	11	ALTA
PUENTE GRUA	3	1	3	1	3	11	ALTA
ELECTROBOMBA	1	1	1	2	2	7	BAJA
ELECTROBOMBA- SUMERGIBLE	2	1	2	3	3	11	ALTA
ELECTROBOMBA- SUMERGIBLE	2	1	1	1	3	8	MEDIA
CORTINAS ENROLLABLES	1	1	3	1	2	8	MEDIA
CORTINAS ENROLLABLES	1	1	3	1	2	8	MEDIA
CORTINAS ENROLLABLES	1	1	3	1	2	8	MEDIA
CORTINAS ENROLLABLES	1	1	3	1	2	8	MEDIA
CORTINAS ENROLLABLES	1	1	3	1	2	8	MEDIA
CORTINAS ENROLLABLES	1	1	3	1	2	8	MEDIA
CORTINAS ENROLLABLES	1	1	3	1	2	8	MEDIA
CORTINAS ENROLLABLES	1	1	3	1	2	8	MEDIA
COMPRESOR	1	1	2	1	3	8	MEDIA
COMPRESOR	3	2	2	1	3	11	ALTA
UPS	3	1	3	1	3	11	ALTA
TRANSFORMADOR ACEITE	3	1	3	3	3	13	ALTA
TRANSFORMADOR SECO	3	1	3	3	2	12	ALTA
TRANSFORMADOR SECO	3	1	3	3	2	12	ALTA

EQUIPO	CRITERIOS					NIVEL DE CRITICIDAD	CLASIFICACIÓN
	PARADA	CALIDAD	SALUD	AMBIENTE	COSTOS		
TRANSFORMADOR SECO	3	1	3	3	2	12	ALTA
TRANSFORMADOR SECO	3	1	3	3	2	12	ALTA
TRANSFORMADOR SECO	3	1	3	3	2	12	ALTA
TRANSFORMADOR SECO	3	1	3	3	2	12	ALTA
TRANSFORMADOR SECO	3	1	3	3	2	12	ALTA
SUBESTACION - TABLEROS	3	1	3	3	3	13	ALTA
CONTROL DE ACCESO	2	1	1	1	2	7	BAJA
CCTV	1	1	2	1	3	8	MEDIA
MONTACARGAS	3	1	3	2	3	12	ALTA
MONTACARGAS	3	1	3	2	3	12	ALTA
PTARI	2	3	3	3	3	14	ALTA
PTAP	2	3	3	1	3	12	ALTA
SISTEMA INCENDIO	3	1	3	1	3	11	ALTA

Fuente: Datos del Estudio

9. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El Mantenimiento Preventivo es el conjunto de actividades programadas a equipos en funcionamiento que permiten en la forma más económica, continuar su operación eficiente y segura, con tendencia a prevenir las fallas y paros imprevistos.

Un programa de Mantenimiento Preventivo incluye dos actividades básicas:

- Inspección periódica de las máquinas y equipos de planta, para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos de producción.
- Conservar la planta para anular dichos aspectos, adaptarlos o repararlos cuando se encuentren aún en etapa incipiente.²⁶

De acuerdo a la naturaleza de sus actividades y su sistema productivo en cada empresa, es factible establecer un programa de Mantenimiento Preventivo, que sea de fácil implementación; normalmente en todas las empresas se cuenta con los equipos, parte del personal, talleres e instalaciones para llevar a cabo este tipo de mantenimiento, en la empresa **SCHLUMBERGER – GUAJILLA** no se está prestando la atención necesaria a la importancia de este tipo de mantenimiento. Para el diseño del programa debemos iniciar con la identificación de las máquinas / equipos con los que cuenta la empresa.

9.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINARIA

Se describirán los equipos y herramientas en forma general, especificando su funcionamiento, marca, cantidad, secciones dentro de la empresa donde se encuentra el equipo o maquinaria. Se aclara que la mayoría de los equipos están en buenas condiciones de funcionamiento. (Ver anexo C)

²⁶ GARCÍA PALENCIA, Oliverio. Administración del Mantenimiento industrial. U.P.T.C. Duitama, gerencia del mantenimiento, capítulo 2.

Tabla 11. Equipos y/o Sistemas

EQUIPOS
AIRE ACONDICIONADO
VENTILACION MECANICA
PLANTA ELECTRICA
PUENTE GRUA
ELECTROBOMBA
ELECTROBOMBA- SUMERGIBLE
CORTINAS ENROLLABLES
COMPRESOR
UPS

TRANSFORMADOR ACEITE
TRANSFORMADOR SECO
SUBESTACION - TABLEROS
CONTROL DE ACCESO
CCTV
MONTACARGAS
PTARI
PTAP
SISTEMA INCENDIO

Fuente: Datos del Estudio

AIRE ACONDICIONADO: El aire acondicionado es un sistema que permite variar la temperatura del habitáculo al tiempo que lo deshumidifica. Esta última cualidad es poco conocida y utilizada por los conductores pero significa un gran aumento de la seguridad activa.

PTARI: Unidades de transformación de los efluentes industriales y domésticos, o sea, unidades de transformación de la materia orgánica, y en algunos casos de separación de un componente mineral.

UPS: Dispositivo que gracias a sus baterías u otros elementos almacenadores de energía, puede proporcionar energía eléctrica por un tiempo limitado y durante un apagón eléctrico a todos los dispositivos que tenga conectados.

PLANTA ELÉCTRICA: Máquina que mueve un generador de electricidad a través de un motor de combustión interna. Son comúnmente utilizados cuando hay déficit en la generación de energía eléctrica de algún lugar, o cuando son frecuentes los cortes en el suministro eléctrico.

PUENTE GRÚA: Grúas con un polipasto que se desplaza a lo largo del puente entre rodaduras paralelas. Están diseñadas para satisfacer los requisitos de la elevación industrial media y pesada y cubren todas las partes del proceso de fabricación.

SISTEMA RED CONTRA INCENDIO: Las instalaciones de protección contra incendios en determinados tipos de edificios requieren el almacenamiento y distribución de agua hasta puntos cercanos a las zonas habitadas para su uso en caso de un posible fuego accidental. Dichos sistemas por definición, mantienen el agua estancada hasta el momento de uso.

CONTROL DE ACCESO: El concepto de control de acceso consta de tres pasos: Estos pasos son la identificación, autenticación y autorización. Con el uso de estos tres principios un administrador o un Controlador automatizado del sistema pueden controlar que recursos están disponibles para los usuarios del mismo.

CCTV: Consiste en una o más cámaras de vigilancias conectadas a uno o más monitores de video o televisores que reproducen las imágenes transmitidas por las cámaras.

COMPRESOR: Equipos que disminuye el volumen de una determinada cantidad de aire y aumenta su presión por procedimientos mecánicos. El aire comprimido posee una gran energía potencial, ya que si eliminamos la presión exterior, se expandiría rápidamente. El control de esta fuerza expansiva proporciona la fuerza motriz de muchas máquinas y herramientas, como martillos neumáticos, taladradoras, limpiadoras de chorro de arena y pistolas de pintura.

TRANSFORMADORES: Dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia. La potencia que ingresa al equipo, en el caso de un transformador ideal (esto es, sin pérdidas), es igual a la que se obtiene a la salida.

SUBESTACIÓN 13.2 KVA: Una subestación eléctrica es una instalación destinada a modificar y establecer los niveles de tensión de una infraestructura eléctrica, para facilitar la transmisión y distribución de la energía eléctrica. Su equipo principal es el transformador.

ELECTROBOMBA: Una bomba hidráulica es una máquina generadora que transforma energía, generalmente energía mecánica, en energía hidráulica del fluido incompresible que desplaza. Cuando esta bomba está accionada por un motor eléctrico se denomina electrobomba.

ELECTROBOMBA – SUMERGIBLE: Bomba que tiene un impulsor sellado a la carcasa. El conjunto se sumerge en el líquido a bombear. La ventaja de este tipo de bomba es que puede proporcionar una fuerza de elevación significativa pues no depende de la presión de aire externa para hacer ascender el líquido.

MONTACARGAS: Vehículo de uso rudo e industrial, Aguanta cargas pesadas, que ningún grupo de personas podría soportar por sí misma, y ahorra horas de trabajo pues se traslada un peso considerable de una sola vez en lugar de ir dividiendo el contenido de las tarimas por partes o secciones

ILUMINACIÓN Y TOMACORRIENTES: Un sistema eléctrico es el recorrido de la electricidad a través de un conductor, desde la fuente de energía hasta su lugar de consumo. Todo circuito eléctrico requiere, para su funcionamiento, de una fuente de energía, en este caso, de una corriente eléctrica.

CORTINAS METÁLICAS ENROLLABLES: Piezas móviles que cubren espacios laterales en los hangares o lugares de trabajo amplios; se fabrican con un tubo de aluminio de diferentes diámetros y un mecanismo de enrollamiento con cadenilla o motor que hace que vaya subiendo quedando enrollado en dicho tubo.

9.2 CODIFICACIÓN DE MÁQUINARIA / EQUIPO

Se pueden diseñar varios arreglos de dígitos, letras y caracteres para formar un código. Sin embargo, se debe estudiar bastante el esquema de codificación si es que este pretende satisfacer a una variedad de usuarios. Para el diseño de los códigos en la **BASE SCHLUMBERGER – GUAFILLA** se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones.

- ✓ El esquema de codificación se debe adaptar lógicamente a las necesidades de la empresa.
- ✓ Cada código debe ser una representación única para el elemento que identifica.
- ✓ El diseño del código debe ser flexible para acomodar los requerimientos cambiantes. Es demasiado costoso y confuso cambiar la estructura de codificación a pocos meses o años, sin embargo la estructura de codificación no debe ser tan extensa para evitar que parte de código no se utilice.
- ✓ El código debe pertenecer a las funciones generales de la organización, no se emplearan las letras O, Z, I, S. y V porque pueden confundirse con los dígitos 0, 2, 1, 5 y la letra U, cuando aparezca una de estas letras se remplazara por la letra siguiente en el nombre para identificación de la maquinaria y/o equipo, las palabras que comienzan con V serán remplazadas por la letra B no se utilizaran espacios para evitar errores de código.

Esta codificación tiene como finalidad facilitar; La identificación de la maquinaria, Elaboración de inventarios, Identificación de la hoja de vida, Programación del mantenimiento preventivo.

9.2.1 Codificación general de la maquinaria / equipo.

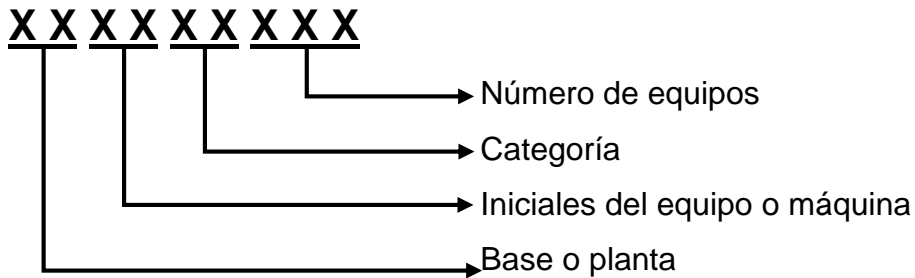
En cuanto a la codificación de la maquinaria y/o equipo de la **BASE SCHLUMBERGER – GUAFILLA** se tendrá en cuenta que es una empresa proyectada a un crecimiento y se asignarán códigos que faciliten el ingreso de nuevas máquinas / equipos en caso de adquisición. Se estableció con base en el siguiente esquema:

Figura 10. Estructura del Código



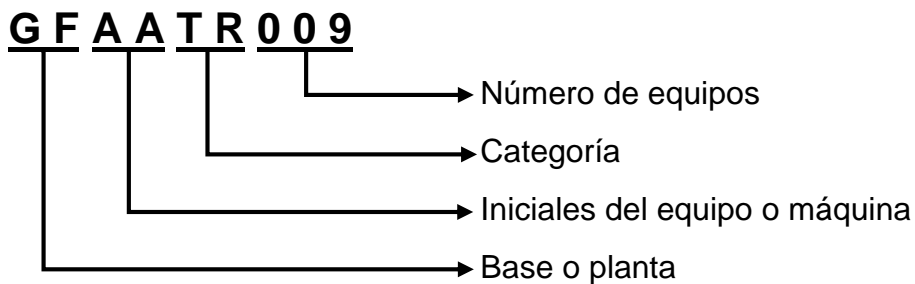
Fuente: el autor

Figura 11. Esquema de codificación de equipos



Fuente: el autor

Figura 12. Ejemplo de codificación



La sencillez del código permite una identificación inmediata del activo al leerlo: "GuaFilla Aire Acondicionado TéRmico número 9".

9.3 TAXONOMÍA DE EQUIPOS

9.3.1 Categorías: Con un alcance claramente definido y la información obtenida en campo, se realizó la categorización de los equipos de acuerdo a los criterios de funcionalidad de los cuales se obtuvieron:

- **Electrónicos (EE):** destinados a controlar y aprovechar las señales eléctricas, organizados en circuitos.
- **Eléctricos (EL):** aparato que, para cumplir una tarea, utiliza energía eléctrica alterándola, ya sea por transformación, amplificación/reducción o interrupción.
- **Electromecánicos (EM):** aparato que, para cumplir una tarea, en combinación de las ciencias del electromagnetismo de la ingeniería eléctrica y la ciencia de la mecánica.
- **Fisicoquímicos (FQ):** subdisciplina de la química que estudia la materia empleando conceptos físicos y químicos.
- **Mecánicos (ME):** aquellos sistemas constituidos fundamentalmente por componentes, dispositivos o elementos que tienen como función específica transformar o transmitir el movimiento desde las fuentes que lo generan, al transformar distintos tipos de energía.
- **Sistemas de emergencia (SE):** dispositivos activos de señalización sonora o luminosa.
- **Térmicos (TE):** Equipos utilizados para generar o disipar calor

9.4 CATEGORIZACIÓN Y CODIFICACIÓN.

Tabla 12. Numeración Máquinaria.

FUNCIONAMIENTO	MÁQUINARIA Y/O EQUIPO	NUMERACIÓN	AREA
TERMICO	AIRE ACONDICIONADO	OO1	OFICINAS DTR
TERMICO	AIRE ACONDICIONADO	OO2	OFICINAS DTR
TERMICO	AIRE ACONDICIONADO	OO3	OFICINAS DTR
TERMICO	AIRE ACONDICIONADO	OO4	OFICINAS DTR
TERMICO	AIRE ACONDICIONADO	OO5	SALA REUNIONES DTR

TERMICO	AIRE ACONDICIONADO	OO6	RECEPCION
TERMICO	AIRE ACONDICIONADO	OO7	OFICINA PRESION
TERMICO	AIRE ACONDICIONADO	OO8	OFICINA FACILIDADES
TERMICO	AIRE ACONDICIONADO	OO9	SALON DE REUNIONES
TERMICO	AIRE ACONDICIONADO	OO10	OFICINAS WL
TERMICO	AIRE ACONDICIONADO	OO11	DATACENTER
TERMICO	AIRE ACONDICIONADO	OO12	SALON DE CLASES
TERMICO	AIRE ACONDICIONADO	OO13	SALON DE CLASES
TERMICO	AIRE ACONDICIONADO	OO14	GIMNASIO
TERMICO	AIRE ACONDICIONADO	OO15	CUARTO CHEQUEO
TERMICO	AIRE ACONDICIONADO	OO16	LABORATORIO
TERMICO	AIRE ACONDICIONADO	OO17	PORTERIA
TERMICO	AIRE ACONDICIONADO	OO18	PORTERIA
TERMICO	AIRE ACONDICIONADO	OO19	CUARTO CCTV
TERMICO	AIRE ACONDICIONADO	OO20	CUARTO CCTV
TERMICO	AIRE ACONDICIONADO	OO21	ALMACEN OFS
TERMICO	AIRE ACONDICIONADO	OO22	ALMACEN OFS
TERMICO	AIRE ACONDICIONADO	OO23	OFICINA MECANICA
TERMICO	AIRE ACONDICIONADO	OO24	SS3
TERMICO	AIRE ACONDICIONADO	OO25	SS3
ELECTROMECHANICO	VENTILACION MECANICA	OO26	BAÑOS HOMBRES
ELECTROMECHANICO	VENTILACION MECANICA	OO27	BAÑOS MUJERES
ELECTROMECHANICO	PLANTA ELECTRICA	OO28	SUBESTACION
ELECTROMECHANICO	PLANTA ELECTRICA	OO29	SUBESTACION
ELECTROMECHANICO	PUENTE GRUA	OO30	BAHIA PRESIÓN
ELECTROMECHANICO	PUENTE GRUA	OO31	CABLES

ELECTROMECHANICO	PUENTE GRUA	OO32	LABORATORIO
ELECTROMECHANICO	PUENTE GRUA	OO33	LAVANDERIA
ELECTROMECHANICO	PUENTE GRUA	OO34	PIT RADIATIVO
ELECTROMECHANICO	PUENTE GRUA	OO35	BDT 1
ELECTROMECHANICO	PUENTE GRUA	OO36	BDT 2
ELECTROMECHANICO	ELECTROBOMBA	OO37	PTARI
ELECTROMECHANICO	ELECTROBOMBA-SUMERGIBLE	OO38	PTARI
ELECTROMECHANICO	ELECTROBOMBA-SUMERGIBLE	OO39	POZO PROFUNDO
ELECTROMECHANICO	CORTINAS ENROLLABLES	OO40	HANGAR BDT
ELECTROMECHANICO	CORTINAS ENROLLABLES	OO41	HANGAR BDT
ELECTROMECHANICO	CORTINAS ENROLLABLES	OO42	HANGAR BDT
ELECTROMECHANICO	CORTINAS ENROLLABLES	OO43	HANGAR BDT
ELECTROMECHANICO	CORTINAS ENROLLABLES	OO44	HANGAR BDT
ELECTROMECHANICO	CORTINAS ENROLLABLES	OO45	HANGAR BDT
ELECTROMECHANICO	CORTINAS ENROLLABLES	OO46	HANGAR MI SWACO
ELECTROMECHANICO	CORTINAS ENROLLABLES	OO47	HANGAR MI SWACO
ELECTROMECHANICO	COMPRESOR	OO48	HANGAR MECANICA
ELECTROMECHANICO	COMPRESOR	OO49	ZONA COMPRESORES
ELECTRICO	UPS	OO50	CUARTO COMUNICACIONES
ELECTRICO	TRANSFORMADOR ACEITE	OO51	SUBESTACION
ELECTRICO	TRANSFORMADOR SECO	OO52	SUBESTACION
ELECTRICO	TRANSFORMADOR SECO	OO53	SUBESTACION
ELECTRICO	TRANSFORMADOR SECO	OO54	HANGAR BDT
ELECTRICO	TRANSFORMADOR SECO	OO55	HANGAR BDT
ELECTRICO	TRANSFORMADOR SECO	OO56	CAFETERIA
ELECTRICO	TRANSFORMADOR SECO	OO57	HANGAR WL

ELECTRICO	TRANSFORMADOR SECO	OO58	PORTERIA
ELECTRICO	SUBESTACION - TABLEROS	OO59	SUBESTACION
ELECTRONICO	CONTROL DE ACCESO	OO60	PORTERIA
ELECTRONICO	CCTV	OO61	PORTERIA
MECANICO	MONTACARGAS	OO62	WL
MECANICO	MONTACARGAS	OO63	BDT
FISICOQUIMICO	PTARI	OO64	AREA PTARI
FISICOQUIMICO	PTAP	OO65	AREA PTAP- TANQUES AGUA POTABLE
SISTEMAS EMERGENCIA	SISTEMA INCENDIO	OO66	EDIFICIO ADMIN

Fuente: Datos del Estudio

Tabla 13. Asignación De Abreviaturas Para las Máquinaria/equipo.

MÁQUINARIA Y/O EQUIPO	CÓDIGO
AIRE ACONDICIONADO	AA
AIRE ACONDICIONADO	AA
VENTILACION MECANICA	EX
PLANTA ELECTRICA	PE
PUENTE GRUA	PG
ELECTROBOMBA	EB
ELECTROBOMBA- SUMERGIBLE	ES
CORTINAS ENROLLABLES	MC
COMPRESOR	CM
UPS	PS
TRANSFORMADOR ACEITE	TA
TRANSFORMADOR SECO	TS
SUBESTACION - TABLEROS	SB
CONTROL DE ACCESO	CA
CCTV	CC
MONTACARGAS	MT
PTARI	PT
PTAP	PP
SISTEMA INCENDIO	RC

Fuente: Datos del Estudio

Tabla 14. Codificación Máquinaria.

CATEGORÍA	EQUIPO	CÓDIGO	CRITICIDAD
ELECTRÓNICO	CONTROL DE ACCESO	GFC AEE060	BAJA
	CCTV	GFCCEE061	MEDIA
ELÉCTRICO	UPS	GFPSEL050	ALTA
	TRANSFORMADOR ACEITE	GFTAEL051	ALTA
	TRANSFORMADOR SECO	GFTSEL052	ALTA
	TRANSFORMADOR SECO	GFTSEL053	ALTA
	TRANSFORMADOR SECO	GFTSEL054	ALTA
	TRANSFORMADOR SECO	GFTSEL055	ALTA
	TRANSFORMADOR SECO	GFTSEL056	ALTA
	TRANSFORMADOR SECO	GFTSEL057	ALTA
	TRANSFORMADOR SECO	GFTSEL058	ALTA
	SUBESTACION TABLEROS	GFSBEL059	ALTA
	ELECTROMECAÁNICO	VENTILACION MECANICA	GFEXEM026
VENTILACION MECANICA		GFEXEM027	BAJA
PLANTA ELECTRICA		GFPEEM028	ALTA
PLANTA ELECTRICA		GFPEEM029	ALTA
PUENTE GRUA		GFPGEM030	MEDIA
PUENTE GRUA		GFPGEM031	MEDIA
PUENTE GRUA		GFPGEM032	MEDIA
PUENTE GRUA		GFPGEM033	MEDIA
PUENTE GRUA		GFPGEM034	MEDIA
PUENTE GRUA		GFPGEM035	ALTA
PUENTE GRUA		GFPGEM036	ALTA
ELECTROBOMBA		GFEBEM037	BAJA
ELECTROBOMBA- SUMERGIBLE		GFESSEM038	ALTA
ELECTROBOMBA- SUMERGIBLE		GFESSEM039	MEDIA
CORTINAS ENROLLABLES		GFMCEM040	MEDIA
CORTINAS ENROLLABLES		GFMCEM041	MEDIA
CORTINAS ENROLLABLES		GFMCEM042	MEDIA
CORTINAS ENROLLABLES		GFMCEM043	MEDIA
CORTINAS ENROLLABLES		GFMCEM044	MEDIA
CORTINAS ENROLLABLES		GFMCEM045	MEDIA
CORTINAS ENROLLABLES	GFMCEM046	MEDIA	
CORTINAS ENROLLABLES	GFMCEM047	MEDIA	
COMPRESOR	GFCMEM048	MEDIA	
COMPRESOR	GFCMEM049	ALTA	
FISICOQUÍMICO	PTARI	GFPTFQ064	ALTA
	PTAP	GFPPFQ065	ALTA
MECÁNICO	MONTACARGAS 1	GFMTME062	ALTA

	MONTACARGAS 2	GFMTME063	ALTA
SISTEMAS EMERGENCIA	SISTEMA RED CONTRA INCENDIO	GFRCS066	ALTA
TÉRMICO	AIRE ACONDICIONADO	GFAATR001	BAJA
	AIRE ACONDICIONADO	GFAATR002	BAJA
	AIRE ACONDICIONADO	GFAATR003	BAJA
	AIRE ACONDICIONADO	GFAATR004	ALTA
	AIRE ACONDICIONADO	GFAATR005	BAJA
	AIRE ACONDICIONADO	GFAATR006	BAJA
	AIRE ACONDICIONADO	GFAATR007	BAJA
	AIRE ACONDICIONADO	GFAATR008	BAJA
	AIRE ACONDICIONADO	GFAATR009	BAJA
	AIRE ACONDICIONADO	GFAATR010	ALTA
	AIRE ACONDICIONADO	GFAATR011	ALTA
	AIRE ACONDICIONADO	GFAATR012	ALTA
	AIRE ACONDICIONADO	GFAATR013	ALTA
	AIRE ACONDICIONADO	GFAATR014	BAJA
	AIRE ACONDICIONADO	GFAATR015	BAJA
	AIRE ACONDICIONADO	GFAATR016	ALTA
	AIRE ACONDICIONADO	GFAATR017	BAJA
	AIRE ACONDICIONADO	GFAATR018	BAJA
	AIRE ACONDICIONADO	GFAATR019	BAJA
	AIRE ACONDICIONADO	GFAATR020	BAJA
	AIRE ACONDICIONADO	GFAATR021	ALTA
	AIRE ACONDICIONADO	GFAATR022	ALTA
	AIRE ACONDICIONADO	GFAATR023	BAJA
	AIRE ACONDICIONADO	GFAATR024	BAJA
	AIRE ACONDICIONADO	GFAATR025	ALTA

Fuente: Datos del Estudio

9.5 DOCUMENTACIÓN DE LA MÁQUINARIA

Es una actividad importante para que la calidad del mantenimiento se vea reflejada en estos registros. Dentro de la empresa es importante que cada individuo entienda el propósito de la conservación de los registros, porqué se mantiene, qué se está controlado y en qué forma se deben de usar.

9.5.1 Ficha Técnica. En las diferentes actividades de Mantenimiento Preventivo es necesario tener documentos informativos básicos que resumen las características de los equipos y los datos operativos de estos. El diseño elaborado incluye los siguientes datos e informaciones:

- Código de la máquina.

- Marca.
- Condiciones de funcionamiento.
- Datos específicos físicos (Serial, modelo, ubicación, tipo de equipo, etc)
- Contacto de mantenimiento y fecha de la compra.
- Aquellos otros datos que puedan ser de interés para los usuarios de las fichas.

Este formato ha sido diseñado de acuerdo a las características de la empresa y contiene toda la información necesaria de cada uno de los equipos pertenecientes a la **BASE SCHLUMBERGER – GUAFILLA** Los datos consignados servirán para comprobar las características del equipo cada vez que sean requeridos y con base en esta ficha se pueda realizar una mejor programación preventiva.

9.5.1.1 Fichas técnicas para Identificación de la maquinaria y/o equipo. (Ver anexo C)

- **Código de la máquina:** diseñado para facilitar la ubicación e identificación del equipo.
- **Datos Generales:** aquí son descritos los aspectos más importantes del equipo como nombre, marca, sección donde se encuentra, modelo, capacidad, proveedor de mantenimiento, fabricante, fecha de compra.
- **Condiciones de Funcionamiento:** aquí se registran todos los aspectos específicos de la maquinaria y equipo. Además se describe la intensidad del trabajo prestado por las máquinas y equipo, es decir, si su funcionamiento es de 1, 2 o 3 turnos, intermitente o crítico.
- **Motores:** aquí se señalan los datos referentes a los motores que forman parte de la máquina, tales como clase, marca, modelo, potencia, tensión, etc.
- **Filtros:** se enuncian los diferentes filtros y/o aceites que conforma la máquina o equipo.
- **Observaciones:** espacio en el cual, se describen los datos que son relevantes pero que ayudan a obtener más información sobre la máquina o equipo.

Figura 13. Modelo de Ficha Técnica (Equipos) (Ver anexo B)

Schlumberger		AREA DE MANTENIMIENTO		Versión:	01
sodexo		FICHA TECNICA		Implementación:	
				Código:	MTT-F-01
				Tipo Documento:	Formato
IDENTIFICACIÓN DE LA MÁQUINA Y/O EQUIPO					
INFORMACIÓN BÁSICA:			FOTOGRAFIA		
CODIGO					
MARCA:					
SERIAL/ MODELO:					
UBICACIÓN:					
TIPO DE EQUIPO					
Nº DE FASES:					
FECHA DE COMPRA					
FABRICANTE:					
CONTACTO MANTENIMIENTO:					
TELÉFONOS:					
CAPACIDAD:					
Capacidad de carga (Toneladas, KVA)				Depósito de combustible (gal)	
Depósito aceite para motor (gal)				Depósito aceite hidráulico (gal)	
CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO					
Aire	Presión		Caudal		
Vapor	Presión		Caudal	Temperatura	
Agua	Presión		Caudal	Temperatura	
Gas	Presión		Caudal	Tipo	
Electricidad	Voltios		Amperios		
ACPM	Caudal				
TRABAJO	3 TURNOS	2 TURNOS	1 TURNO	INTERMITENTE	
MOTOR					
Clase		Serie		Combustible	
Marca		Potencia		Lubricante	
Modelo		Consumo (g/hora)		Refrigerante	
FILTROS					
FILTROS DE AIRE			FILTROS DE COMBUSTIBLE		
Referencia	Cantidad	Equivalente	Referencia	Cantidad	Equivalente
FILTROS DE ACEITE			FILTROS HIDRÁULICOS		
Referencia	Cantidad	Equivalente	Referencia	Cantidad	Equivalente
OTROS FILTROS			OTROS: ACEITES		
OBSERVACIONES:					

9.5.2 Hoja de vida. La hoja de vida de los equipos garantiza un adecuado inventario de los diferentes elementos lo cual facilita el manejo de los mismos y su mantenimiento, además se realiza el historial de la máquina. En este formato se encuentra el código; el nombre de la máquina; fecha en la cual se realizó el trabajo de mantenimiento; número de orden de mantenimiento; descripción del trabajo o de la intervención realizada; tipo de mantenimiento realizado, la duración de la tarea de mantenimiento y el nombre de la persona por la cual fue actualizado dicho registro.

El uso de este formato es para mantener un control y llevar un historial de cada una las máquinas o equipos presentes en la empresa a fin de poder evaluar el comportamiento de la maquinaria de la **BASE SCHLUMBERGER – GUAFILLA**; este formato debe ser llenado cada vez que se genere una orden de mantenimiento. Se comenzará por colocar el código de la máquina que generó la orden de mantenimiento, el nombre y la sección a la cual pertenece. Luego se debe llenar la fecha en la cual se generó la orden de mantenimiento, así como el número de dicha orden. Posteriormente se hará una descripción breve y clara, las tareas de

9.6.1 Funciones del operario de producción.

1. Al detectar la falla, apagar el equipo.
2. Reportar de inmediato al encargado del departamento de mantenimiento, (orden de mantenimiento) con la información suministrada,
3. El técnico encargado hará rápidamente el análisis del daño y tomara las medidas necesarias para su reparación. Un aspecto importante es que el personal que se envíe a efectuar la reparación debe contar con las herramientas y equipos apropiados para que pueda desempeñar su labor con rapidez y eficiencia., así como un adecuado suministro de repuestos y partes de recambio.

Al operario encargado de la realización de esta labor debe instruírsele acerca de la labor específica a realizar y los procedimientos lógicos a emplear para minimizar la posibilidad de fallas o errores humanos y así poder hacer uso provechoso de los recursos disponibles, para esto el técnico debe llenar la hoja de vida de la máquina, para así tomar acciones del caso en un futuro.

9.6.2 Plan de inspección. Actividad consistente en el mantenimiento preventivo como importante donde se analiza el funcionamiento y operación de los equipos, con el fin de determinar su estado físico y las posibilidades de falla. Las inspecciones pueden ser; Ligera, Profunda, Abierta, Cerrada.

Ligera: Se realiza en forma superficial a las partes de la maquinaria y/o equipos esta debe hacerse a diario. El formato debe estar colocado al lado del equipo para permitir al personal de inspecciones o supervisores verificar si los trabajos han sido ejecutados.

Profunda: Requiere de instrumentación y herramienta compleja.



Abierta: se realiza de una forma más compleja. Donde se desarrollan actividades como lubricación, ajuste o reemplazo de partes de recambio con una prioridad determinada. La frecuencia normal con que se deben realizar, revisar y analizar los programas de inspección es trimestral, pero los cambios se harán con base a los resultados del programa aplicado en el período de trabajo anterior.

Cerrada: este tipo de inspección se realizara principalmente a los equipos donde no es necesario abrir o desarmar el equipo, se usa generalmente equipo de diagnóstico ejemplo el certificado de gases (Planta Eléctrica y Montacargas).

9.6.2.1 Formato de inspección. Para la documentación de actividad de inspección se diseñó un formato que permite la revisión de los componentes más importantes los equipos.

- **Encabezado:** la información solicitada en esta parte del formato permite y identifica el equipo al cual se le está efectuando la actividad de inspección, mediante el uso del código asignado. Además la fecha en que esta es efectuada.
- **Actividades de inspección:** en este espacio se estableció las partes a inspeccionar de los equipos.
- **Estado:** el operario debe calificar el estado del equipo marcando con una X sobre la casilla que considere, de acuerdo con la designación el departamento de mantenimiento tome las medidas necesarias.
- **Observaciones:** en esta casilla será llenada cuando el operario encuentre alguna anomalía en el componente o pieza inspeccionada. Aquí se debe llenar de forma clara y sencilla, para que la persona encargada por el departamento de mantenimiento proceda a tomar las medidas necesarias, solicitando una orden de mantenimiento y consignando la información en la hoja de vida. En caso de que la limpieza no esté en buenas condiciones el operario deberá realizarla.
- **Efectuado por:** en este espacio la persona encargada de hacer la inspección debe firmar con nombre y número de cédula.

Figura 15. Modelo Formato de Inspecciones (Equipos) (ver anexo B)

 	PRODUCCION			Código: MTT-F-01-03 Versión: 1.0 Fecha: 15/AGO/16 Elaboró: V Lizarazo-G Vargas Aprobó:
	FORMATO DE INSPECCIÓN DE EQUIPOS			
Código:				
Fecha:				
ACTIVIDAD DE INSPECCION		ESTADO		OBSERVACIONES
ACTIVIDADES DIARIAS		B	R	
ELÉCTRICO				
Funcionamiento del circuito				
Cables aislados correctamente				
Ajuste de las conexiones eléctricas				
Cables eléctricos(rotura)				
Fusibles				
Conexión a tierra				
TEMPERATURA				
Temperatura del equipo				
LIMPIEZA				
Carcasa, estructura				
Limpieza interna				
Limpieza de instrumentos				
RUIDO Y VIBRACION				
Ruidos del equipo				
Vibraciones del equipo				
REALIZADA POR:				

9.6.2.2 Plan de inspección de control de tiempo utilizado. Es importante para los equipos tener un control del consumo de energía mediante el control en el tiempo de utilización de los equipos durante su ciclo productivo para realizar y efectuar una adecuada gestión de la energía por consiguiente llevar un control del tiempo de operación para programar el mantenimiento de equipos.

La inspección de control de tiempo utilizado garantiza un adecuado inventario de los diferentes elementos lo cual facilita el manejo de los mismos y su mantenimiento, además se realiza el historial del equipo.

El uso de este formato es para mantener un control y llevar un historial de cada una las máquinas o equipos presentes en la empresa a fin de poder evaluar el comportamiento de la maquinaria de la BASE SCHLUMBERGER – GUAFILLA

- **Descripción del formato de inspección de control del tiempo.** Para la documentación de actividad de inspección se diseñó un formato que permite la revisión de los componentes más importantes la maquinaria y/o equipo.
- **Encabezado:** la información solicitada en esta parte del formato permite identificar la máquina y/o equipo al cual se le está efectuando la actividad de inspección, mediante el uso del código asignado. Además la fecha y turno en que esta es efectuada.

- **Efectuado por:** en este espacio la persona encargada de hacer la inspección debe firmar con nombre y número de cédula.

La persona encargada de llenar este formato (responsable de mantenimiento) colocará su nombre en el último espacio de esta tabla (actualizado por).


Este formato se llena de acuerdo a las indicaciones de la siguiente tabla y grafica con su respectivo número asignado en el formato para diligenciarlo de la forma adecuada.

Tabla 15. Indicaciones para llenar formato de inspección de control del tiempo.

1	Mes de trabajo actual
2	Turno del operario (completo, medio tiempo, contrato)
3	Jornada (mañana, tarde, noche)
4	Equipo de trabajo
5	Código del equipo
6	Hora de encendió (am , pm)
7	Hora de apagado (am , pm)
8	Operario encargado
9	Tiempo de trabajo = hora de apagado - hora de encendido (9 = (7 - 6))
10	Numero de servicios (número de veces encendido)
11	Consumo en kWh ver tabla adicional
12	Responsable de equipo y operación

Figura 16. Cálculos de energía.

PARA TENER EN CUENTA



- Siempre registrar la hora al inicio y al final de las actividades.
- Para el cálculo de la energía consumida por equipo utilice las siguientes ecuaciones:
Consumo = Potencia x tiempo de utilización
Consumo (kWh) = Potencia (kW) x tiempo (horas)
Consumo (kWh) = Potencia (HP) x 0.746 x tiempo (horas)
Costo = Consumo (kWh) x Costo (\$/kWh)
- HP = Caballo de fuerza Costo (\$/ kWh): valor del kilovatio- hora indicado en la factura.

Fuente: ALCALDIA MAYOR DE BOGOTA. Buenas prácticas de operación en la actividad de mantenimiento industrial.

Figura 17. Modelo de formato control de tiempo de utilización (Ver anexo B)

Schlumberger		AREA DE MANTENIMIENTO		Código: MTT-F-01-04	
sodexo		FORMATO CONTROL DE TIEMPO DE UTILIZACION		Versión: 1.0	
				Fecha: 15/AGO/16	
				Elaboró: V Lizarazo-G Vargas	
				Aprobó:	

EQUIPO:							
Código:							
MES	1	TURNO	2	Jornada	3	EQUIPO	4
DIA	HORA DE ENCENDIDO	HORA DE APAGADO	OPERARIO	TIEMPO DE TRABAJO	numero de servicios	CONSUMO KWh	Responsable
1	6	7	8	9	10	11	12
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							

9.6.3 Plan de limpieza El plan se enfoca a mostrar y eliminar materia contaminante (sólidos y líquidos). Durante el proceso de limpieza, los operarios inspeccionan cada una de las partes de la maquinaria y/o equipos. Esto incrementa las posibilidades de detectar posibles defectos. Por tanto el operario deberá realizar este procedimiento con la higiene necesaria.

La limpieza, pudiera ser no muy bien vista por los operarios, argumentando que no es su trabajo, que no es personal de limpieza, pero esto al principio es benéfico, ya que las fuentes de suciedad son visibles y atraen la atención de los trabajadores, por lo que será más fácil explicarles la importancia de la limpieza y la necesidad de acciones correctivas.



Debido a que la planta maneja varios turnos de trabajo, los operarios que se encargan de la misma máquina en diferentes turnos deben estar en comunicación. El operario debe revisar siempre el formato de inspección, pudiendo comprobar el estado actual de la máquina, observando los cambios y resultados obtenidos, durante el turno precedente.

9.6.3.1 Formato de limpieza. Para la documentación de las actividades de limpieza se diseñó un formato que permite detectar fuentes que puedan contaminar el producto, materia prima y deterioro de algún componente o pieza de la maquinaria y/o equipo.

- **Encabezado:** la información solicitada en esta parte del formato permite y identifica la máquina y/o equipo al cual se le está efectuando la actividad de inspección, mediante el uso del código asignado. Además la fecha en que esta es efectuada.
- **Áreas defectuosas:** espacio donde el operario debe marcar y definir todas las áreas defectuosas del equipo, como partes deterioradas, partes mal ensambladas, componentes en mal funcionamiento, corrección, partes sucias. Todas estas cosas son marcadas con una X, y así los operarios deben decidir si tomar acción por su cuenta o llamar al técnico de mantenimiento.
- **Fuentes de contaminación:** Espacio se refiere a cualquier área que genere sustancias extrañas, como virutas metálicas, hongos, polvo o tierra, otros, causado por mal funcionamiento, fugas, etc.
- **Espacio de preguntas y sugerencias.** Sin importar que tan insignificante sea la duda que tenga el operario sobre esta fase o sus actividades, deben ser escritas en espacio en blanco, si tiene alguna sugerencia de la actividad de limpieza debe hacer en este espacio; por ejemplo líquidos que garanticen una mejor desinfección del equipo.

El siguiente formato debe gestionarse al encontrar anomalías durante las inspecciones diarias de los equipos, y consiste en detectar el tipo y origen de sustancias extrañas, como residuos de materia prima, polvo, tierra, grasa, pelusa para que los operarios de mantenimiento puedan retirarlas del equipo, siendo esta operación indispensable, pues la presencia de estas partículas afecta directamente la calidad del producto y la vida útil.

Figura 19. Modelo Formato del programa de mantenimiento de máquinas y/o Equipos (Ver anexo B)

		AREA DE MANTENIMIENTO		Código: MTT-F-01-06 Versión: 1.0 Fecha: 15/AGO/16 Elaboró: V Lizarazo-G Vargas Aprobó:
		PROGRAMA DE MANTENIMIENTO MAQUINAS Y/O EQUIPOS		
Código: Realizado por: Aprobado por:				
“DE ACUERDO AL TIPO DE EQUIPO DEBE HACERSE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO”				
	Comprobación A	Comprobación B	Comprobación C	Comprobación D
	<input type="checkbox"/> Diligenciar formato de Inspecciones <input type="checkbox"/> Lubricación de collarín y guías del pedal <input type="checkbox"/> Limpieza de turbina	<input type="checkbox"/> Diligenciar formato de inspecciones, repetir (A) <input type="checkbox"/> Cambio de resistencia <input type="checkbox"/> Cambio de teflón <input type="checkbox"/> Limpieza de turbina <input type="checkbox"/> Lubricar puerta	<input type="checkbox"/> Repetir (Inspecciones Diarias), (A), (B) <input type="checkbox"/> Afilar cuchilla <input type="checkbox"/> Limpiar contactores (Todas las maquinas con conexión eléctrica) <input type="checkbox"/> Cambio de aceite del compresor <input type="checkbox"/> Engrase de piñonera, trinquetes cadenas de transmisión, bielaz, cigüeñal y rodachines <input type="checkbox"/> Cambio de empaques válvulas en todo el sistema <input type="checkbox"/> Limpieza de Ampolletas de Mercurio soportadas en Mc Donal <input type="checkbox"/> Engrasar Tuercas	<input type="checkbox"/> Repetir (Inspecciones Diarias), (A), (B), (C) <input type="checkbox"/> Cambio de rodamientos tipo S en soporte de fundición gris, unidad SG <input type="checkbox"/> Cambiar rodamiento de motor (todas las maquinas con motor eléctrico) <input type="checkbox"/> Cambiar rodamientos del eje <input type="checkbox"/> Cambiar retenedor <input type="checkbox"/> Lubricar caja de engranajes <input type="checkbox"/> Cambio de rodamientos del reductor(Todas las maquinas con motor reductor) <input type="checkbox"/> Cambio de retenedores de reductor(Todas las maquinas con motor reductor) <input type="checkbox"/> Cambio de aceite del reductor (Todas las maquinas con motor reductor) <input type="checkbox"/> Cambio de aceite hidráulico de todo el sistema <input type="checkbox"/> Cambio de boquillas de llenado
TAREAS REALIZAR				
Cal.	8 Días	1 Mes	3 Meses	1 Año
Observaciones: (Ver Anexo G)				

9.7 DOCUMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

9.7.1 Orden de mantenimiento. Es el formato encargado de dar y recolectar información concerniente a las actividades que requieran intervención de mano de obra especializada, cambio de piezas, partes o componentes y/o reparaciones, de acuerdo a las instrucciones de mantenimiento o al resultado de inspecciones. Esta orden de trabajo debe elaborarse por anticipado, para el caso de mantenimiento preventivo. Con esto se busca; Realizar una gestión económica de compra de repuestos e insumos, Tener un registro de los costos ocasionados por las labores de mantenimiento no contempladas dentro del programa de mantenimiento, llevar un control de la realización o no de las labores de mantenimiento no contempladas en el plan de inspección o limpieza.

Este formato contiene la siguiente información:

- **Encabezado:** en este espacio contiene el código de la máquina y el número de la orden de mantenimiento. Este espacio debe ser llenado por la persona encargada del área de mantenimiento. Junto al nombre y sección que pertenece la máquina.
- **Tipo de mantenimiento:** la persona encargada de mantenimiento debe especificar el componente o pieza y el tipo de labor a ejecutar. Una orden de trabajo es generada cuando la tarea de mantenimiento es un poco más compleja al requerir compra de repuestos, o detención de la máquina por un periodo de tiempo considerable.

9.7.2 Evaluación análisis de fallas. El formato de Hoja de análisis de Fallas ha sido diseñado para ser diligenciado por el técnico o por el personal especializado que verifique una falla, que el personal de la empresa no detectó y por eso condujo al llamado técnico; en este formato se analizan las fallas, la clase de defectos y otros aspectos necesarios para un correcto diagnóstico de maquinaria.

Para tener un registro de los criterios técnicos en cuanto a las fallas presentadas en la maquinaria de la empresa.

Este documento está formado de las siguientes partes:

Encabezado: este espacio contiene la información en cuanto al código de la máquina y el nombre de la misma. Fecha de inicio aquí debe ser llenada la fecha, pero de forma especial a la hora en la cual se dio inicio a la falla. Este espacio debe ser llenado por la persona encargada del área de mantenimiento.

Tipo de fallo: en este espacio se de terminar la falla del componente o pieza y la consideración por parte del técnico.



Defectos hallados: espacio donde se considera por parte del técnico la causa o origen de la falla y las sugerencias o recomendaciones que este puede dar para evitar la falla.

Descripción del trabajo y partes que se inspeccionaron: allí son registrados las tareas de evaluación del equipo al igual que las partes del mismo a ser inspeccionadas.

Repuestos e implementos que se requieren: aquí son nombrados los repuestos e implementos necesarios para la reparación de la máquina o equipo. Al igual que las dos anteriores este espacio es llenado por el encargado de mantenimiento bajo la asesoría del técnico especializado.

Fecha de terminación y Efectuado por: En este espacio se escribirá el día, mes, año al igual que la hora exacta en el que se da fin a la actividad mantenimiento y la máquina está en condiciones de seguir funcionando de manera segura. La persona que llevó a cabo las labores de mantenimiento deberá firmar con su nombre y número de cédula en este espacio.

Figura 21. Modelo Formato Análisis de Fallas (Ver anexo B)

		AREA DE MANTENIMIENTO		Código: MTT-F-01-08 Versión: 1.0 Fecha: 15/AGO/16 Elaboró: V Lizarazo-G Vargas Aprobó:	
		ANÁLISIS DE FALLAS			
Código:			Fecha:		
Equipo:			Hora:		
TIPO DE FALLO HALLADO					
Desgaste	<input type="checkbox"/>				Observaciones:
Rotura	<input type="checkbox"/>	Considera el material adecuado	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
Fallo humano	<input type="checkbox"/>	Considera el montaje adecuado	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
Causa accidental	<input type="checkbox"/>	Evitable con mayor atención	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
Otras causas	<input type="checkbox"/>	¿Cuál? ¿Cuál?			
DEFECTOS HALLADOS					
Lubricación defectuosa	<input type="checkbox"/>	Lubricación inadecuada	<input type="checkbox"/>		Observaciones:
		Lubricación insuficiente	<input type="checkbox"/>		
		Sistema de lubricación. Inadecuado	<input type="checkbox"/>		
Inspección	<input type="checkbox"/>	Medida o Inspección de Insuficiente	<input type="checkbox"/>		
		Máquina no inspeccionada	<input type="checkbox"/>		
Mantenimiento	<input type="checkbox"/>	*Mantenimiento defectuoso	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
		*Mantenimiento preventivo insuficiente	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
		*Considera necesaria revisión (ciclota)	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
		*Considera necesario otro tipo de mantenimiento distinto al actual	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
Defectos de construcción	<input type="checkbox"/>	¿Cuál?			
Defectos de instalación	<input type="checkbox"/>	¿Cuál?			
Condiciones ambientales	<input type="checkbox"/>	¿Cuál?			
Rozamiento	<input type="checkbox"/>	Rozamiento elevado	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
		Rozamiento irregular	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
Juego	<input type="checkbox"/>	Juego excesivo	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
		Juego insuficiente	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
Deterioro	<input type="checkbox"/>	¿Por que?			
Lesiones	<input type="checkbox"/>	¿Cuáles?			
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO Y PARTES QUE SE INSPECCIONARON					
REPUESTOS E IMPLEMENTOS QUE SE REQUIEREN					
Fecha de terminación:			Efectuado por:		

9.7.3 Registro de fallas. Este formato documenta las fallas presentadas por los máquinas y/o equipos de la empresa, dicho documento debe ser diligenciado por la persona encargada de mantenimiento, con la ayuda del operario responsable del equipo y quien está presente en el momento en que ocurre la falla, con la siguiente información se busca determinar las fallas más frecuentes y poder tomar las medidas correspondientes.

- **Encabezado:** este espacio contiene la información en cuanto al código de la máquina y/o equipo y el nombre de la misma en la cual se presentó la falla.
- **Fecha y hora:** este espacio es destinado para colocar el día, mes y año y hora en el cual la máquina y/o equipo presenta la falla.

- **Falla:** se especifica la falla presentada, sin omitir detalle que pueda ser fundamental para la solución del problema.
- **Posibles causas:** el encargado de mantenimiento con ayuda del operario define las posibles causas de la falla, basados en la hoja de vida, experiencia y conocimiento que se tiene acerca del equipo.
- **Posibles soluciones:** el encargado de mantenimiento y el operario debe establecer la solución más conveniente para el daño, siempre y cuando se tenga certeza que esta logre reparar el daño en forma satisfactoria.

Figura 22. Modelo de Formato Registro de Fallas (Ver anexo B)

Schlumberger		AREA DE MANTENIMIENTO			Código: MTT-F-01-09 Versión: 1.0 Fecha: 15/AGO/16 Elaboró: V Lizarazo-G Vargas Aprobó:	
sodexo		REGISTRO DE FALLAS				
Equipo:					Código	
FECHA		FALLA	CAUSAS PROBABLES	SOLUCIONES POSIBLES	REALIZADO POR:	
	HORA					

9.7.4 Registro de reparaciones. Este formato documenta las reparaciones echas a las máquinas y/o equipos de la empresa, dicho documento debe ser diligenciado por la persona encargada de mantenimiento, con la, con la información se busca alimentar el programa para tomar decisiones que logren evitar las reparaciones es decir se busca eliminar al máximo el mantenimiento correctivo.

- **Encabezado:** este espacio contiene la información en cuanto al código de la máquina y/o equipo y el nombre de la misma en la cual se presentó la reparación.
- **Fecha y hora:** este espacio es destinado para colocar el día, mes y año y hora en el cual la máquina y/o equipo presenta la reparación.

Para la realización de este diagrama, se procede de la siguiente forma:

- En primer lugar describimos el efecto, característica o problema que se desea analizar. El enunciado de este efecto debe ser escrito en la parte central, hacia el lado derecho de una hoja y encerrado en un cuadro.
- Posteriormente, se dibuja una flecha principal que va de izquierda a derecha hasta el cuadro que contiene el efecto o característica.
- Se definen los factores causales del efecto los cuales son representados en flechas que convergen a la flecha principal.
- El cuarto paso consiste en describir los factores secundarios y representarlos en ramas y sub-ramas que inciden en las flechas que convergen hacia la flecha principal.
- Se identifican los factores causales particularmente importantes que parecen tener gran influencia sobre el efecto o característica de análisis.

9.7.6 Manuales de instrucciones mantenimiento preventivo y correctivo.

Para implementar el programa de mantenimiento preventivo, se debe describir los procedimientos a seguir dentro del programa, sin obviar la probabilidad de fallo de aquellas partes que requieren atención inmediata. Es decir que no se puede descartar el mantenimiento correctivo, que es imposible de eliminar por completo.

En el siguiente cuadro se muestran el instructivo de mantenimiento preventivo y correctivo respectivamente, al igual que el flujo de información generado en dicho proceso.

Figura 24. Diagrama Flujo Programa Mantenimiento Preventivo (Ver anexo B)

Schlumberger		AREA DE MANTENIMIENTO	Código: MTT-F-01-11 Versión: 1.0 Fecha: 15/AGO/16 Elaboró: V Lizarazo-G Vargas Aprobó:
sodexo		INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
Código:		Hoja: 1/4	
OFICINA DE:	FECHA DE EMISIÓN	EQUIPO:	
OBJETIVO:			
Mostrar la forma de manejo de información generada en la implementación del Programa de Mantenimiento Preventivo.			
ALCANCE:			
Mantenimiento de los equipos			
ÁREAS INVOLUCRADAS:			
Mantenimiento			
DOCUMENTOS ASOCIADOS:			
Facturas, remisiones, cuentas de cobro etc.			
ELABORADO POR:		REVISADO POR:	APROBADO POR:
Nombre:	Nombre:	Nombre:	
Fecha:	Fecha:	Fecha:	
Firma:	Firma:	Firma:	

Schlumberger		AREA DE MANTENIMIENTO	Código: MTT-F-01-11 Versión: 1.0 Fecha: 15/AGO/16 Elaboró: V Lizarazo-G Vargas Aprobó:
sodexo		INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
Código:		Hoja: 2 /4	
OFICINA DE:	FECHA DE EMISIÓN	EQUIPO:	
FLUJOGRAMA	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	
<pre> graph TD 1[1] --> INICIO{{INICIO}} INICIO --> PROGRAMA[PROGRAMA DE MANTENIMIENTO] PROGRAMA --> EJECUCION[EJECUCIÓN DEL PLAN DE INSPECCIÓN] EJECUCION --> CONTROL[CONTROL DEL PROGRAMA Y REGISTRO DE LA ORDEN DE MANTENIMIENTO] CONTROL --> PLANEACION[PLANEACIÓN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO] PLANEACION --> 2[2] </pre>	<p>Como entrada tenemos el diseño del Programa de mantenimiento Preventivo para la empresa.</p> <p>Realizar las Inspecciones acorde con el programa diseñado, utilizando formatos.</p> <p>Comprobar el diligenciamiento y cumplimiento de las órdenes de mantenimiento, para actividades que requieren mano de obra especializada o cambio de partes.</p> <p>Coordinar con Producción la Programación para llevar a cabo las labores de mantenimiento preventivo resultado de la Inspección.</p>	<p>Encargado de Mantenimiento</p> <p>Encargado de Mantenimiento y Jefe de Producción</p> <p>Encargado de Mantenimiento y Los Operarios</p> <p>Encargado de Mantenimiento</p>	
ELABORADO POR:		REVISADO POR:	APROBADO POR:
Nombre:	Nombre:	Nombre:	
Fecha:	Fecha:	Fecha:	
Firma:	Firma:	Firma:	

Schlumberger	AREA DE MANTENIMIENTO	Código: MTT-F-01-11 Versión: 1.0 Fecha: 15/AGO/16 Elaboró: V Lizarazo-G Vargas Aprobó:
sodexo	INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	

Código: _____ Hoja: 3 /4

OFICINA DE: _____ FECHA DE EMISIÓN: _____ EQUIPO: _____

FLUJOGRAMA	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
<pre> graph TD 2[2] --> A[COMPRA DE INSUMOS Y REPUESTOS] A --> B[EJECUCION DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO] B --> C{EL TRABAJO ES CORRECTO} C -- NO --> B C -- SI --> D[REGISTRO EN LA HOJA DE VIDA DE LA MÁQUINA] D --> 3[3] </pre>	<p>Comprar los repuestos, herramientas e insumos necesarios para el óptimo funcionamiento del Programa de mantenimiento.</p> <p>Actividades realizadas al equipo, que permiten prevenir las fallas.</p> <p>Comprobar que las actividades de mantenimiento se desarrollen correctamente y optimicen en buen funcionamiento de las máquinas o vehículo.</p> <p>Diligenciar la información sobre las actividades de mantenimiento más relevantes en la Hoja de Vida del equipo.</p>	<p>Encargado de Mantenimiento Y Contabilidad</p> <p>Operarios o Técnicos</p> <p>Encargado de Mantenimiento</p> <p>Encargado de Mantenimiento o Técnico que Realiza la Actividad</p>

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Nombre: _____	Nombre: _____	Nombre: _____
Fecha: _____	Fecha: _____	Fecha: _____
Firma: _____	Firma: _____	Firma: _____

Schlumberger	AREA DE MANTENIMIENTO	Código: MTT-F-01-11 Versión: 1.0 Fecha: 15/AGO/16 Elaboró: V Lizarazo-G Vargas Aprobó:
sodexo	INSTRUCTIVO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	

Código: _____ Hoja: 4 /4

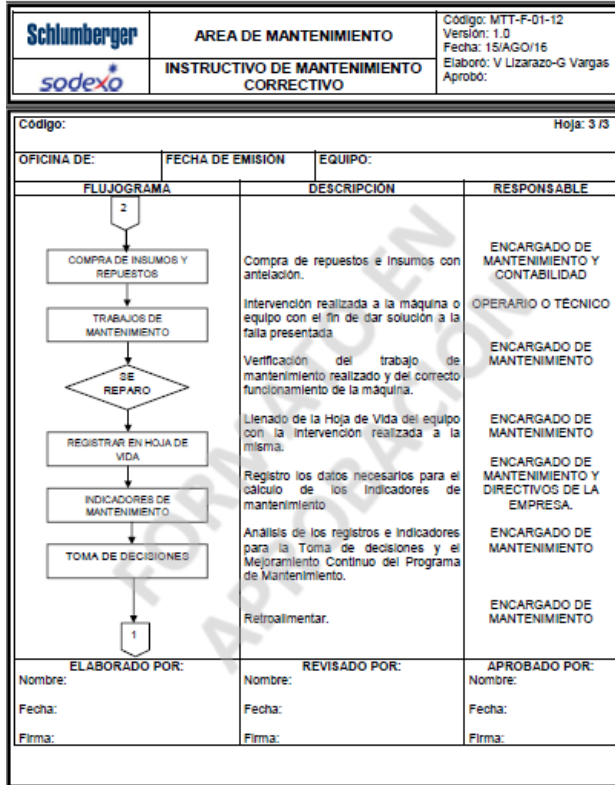
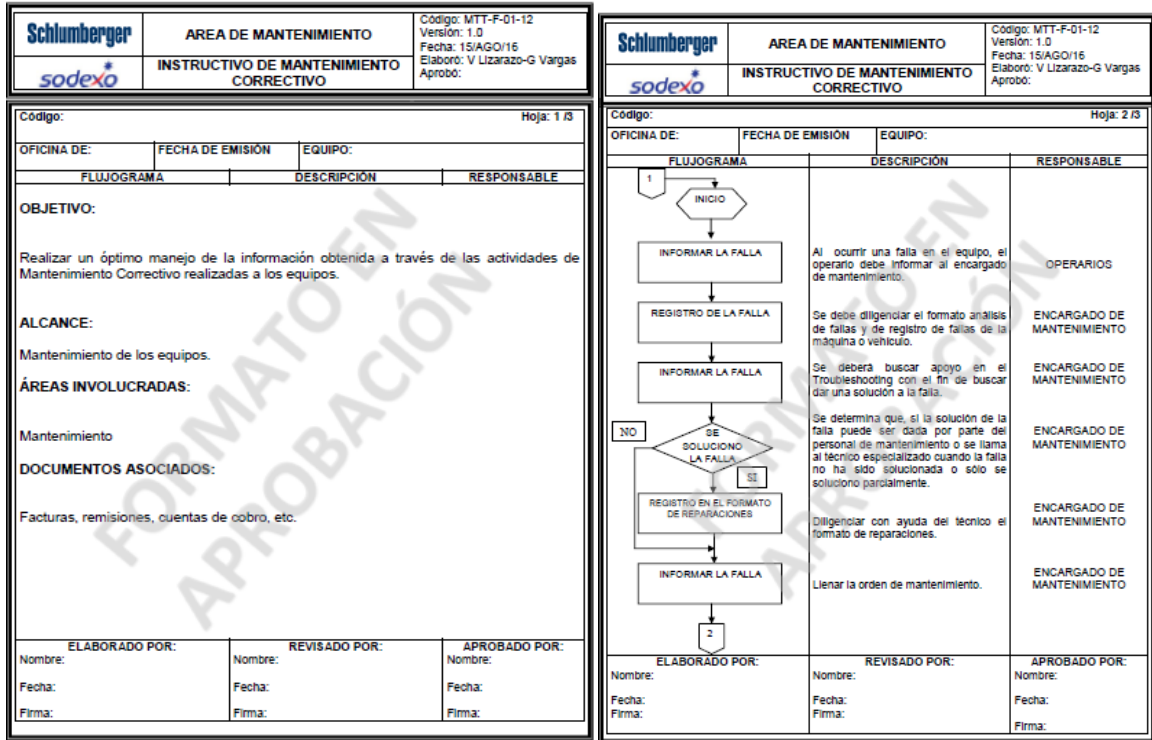
OFICINA DE: _____ FECHA DE EMISIÓN: _____ EQUIPO: _____

FLUJOGRAMA	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
<pre> graph TD 3[3] --> A[INDICADORES DE MANTENIMIENTO] A --> B[ANÁLISIS Y TOMA DE DECISIONES] B --> 1[1] </pre>	<p>Registro los datos necesarios para el cálculo de los Indicadores de mantenimiento</p> <p>Análisis de los registros e Indicadores para la Toma de decisiones y el Mejoramiento Continuo del Programa de Mantenimiento.</p> <p>Retroalimentar.</p>	<p>Encargado de Mantenimiento y Directivos de la Empresa.</p> <p>Departamento de Mantenimiento</p>

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Nombre: _____	Nombre: _____	Nombre: _____
Fecha: _____	Fecha: _____	Fecha: _____
Firma: _____	Firma: _____	Firma: _____

Fuente: Datos del Estudio

Figura 25. Diagrama Flujo Programa Mantenimiento Correctivo (Ver anexo B)



Fuente: Datos del Estudio

9.7.7 Procedimiento de mantenimiento de equipos.

9.7.7.1 Objetivo. Establecer actividades y lineamientos para el control, manejo y preservación de la maquinaria y equipos de La Base Schlumberger Guafilla

9.7.7.2 Alcance. Maquinaria y equipo (propiedad de Base Schlumberger Guafilla) utilizados para operación.

9.7.7.3 Definiciones.

Disponibilidad: Es la capacidad de un equipo para estar en un estado operativo al momento de realizar una función requerida bajo condiciones dadas, durante un determinado intervalo de tiempo.

Equipo: Todo tipo de maquinaria utilizada en la construcción, bien sea móvil, estacionaria o de transporte.

Ficha técnica: Documento que contiene la descripción de las características de un dispositivo, material, proceso o programa de manera detallada.

Infraestructura: Conjunto de elementos o servicios que están considerados como necesarios para que un proyecto pueda funcionar.

Mantenimiento: Acciones que tienen como objetivo mantener un equipo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo la función requerida.

9.7.7.4 Responsables.

Son responsables de la aplicación y cumplimiento de este procedimiento:

- ✓ **Gerente o Representante Legal:** Garantiza disponibilidad de recursos como; financiero, humano, etc., para la ejecución y cumplimiento del presente documento.
- ✓ **Supervisor regional:** Es el responsable de establecer y garantizar el cumplimiento del presente procedimiento.
- ✓ **Coordinador de mantenimiento:** Ejecutar y controlar los requisitos que evidencien el cumplimiento de este procedimiento. Apoyar y facilitar los recursos necesarios para el proceso.
- ✓ **Coordinador HSE:** Verificar el cumplimiento del presente documento enfocado en la operación segura y la preservación del medio ambiente. Validar el cumplimiento de las inspecciones, controles y reportes con el fin de evitar que se presenten incidentes.
- ✓ **Almacenista:** Almacenar y suministrar los repuestos y materiales para los equipos.

- ✓ **Técnicos:** Ejecutar trabajos de mantenimientos preventivos, correctivos e inspecciones de los equipos en apoyo con el coordinador de mantenimiento y operadores.
- ✓ **Operadores de equipos:** Realizar inspecciones preoperacionales de los equipos, reportando al jefe y/o coordinador HSE cualquier falla de control que detecte y hacer uso adecuado de los equipos asignados.

9.7.7.5 GENERALIDADES.

❖ Gestión de repuestos y suministros

Al presentarse una necesidad de repuestos y suministros, el coordinador de mantenimiento remite al Líder del proceso de Compras el cual gestiona y envía una orden de compra.

❖ Vida útil de la maquinaria y equipo

Está definida por el tiempo en el cual, un activo puede ser utilizado desde su adquisición hasta cuando sus condiciones funcionales sean limitadas. Así, La Base Schlumberger Guafilla cuenta con un proceso de mantenimiento y políticas de mejora, el cual permite extender esa vida útil, manteniendo el equipo operativo.

❖ Criterios de extensión de vida útil

La vida útil puede extenderse cuando se cumplen o ejecutan las siguientes actividades;

- ✓ Repotenciación (cambio de motor por uno más nuevo)
- ✓ Refuerzo físico mecánico (cambio de chasis o refuerzo del mismo)
- ✓ Cronogramas de mantenimiento preventivo
- ✓ Personal idóneo para administrar y ejecutar mantenimiento
- ✓ Modernización (cambios de sistemas)
- ✓ Reingeniería (Cambio de sistemas, sin implicar motores o transmisiones)
- ✓ Optimizaciones (Cambio de diseño original para aumentar capacidades sin afectar mandos). Se invierten recursos monetarios para el sostenimiento del proceso de mantenimiento

❖ Requisitos para la ejecución de mantenimientos

Es obligatorio contar con requisitos mínimos como son:

- Personal calificado.
- Contar con un almacén, donde se garanticen las herramientas mínimas básicas.

- Contar con los repuestos e insumos necesarios.
- Contar con kit de derrames.
- Fichas de seguridad de productos químicos.
- Contar con todos los EPP.
- Contar con una orden de trabajo firmada por el Coordinador de mantenimiento y/o supervisor.
- Copia del manual del equipo.
- Contar con la hoja de vida del equipo.
- Contar con el cronograma de mantenimiento preventivo.
- Contar con la ficha técnica del equipo.
- Cumplir con los lineamientos del presente documento.
- Ejecutar la actividad indicada únicamente.
- Exigir documentación que avale la competitividad del proveedor externo.
- Exigir el cumplimiento de la normatividad interna de Base Schlumberger Guafilla a proveedores externos.
- Asegurar y señalar el área de la actividad a ejecutar.
- Mantener al personal externo o no involucrado, fuera del área o la actividad a ejecutar.
- Para proveedores externos, deben contar con la orden de servicio del trabajo a ejecutar.
- El equipo a intervenir debe estar apagado y bloqueado.
- El equipo debe estar en reposo por lo menos dos horas antes de ejecutarse la actividad
- Está prohibida la manipulación del equipo por personal diferente al operador certificado.
- Cambio de fluidos hidráulicos, se deberá utilizar bombas manuales, eléctricas o mecánicas
- En suministro de combustibles, prohibido tanquear con pimpinas, únicamente equipos de bombeo.
- El equipo debe mantener vigente su certificación.
- Los operadores NO deberán iniciar la actividad de mantenimiento sin el personal técnico

Tabla 16. Descripción de actividades

ÍTEM	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	DOCUMENTACIÓN RELACIONADA
1.	Entrega de equipos	Análisis y alistamiento general de los equipos, previo recibo de una requisición del proceso de realización.	Supervisor Regional / Coordinador de Mantenimiento	Orden de compra / Orden de mantenimiento
1.1	Identificación de los equipos	La identificación está dada por el código a cada máquina	Coordinador de Mantenimiento	Listado general de equipos Ficha Técnica (MTT-F-01), Hoja De Vida (MTT-F-02)
1.2	Control de estado de los equipos	Se realiza una inspección pre operacional inicial para conocer el estado técnico de la máquina, se ejecutan las actividades necesarias reportadas y se deja operativo para enviar a obra.	Coordinador de Mantenimiento / Técnico de Mantenimiento	Inspección de equipo (MTT-F-03) Ficha Técnica (MTT-F-01) Hoja De Vida (MTT-F-02) Formato De Control De Utilización (MTT-F-04) Orden de mantenimiento Hoja de vida (MTT-F-9) Manuales de fabricante
1.3	Certificación de equipos	Se enlistan los equipos a certificar en operación, se solicita a una entidad externa acreditada para que ejecute la acción y se controla el vencimiento de los certificados. El operador del equipo debe de igual forma contar con la certificación vigente y controlar su vencimiento.	Supervisor Regional / Coordinador de Mantenimiento	Certificación maquinaria
2.	Programación de mantenimiento preventivo	Realizar el programa de mantenimiento preventivo para asegurar la operatividad y el buen uso de los equipos de la empresa de manera segura y eficiente.	Coordinador de mantenimiento	Programa de mantenimiento preventivo,
2.1	Planificación del Programa de Mantenimiento Preventivo	Según base de datos de maquinaria y equipo, se estiman rangos de fechas, cuando el equipo cumpla estos parámetros, se ejecuta la actividad correspondiente. <u>Este programa es elaborado por coordinador de mantenimiento, estimando las condiciones iniciales de contratación.</u>	Coordinador de mantenimiento	Inspección de equipo (MTT-F-03) Ficha Técnica (MTT-F-01) Hoja De Vida (MTT-F-02)

		<p>Las actividades programadas pueden cambiar dependiendo de varios factores, éstos son:</p> <p>Disponibilidad por producción: Cuando el equipo cumple con el horómetro y/o periodo establecido, pero por requerimiento del mismo en la ejecución de una actividad, no es posible hacer el mantenimiento, para este caso, se permiten 50 horas más de lo programado.</p> <p>Disponibilidad por horómetros: Cuando el equipo se programa según horómetro y/o kilometraje, pero por la baja actividad en el periodo, no se cumple con lo estipulado, la fecha se reporta como no programado y se recalcula al periodo siguiente.</p> <p>Disponibilidad por requisitos: Cuando no se cumplen los requisitos mínimos que se establecieron en el numeral 5 del presente documento.</p>		<p>Formato De Control De Utilización (MTT-F-04)</p> <p>Orden de mantenimiento</p> <p>Hoja de vida (MTT-F-9)</p> <p>Manuales de fabricante</p>
2.2	Planeación de los recursos para mantenimiento	<p>Basado en la programación de mantenimiento el coordinador de mantenimiento, solicita al comprador la requisición de suministros requerido para las actividades programadas.</p> <p>La requisición es gestionada por el proceso de Compras en Bogotá y es enviada a la Base para la ejecución de la actividad.</p>	Coordinador de mantenimiento	<p>Inspección de equipo (MTT-F-03)</p> <p>ficha técnica (MTT-F-01)</p> <p>Hoja De Vida (MTT-F-02)</p> <p>Formato De Control De Utilización (MTT-F-04)</p> <p>Orden de mantenimiento</p> <p>Hoja de vida (MTT-F-9)</p> <p>Manuales de fabricante</p>
2.3	<u>Suministro y control de combustible</u>	El control de combustible lo realiza el Coordinador de mantenimiento, quien es el responsable de la solicitud, almacenamiento y distribución para los equipos, en coordinación con HSE para asegurar la protección al medio ambiente, la propiedad privada y la seguridad de los trabajadores.	Coordinador de mantenimiento	Formato Custodio HSEQ
2.4	Inspecciones y reportes	<u>Realizar las inspecciones y reportes de equipos.</u>	Técnico de Mantenimiento	Inspección de equipo (MTT-F-03)

		Consolidar la información en el informe de tiempos y suministros y debe estar en manos del Supervisor Regional a más tardar el quinto día hábil de cada mes debidamente firmado y en original, para el seguimiento del proceso.	Coordinador de mantenimiento	Informe General
2.5	Ejecución del mantenimiento preventivo	<p>1. El Coordinador de mantenimiento en Obra deberá recolectar los registros de inspección y reporte diario y actualizar la información pertinente en el Informe, para el ajuste mensual del programa, de acuerdo al cumplimiento de los Horómetro y/o frecuencias, de las fechas del programa de mantenimiento preventivo, entregado inicialmente por el Líder de Mantenimiento.</p> <p>2. Realizar la orden de trabajo para el mantenimiento preventivo, al momento de contar con los suministros necesarios, según el FORMATO DE PROGRAMACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ajustado según el numeral anterior.</p> <p>3. Notificar al técnico mediante la orden de trabajo para que aliste las herramientas y solicite los elementos necesarios para la ejecución de la actividad.</p> <p>4. Realizar las actividades exactas y completas establecidas en la orden de trabajo por parte del técnico asignado.</p> <p>5. Cumplida la actividad, el operador realiza pruebas funcionales al equipo en conjunto con el técnico dando el aval de aceptación con su firma en la orden de trabajo.</p> <p>6. Entregado el trabajo a satisfacción al operador, el técnico debe entregar la orden de trabajo ejecutada y totalmente diligenciada al Coordinador de mantenimiento.</p> <p>7. Cumplida la actividad y con la documentación soporte del trabajo, el Coordinador de mantenimiento debe actualizar el cronograma de mantenimiento a diario según corresponda, además debe enviar la documentación en medio magnético mensualmente a Supervisor Regional para su seguimiento y control.</p>	Coordinador de mantenimiento / Técnico de mantenimiento	<p>Inspección de equipo (MTT-F-03)</p> <p>Ficha Técnica (MTT-F-01)</p> <p>Hoja De Vida (MTT-F-02)</p> <p>Formato De Control De Utilización (MTT-F-04)</p> <p>Orden de mantenimiento</p> <p>Hoja de vida (MTT-F-9)</p> <p>Manuales de fabricante</p>

3.	Mantenimiento correctivo	<p>Los mantenimientos correctivos son atendidos de inmediato, bajo previa autorización del Supervisor Regional. Trimestralmente se hace un análisis de falla para determinar las causas de estos correctivos, saber si dependen de un preventivo no ejecutado o mal ejecutado y tomar acciones de mejora.</p>	Coordinador de Mantenimiento	<p>Instructivo Mantenimiento Correctivo Ficha Técnica (MTT-F-01)</p> <p>Hoja De Vida (MTT-F-02)</p> <p>Formato De Control De utilización (MTT-F-04)</p> <p>Orden de mantenimiento</p> <p>Hoja de vida (MTT-F-9)</p> <p>Análisis de fallas</p> <p>Registro de fallas</p> <p>Registro de reparaciones</p>
3.1	Planificación de Mantenimiento Correctivo	<p>Los correctivos pueden dividirse en programados y no programados.</p> <p>Correctivo No programado: Se presenta una falla en cualquier momento y no hay manera de planear su reparación, para estos casos el personal de mantenimiento, debe estar disponible para ejecutar tales actividades que se presenten repentinamente.</p> <p>Correctivo programado: Para casos donde resulten actividades correctivas que no intervengan con la operación y uso seguro del equipo, conociendo claramente el trabajo a ejecutar y la autorización debida, el coordinador de mantenimiento puede programar la actividad.</p>	Supervisor Regional/ coordinador de Mantenimiento / Técnico de Mantenimiento	<p>Ficha Técnica (MTT-F-01)</p> <p>Hoja De Vida (MTT-F-02)</p> <p>Formato De Control De Utilización (MTT-F-04)</p> <p>Orden de mantenimiento</p> <p>Hoja de vida (MTT-F-9)</p> <p>Análisis de fallas</p> <p>Registro de fallas</p> <p>Registro de reparaciones</p>

3.2	Orden de trabajo para mantenimiento correctivo	Una vez planificado el mantenimiento correctivo se debe generar una orden de trabajo para su realización.	Supervisor Regional/ Coordinador de Mantenimiento / Técnico de Mantenimiento/ compras	Ficha Técnica (MTT-F-01), Hoja de Vida (MTT-F-02)
		Ejecutadas las actividades se deben enviar mensualmente en medio magnético a oficina central para su análisis su impacto frente a los trabajos preventivos.		Formato de Control de Utilización (MTT-F-04)
3.3	Recursos para mantenimiento	Partiendo de la orden de trabajo el técnico determina los repuestos, equipos, herramientas y demás elementos necesarios para la ejecución del mantenimiento correctivo	Supervisor Regional/ Coordinador de Mantenimiento / Técnico de Mantenimiento/ compras	Orden de Mantenimiento
		Se debe tener en cuenta que para los mantenimientos correctivos no programados se pueden requerir elementos que no se tenga en stock, lo cual prolonga el tiempo de reacción del proceso, así mismo puede tardar la consecución de elementos importados.		Hoja de Vida (MTT-F-9) Análisis De Fallas Registro De Fallas Registro De Reparaciones
3.4	Ejecución de Mantenimientos Correctivos Previstos e imprevistos	<p>1. El operador notifica al coordinador de mantenimiento, de manera verbal, telefónica y escrita, la falla que presenta el equipo.</p> <p>2. El coordinador de mantenimiento, debe programar al personal técnico y enviar al sitio de ubicación del equipo, dependiendo de las prioridades del tipo de mantenimiento.</p> <p>3. El personal técnico debe hacer una evaluación del daño, si hay solución al fallo, debe proceder con la intervención gestionando la orden de trabajo, bajo previa autorización del supervisor regional. Si la actividad es compleja, el supervisor regional debe dar la instrucción adecuada, en caso de que se necesite servicio externo o traslado del equipo.</p> <p>4. Realizar pruebas al equipo antes de que reingrese a sus actividades, de ser exitoso el trabajo, debe entregar el equipo al operador a satisfacción.</p> <p>5. El técnico debe entregar la documentación e informe generado en el desarrollo de la actividad al coordinador de mantenimiento.</p> <p>6. En caso de requerir mantenimiento externo, se debe enviar al Supervisor Regional el reporte de falla completo, para que se programe la actividad mediante una orden de servicio.</p>	Supervisor Regional/ Coordinador de Mantenimiento / Técnico de Mantenimiento/ compras	Orden de mantenimiento Hoja de vida Orden de Compra

		7. De requerir servicio externo, el proveedor además de cumplir con los lineamientos del presente documento, debe entregar al supervisor Regional / coordinador de mantenimiento un informe detallado del trabajo ejecutado, así como los repuestos cambiados o averiados.		
4.	REPORTE Y ENTREGA DE RESULTADOS DE LAS ACTIVIDADES DE LOS MANTENIMIENTO PREVENTIVOS Y CORRECTIVOS	Enviar los primeros cinco días de cada mes el consolidado, tanto de los mantenimientos correctivos como preventivos y ordenes de trabajo, en medio magnético, al Supervisor Regional.	Supervisor Regional/ Coordinador de Mantenimiento	Informe General
5.	Mantenimientos locativos	Se aplican en la oficina central y de Operación, para garantizar que se cuente con las condiciones de seguridad y comodidad adecuadas.	Supervisor Regional/ Coordinador de Mantenimiento / Técnico de Mantenimiento	Inspección General De Áreas, Orden Y Aseo Inspección De Equipos
5.1	Inspecciones y reportes	Estas actividades dependen de la especialidad del servicio requerido, es decir, el personal de mantenimiento y personal de Schlumberger Guafilla en sus oficinas, gestiona una inspección general de áreas, orden y aseo, donde se hace seguimiento mensual de las instalaciones. Existen actividades que se ejecutan con personal externo, garantizando la seguridad y buen desarrollo de las mismas, como son, redes eléctricas y trabajos en alturas.	supervisor Regional/ coordinador de Mantenimiento / Técnico de Mantenimiento/ Auxiliares	Inspección General De Áreas, Orden Y Aseo Inspección De Equipos
5.2	Ejecución de los trabajos locativos	Se hacen mantenimientos locativos en la oficina de bajo riesgo con personal de mantenimiento	Técnico de Mantenimiento/ Auxiliares	Inspección General De Áreas, Orden Y Aseo Inspección De Equipos
		De ser necesario, se ejecutan mantenimientos con proveedores externos, mediante una orden se servicio según la actividad a ejecutar. Este trámite debe hacerse en conjunto con HSE, quienes deben solicitar y verificar la documentación legal exigible a los proveedores.	Proveedor Externo/ Supervisor Regional/ Coordinador de Mantenimiento	Programa de Mantenimiento / Plan de Mantenimiento.

9.8 ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO RBI API 581

9.8.1 Alcance del RBI. Para efectos del proyecto y con el fin de cumplir con el objetivo, se toma como punto de referencia la norma API 581 y basados en esta norma se propone una estrategia que se ajusta a las necesidades de la compañía, referenciado a los equipos correspondientes a las Facilidades de Base Guafilla, teniendo en cuenta que la estrategia se podrá aplicar a equipos estáticos existentes y proyectados.

Sin embargo dado que La base Schlumberger – Guafilla es nueva y actualmente no cuenta con un registro histórico de fallas y no ha aplicado ningún tipo de estrategia y/o plan de inspección para equipos estáticos y teniendo en cuenta que la metodología permite caracterizar el riesgo a partir del análisis del comportamiento histórico de fallas, modos de falla e historial de inspección, en el presente trabajo no se desarrollará ni implementará la estrategia RBI, por lo que se plantea que a partir de lo propuesto, se alimente con los datos reales, se ajuste la propuesta a partir de la implementación de la misma y se genere un estado del arte de las fallas de cada equipo en un futuro trabajo.

9.8.2 Metodología para desarrollo de RBI. La inspección basada en riesgo es una herramienta de análisis que identifica, evalúa y realiza un mapeo de los riesgos industriales asociados a la operación de equipos estáticos los cuales pueden comprometer la integridad del equipo,. La inspección basada en riesgo trata sobre riesgos que pueden ser controlados a través de inspecciones y análisis apropiados de tal manera que evalúa la efectividad del plan de inspección (actual o potencial) en reducir dicho riesgo. Está basada en la ejecución de una serie de cálculos para estimar la probabilidad y la consecuencia de la falla de cada equipo estático.

Para la metodología, la falla se define como cualquier evento que ocasione la rotura de los límites del equipo, es decir es la pérdida de la función del equipo, considerando la falla como aquella fuga significativa que resulte en un peligro para la seguridad.

El producto de los valores de probabilidad y consecuencia suministra una medida del riesgo asociado a cada equipo. Luego se puede desarrollar una lista de equipos basada en el riesgo calculado la cual puede ser utilizada para enfocar el plan de Inspección.

Para el procedimiento de Inspección Basada en Riesgo deberá contener como mínimo los siguientes elementos:

- Selección del sistema a evaluar.
- Recolección de datos e información.
- Evaluación de consecuencias.
- Evaluación de la probabilidad de falla (veces/año).
- Evaluación del riesgo (mediante matriz de riesgos).

- Clasificación de los riesgos.
- Revisión del plan de inspección.
- Reevaluación del plan de inspección.

9.8.3 Selección del sistema a evaluar. En una metodología exhaustiva de inspección basada en riesgo debe incluir todos los equipos estáticos que componen la barrera de contención de fluidos del sistema en evaluación de acuerdo con las necesidades. Estos equipos deben ser recipientes a presión y sistemas de tuberías de proceso.

Dentro de los sistemas y equipos estáticos de Base Guafilla que deben ser incluidos por su criticidad debido a que un daño o reparación que se le debieran realizar causa la detención o merma de producción, estarían: Transformador eléctrico tipo aceite, línea estática del compresor, línea estática de planta eléctrica.

9.8.4 Recolección de datos e información. El proceso RBI comienza con la generación de una base de datos que contiene toda la información relevante para evaluar la integridad de los equipos. Esta base de datos debe incluir y no se limitan a: Datos de proceso, datos de diseño, condiciones de operación de los equipos, descripción y evaluación de los mecanismos de degradación, compilación de las historias de inspección de cada equipo y tubería de la unidad, plano o diagrama de tuberías, plano de ubicación de equipos, densidad de población en la compañía, planos de los equipos.

Para esta recolección de datos se deben de emplear los formatos: ficha técnica, hoja de vida, formato de inspección de equipos, formato de control de tiempo de utilización, formato de limpieza, análisis de fallas, registro de fallas y demás formatos propuestos en este estudio (ver anexo B), de igual manera emplear la biblioteca de manuales (dossier) que se dispone en la base Guafilla.

Es importante tener en cuenta la calidad de los datos y el diligenciamiento completo de los formatos, siempre retroalimentando los formatos con mejora continua.

9.8.5 Evaluación de consecuencias. La evaluación de consecuencias debe hacerse basándose en lo que podrá o podría haber ocurrido bajo condiciones diferentes dependiendo la actividad que se esté evaluando. Las consecuencias se evaluarán en las categorías de:

- Consecuencia económica. El costo es de uso general como indicador de consecuencias potenciales ya sean por: Pérdida de producción, reemplazo o reparación de equipo, lesiones o fatalidades, multas.

Tabla 17. Consecuencia económica

CONSECUENCIA	DESCRIPCIÓN
Despreciable	< 10 K: No hay interrupción de la actividad (producción, mantenimiento, puesta en marcha, etc.).
Baja	10 - 100 K: Interrupción breve de la actividad (degradaciones, recirculación, reprocesos).
Media	0,1 - 1 M: Pérdidas económicas por parada temporal, lucro cesante o responsabilidad civil.
Alta	1 - 10 M: Pérdida parcial en las operaciones o de la planta desde uno hasta diez millones de dólares.
Extrema	> 10 M: Pérdida total o sustancial en la producción, en la infraestructura, etc.

Fuente: Uso de la Matriz de Valoración de Riesgos - RAM

- Consecuencia de salud y seguridad. Se expresan como valor numérico asociado a la severidad de lesiones potenciales que pueden resultar de un evento indeseable: fatalidad, lesión seria, tratamiento médico, primeros auxilios.

Tabla 18. Consecuencia de salud y seguridad

CONSECUENCIA	DESCRIPCIÓN
Despreciable	Herida leve: Primeros auxilios, atención en lugar de trabajo y no afecta el rendimiento laboral ni causa incapacidad.
Baja	Herida menor: Incapacidad temporal, afectan el rendimiento laboral, como la limitación a ciertas actividades o requiere unos días para recuperarse completamente.
Media	Herida mayor: Incapacidad temporal o permanente, Afectan el desempeño laboral por largo tiempo, como una ausencia prolongada al trabajo. Daños irreversibles en la salud con inhabilitación seria sin pérdida de vida.
Alta	Única Fatalidad: Pérdida de una vida en un acontecimiento.
Extrema	Múltiples Fatalidades: Pérdida de dos o más vidas en un acontecimiento.

Fuente: Uso de la Matriz de Valoración de Riesgos – RAM

- Consecuencia al medio ambiente. La representación del daño al medio ambiente está relacionada al uso del costo para pérdida y restauración de recursos ambientales.

Tabla 19. Consecuencia al medio ambiente

CONSECUENCIA	DESCRIPCIÓN
Despreciable	Efecto Leve: Emisiones o descargas con afectación ambiental leve y temporal, y dentro de las instalaciones. Acciones de remediación en el inmediato plazo. No existe contaminación.
Baja	Efecto Menor: Emisiones o descargas menores, con afectación al medio ambiente dentro de las instalaciones, sin efectos duraderos, ó que requieren medidas de recuperación en el corto plazo, ó una única violación a los límites legales ó actos administrativos ó una única queja registrada (call center o escrita) ante organismos gubernamentales. No existe contaminación.
Media	Efecto Localizado: Emisiones o descargas limitadas con contaminación ambiental localizada en predios vecinos y/o el entorno, ó que requiere medidas de recuperación en el mediano plazo, ó repetidas violaciones de los límites legales ó actos administrativos ó varias quejas registradas (call center o escrita) ante organismos gubernamentales.
Alta	Efecto Mayor: Emisiones o descargas que causan contaminación ambiental dispersa o grave ó que requiere medidas de recuperación en el largo plazo, ó violaciones prolongadas a los límites legales o actos administrativos, ó molestia generalizada de la comunidad, registrada (call center o escrita) ante organismos gubernamentales.
Extrema	Efecto Masivo: Emisiones o descargas que causan un daño ambiental irreparable en un área extensa o en áreas de uso recreativo o de preservación de la naturaleza; ó constante violación de los límites legales o actos administrativos. Requiere medidas de compensación por daños irreparables.

Fuente: Uso de la Matriz de Valoración de Riesgos – RAM

- Consecuencia de área afectada. Representa la cantidad de superficie que experimenta un efecto (sobrepresión de la explosión, radiación térmica, etc) mayor que un límite predefinido. Cualquier cosa, personal, equipo dentro del área será afectada por las consecuencias del peligro.

9.8.6 Evaluación de la probabilidad de falla (veces/año). La probabilidad o frecuencia de falla será obtenida de datos reales de la revisión del historial de las actividades de mantenimiento del último año basándonos en la información recopilada en los formatos propuestos en este estudio y en el estado del arte tomando a consideración las condiciones de proceso y los aspectos de diseño particular de cada equipo.

9.8.7 Análisis del riesgo (mediante matriz de riesgos). Una vez estimadas las probabilidades y consecuencias de la falla de cada uno de los componentes de la instalación a la cual se le aplica esta estrategia, se calcula el riesgo, se construye la matriz de riesgo y se elabora el plan de inspección de acuerdo con el riesgo estimado de los equipos.

Tabla 20. Matriz de riesgo típica del programa de Inspección basada en riesgo.

Probabilidad de Falla	Consecuencias				
	A	B	C	D	E
5	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
4	Medio	Medio	Alto	Alto	Alto
3	Bajo	Bajo	Medio	Alto	Alto
2	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Alto
1	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Alto

Riesgo	Consecuencias	Probabilidad
Alto	<=100 A	<=2 1
Medio Alto	<=1000 B	<=20 2
Medio	<=3000 C	<=100 3
Bajo	<=10000 D	<=1000 4
	>10000 E	>1000 5

Fuente: API 581.

9.8.8 Revisión del plan de inspección. El desarrollo del plan de inspección deberá estar dirigido a los tipos de daño y a las técnicas de inspección apropiadas para detectar el daño, de igual manera desarrollar sistemáticamente que tipo de daño se busca, donde buscarlo, como buscar el daño y cuando mirar.

En el presente estudio se propone un plan de inspección y un plan de limpieza que serán base fundamental para poder establecer un plan de inspección más preciso y acorde a la frecuencia de fallas presentadas.

9.8.9 Reevaluación del plan de inspección. Es importante mantener y actualizar los resultados de inspecciones dentro del proceso RBI y la información del mantenimiento ya que pueden tener efectos significativos en el nivel de riesgo requiriendo la necesidad de realizar una reevaluación del plan de inspección.

10. INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Para facilitar la evaluación de las actividades de mantenimiento, permitir tomar decisiones y establecer metas deben ser creados informes concisos y específicos formados por tablas de índices, algunos de los cuales deben ir acompañados de sus respectivos gráficos, proyectados para un fácil análisis y adecuado al nivel de gestión.

10.1 DEFINICIONES

10.1.1 Indicador o Índice. Un indicador es un parámetro numérico que facilita la información sobre un factor crítico identificado en la organización, en los procesos o en las personas respecto a las expectativas o percepción de los clientes en cuanto a costo- calidad y plazos.

10.1.2 Controlar. Significa guiar las acciones de un colectivo, entidad, departamento, etc., para que sus resultados coincidan o superen los objetivos establecidos.

10.1.3 Evaluar. Es la acción que permite comprobar la eficacia y resultados del control. Lo que muchas empresas necesitan es un sistema que permita a sus directivos controlar y verificar las actividades de producción para conocer rápidamente cómo van las cosas y por qué.

10.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS ÍNDICES

10.2.1 Según su utilidad. Los indicadores de mantenimiento deben ser:

- Pocos
- Claros de entender y calculables
- Útiles para conocer rápidamente cómo van las cosas y por qué

10.2.2 Según su gestión. Los índices de gestión deben:

- Identificar los factores claves de la producción.
- Definir índices que los evalúen.
- Establecer registros de datos que permita su cálculo periódico.
- Establecer valores estándares (consigna) para dichos índices, objetivos.
- Tomar las oportunas acciones y decisiones ante las desviaciones que se detecten.

Se trata no sólo de efectuar un control por objetivos sino también un control de los objetivos para adecuarlos a cada circunstancia.

A continuación se enunciarán cada uno de los indicadores empleados para medir la efectividad del área de mantenimiento en la BASE SCHLUMBERGER – GUAFILLA.

10.3 TASA DE FALLA OBSERVADA (TXFO)

Es la relación entre el número de ítems con falla y el tiempo de operación del ítem observado en un periodo de tiempo.

$$TXFO = \frac{NTMC}{TEFM - HTMC - HTMP}$$

Dónde,

NTMC: Número de fallas por máquina o parte.

TEFM: Tiempo de operación estimado.

HTMC: Tiempo empleado en mantenimiento correctivo.

HTMP: Tiempo empleado en mantenimiento preventivo.

Ese índice debe estar asociado a: intervalos de tiempo, condiciones particulares y especificadas y, el tiempo total acumulado deberá ser la suma de todos los intervalos de tiempo, durante los cuales cada ítem individualmente, queda sujeto a las condiciones especificadas de funcionamiento. Este indicador tendrá una periodicidad de evaluación mensual

10.4 TIEMPO MEDIO ENTRE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS

Es la relación entre el producto del número de ítems con falla por sus tiempos de operación con relación al número total de intervenciones preventivas en el periodo observado. Este indicador tendrá una periodicidad de evaluación mensual.

$$TPOP = \frac{NOIT * HROP}{\Sigma NTMP}$$

Dónde,

NTMP: número total de intervenciones preventivas en el periodo

NOIT*HROP: producto del número de ítems con falla por sus tiempos de operación.

10.5 DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO (DISP)

Es la relación que existe entre el número total de horas de funcionamiento del equipo y el tiempo de operación estimado.

$$TXFO = \frac{TEFM - HTMC - HTMP}{TEFM}$$

Dónde,

TEFM: Tiempo de operación estimado.

HTMC: Tiempo empleado en mantenimiento correctivo.

HTMP: Tiempo empleado en mantenimiento preventivo.

La disponibilidad del equipo representa el porcentual de tiempo que los equipos quedan a disposición del órgano de operación para producción. Este indicador tendrá una periodicidad de evaluación mensual.

10.6 TIEMPO MEDIO PARA INTERVENCIONES PREVENTIVAS (TMMP)

Es la relación entre el tiempo total de intervención preventiva en un conjunto de ítems y el número total de intervenciones efectuadas en esos ítems, en un periodo de tiempo dado. Este indicador tendrá una periodicidad de evaluación mensual.

$$TMMP = \frac{HTMP}{NMPE}$$

Dónde,

HTMP: Tiempo empleado en mantenimiento preventivo.

NMPE: Número de intervenciones de mantenimiento preventivo efectuadas.

10.7 TASA DE REPARACIÓN

Es la relación entre número total de ítems con falla y el tiempo total de intervenciones correctivas en esos ítems en el periodo observado. Este indicador tendrá una periodicidad de evaluación trimestral

$$TXRP = \frac{NTCM}{\Sigma HRCM}$$

Dónde,

NTMC: número total de ítems con falla

Σ HRCM: tiempo total de intervenciones correctivas en ítems

10.8 NO CONFORMIDADES DE MANTENIMIENTO

Es la relación entre el número total de mantenimientos previstos menos el total de mantenimientos ejecutados, en un periodo determinado y el total de mantenimientos previstos para el mismo periodo.

$$NCFM = \frac{NMPP - NMPE}{NMPP}$$

Dónde,

NMPP: Número de intervenciones de mantenimiento preventivo programadas.

NMPE: Número de intervenciones de mantenimiento preventivo efectuadas.

Este índice puede generar un reporte, con emisión en periodos mensuales, bimestrales, trimestrales o semestrales, en función del deseo y capacidad de análisis de los usuarios, que además presente los motivos de las reparaciones o cancelaciones.

10.9 SOBRECARGA O ALIVIO DE LOS SERVICIOS DE MANTENIMIENTO

Es la relación existente entre las horas de servicio de mantenimiento ejecutadas y las programadas para un determinado periodo de tiempo y las horas de servicio programadas o previstas para el mismo periodo.

$$SCSM = \frac{HTMP - HMPP}{HMPP} * 100$$

Dónde,

HTMP: Tiempo empleado en mantenimiento preventivo.

HMPP: Tiempo programado para mantenimiento preventivo.

Este índice puede generar un reporte, con emisión en periodos mensuales, bimestrales, trimestrales o semestrales, en función del deseo y capacidad de análisis de los usuarios, que además presente los motivos de las reparaciones o cancelamientos.

10.10 COMPONENTE DE COSTO DE MANTENIMIENTO

Es la relación que existe entre el costo total de mantenimiento y el costo total de la producción.

$$CCMN = \frac{CTMN}{CTPR} * 100$$

Dónde,

CTMN: costo total de mantenimiento.

CTPR: costo total de la producción.

El costo total de la producción incluye gastos directos e indirectos de ambos órganos (operación y mantenimiento), inclusive la respectiva facturación cesante. Este indicador tendrá una periodicidad de evaluación trimestral

10.11 COSTO RELATIVO CON PERSONAL PROPIO

Es la relación que existe entre los gastos de personal propio y el costo total del área de mantenimiento en el periodo considerado. Este indicador tendrá una periodicidad de evaluación trimestral.

$$CRPP = \frac{\Sigma CMOP}{CTMN} * 100$$

Dónde,

CTMN: costo total de mantenimiento.

CMOP: gastos de personal propio.

10.12 COSTO RELATIVO CON MATERIAL

Es la relación que existe entre los gastos de material y el costo total del área de mantenimiento en el periodo considerado. Este indicador tendrá una periodicidad de evaluación trimestral

$$CRMT = \frac{\Sigma CMAT}{CTMN} * 100$$

Dónde,

CTMN: costo total de mantenimiento.

CMAT: gastos de material

10.13 COSTO DE MANTENIMIENTO CON RELACION A LA PRODUCCION

Es la relación que existe entre los gastos de material y el costo total del área de mantenimiento en el periodo considerado. Este indicador tendrá una periodicidad de evaluación trimestral

$$CMRP = \frac{CTMN}{PRPT}$$

Dónde:

CTMN: costo total de mantenimiento.

PRPT: producción total en el periodo (dada los términos de m³, ton, kw, etc.).

10.14 COSTO DE MANO DE OBRA EXTERNA (CRPE)

Es la relación entre los gastos totales de Mano de Obra Externa y la Mano de Obra total empleada en el programa de mantenimiento durante un periodo de tiempo determinado.

$$CRPE = \frac{CMOE}{CMOM}$$

Donde,

CMOE: Costo de la mano de obra externa usada en mantenimiento.

CMOM: Costo total de la mano de obra empleada en mantenimiento.

En el cálculo de este índice pueden ser considerados todos los tipos de mano de obra contratada sea por servicios permanentes o contratados. Este indicador tendrá una periodicidad de evaluación trimestral

10.15 COSTO DE CAPACITACIÓN (CTEC)

Es la relación que existe entre el costo de entrenamiento del personal y el costo total del programa de mantenimiento.

$$CTEC = \frac{CCPM}{CTPM} * 100$$

Dónde,

CCPM: Costo de capacitación en el programa de mantenimiento.

CTPM: Costo total del programa de mantenimiento.

Este índice representa los elementos de gastos de mantenimiento invertido en el desarrollo del personal a través de entrenamientos internos y externos, pudiendo ser complementado con el índice del costo de capacitación percapital, es decir, la inversión en capacitación por la cantidad de personal empleado. Este indicador tendrá una periodicidad de evaluación trimestral

10.16 COSTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO (ICMC)

Es la relación que existe entre los costos de mantenimiento correctivo con respecto al costo total del programa de mantenimiento.

$$ICMC = \frac{CTMC}{CTPM} * 100$$

Dónde:

CTMC: Costo total del mantenimiento correctivo.

CTPM: Costo total del programa de mantenimiento.

Este indicador tendrá una periodicidad de evaluación trimestral

10.17 COSTO DE MANTENIMIENTO POR VALOR DE VENTA

Es la relación que existe entre el costo total de mantenimiento acumulado de un ítem (máquina, equipo, edificio) y el valor de reventa de dicho ítem. Este indicador tendrá una periodicidad de evaluación trimestral

$$CMVD = \frac{\Sigma CTMN}{VLVD}$$

Dónde,

CTMN: Costo total del mantenimiento.

VLVD: valor de reventa de dicho ítem.

10.18 INMOVILIZADO EN REPUESTOS

Es la relación que existe entre el capital inmovilizado en repuestos y el capital invertido en equipos. Este indicador tendrá una periodicidad de evaluación mensual

$$IMRP = \frac{\Sigma CIRP}{\Sigma CIEQ} * 100$$

Dónde,

CIRP: capital inmovilizado en repuestos.

CIEQ: capital invertido en equipos

10.19 TIEMPO PROMEDIO DE PARADA POR FALLAS (HXFM)

Es la relación entre la sumatoria de del número de horas de parada del equipo a causa de fallas y el número de equipos presentes en la fábrica. Este indicador tendrá una periodicidad de evaluación mensual

$$\mathbf{HXFM} = \frac{\Sigma \text{HTMC}}{n} * 100$$

Dónde:

HTMC: Tiempo empleado en mantenimiento correctivo.

n : Número de máquinas presentes en la empresa.

Tabla 21. Indicadores de Mantenimiento a utilizar

INDICADORES DE MANTENIMIENTO			
INDICADOR	OBJETIVO	FÓRMULA	PERIODICIDAD
Tasa de falla observada TXFO	Minimizar el tiempo empleado en mantenimiento correctivo.	$\frac{NTMC}{TEFM - HTMC - HTMP}$	Mensual
Disponibilidad del equipo DISP	Maximizar la disponibilidad de operación de la maquinaria.	$\frac{TEFM - HTMC - HTMP}{TEFM} * 100$	Mensual
Tiempo medio para interven. preventivas TMMP	Minimizar el tiempo medio de intervención en mantenimiento preventivo.	$\frac{HTMP}{NMPE}$	Mensual
Tiempo promedio de parada por fallas HXFM	Minimizar el tiempo de parada del equipo por fallas presentadas en el mismo.	$\frac{\sum HTMC}{n}$	Mensual
No conformidades de mantenimiento NCFM	Minimizar las no conformidades de mantenimiento.	$\frac{NMPP - NMPE}{NMPP} * 100$	Mensual
Sobrecarga servicios de mantenimiento SCSM	Establecer la diferencia entre el horario programado y el ejecutado a fin de poder minimizar dicha diferencia.	$\frac{HTMP - HMPP}{HMPP} * 100$	Mensual
Costo de mano de obra externa CRPE	Establecer el porcentaje de mano de obra externa empleada en el programa de mantenimiento a fin de minimizarla.	$\frac{CMOE}{CMOM} * 100$	Trimestral
Costo de capacitación CTEC	Establecer el porcentaje de dinero empleado en capacitación a fin de compararlo con las políticas de la empresa.	$\frac{CCPM}{CTMP} * 100$	Trimestral
Costo Mantenimiento correctivo ICMC	Establecer el porcentaje de presupuesto destinado a mantenimiento correctivo a fin de minimizarlo.	$\frac{CTMC}{CTPM} * 100$	Trimestral

11. ORGANIZACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

Para una correcta coordinación del departamento de mantenimiento se deben llevar a cabo las siguientes etapas

11.1 PLANEACIÓN

11.1.1 Políticas. Las políticas que se tendrán presentes para el correcto funcionamiento de dicho sistema:

- Anticiparse a la presencia de fallas en los equipos.
- Prevenir para no tener que reparar después.
- Reducción de costos.
- Para poder ofrecer productos de calidad es importante mantener máquinas y equipos en buen estado.

11.1.2 Objetivos. Los objetivos de este departamento serán:

- Minimización de los costos de producción.
- Reducción de pérdidas por paradas.
- Mantener y conservar el activo fijo de la empresa, reduciendo fallas e imprevistos en maquinaria y equipos.

11.1.3 Procedimientos. Es la realización de las actividades de inspección, limpieza y lubricación para cada de las máquinas y equipos. En esta y cada una de las actividades del proceso administrativo, cada una de las personas que forman parte de la Empresa. Debe tener un compromiso serio con el plan de mantenimiento, bajo el asesoramiento de la persona encargada de esta área.

11.1.4 Programas. Con base en las necesidades de la empresa se elaboró un plan de mantenimiento que conduzca hacia el cumplimiento de los objetivos del departamento y bajo las políticas establecidas por el mismo.

11.2 ORGANIZACIÓN

La organización es la estructura técnica de las relaciones que deben existir entre las funciones, niveles y actividades de una empresa, con el fin de lograr su máxima eficiencia dentro de los objetivos fijados. Estructurar es ordenar, disponer, agrupar y distribuir las partes de un sistema, con funciones, jerarquías, comunicaciones y mando.

Tan grande es la importancia de la organización, que a menudo se le confunde con la administración misma; en sí, la organización sirve de enlace entre la teoría y la práctica, es decir, entre lo que debe ser y lo que realmente es.

La estructura de una organización reconoce niveles de autoridad y grados de responsabilidad. La línea de autoridad o de mando desciende desde un nivel de alta autoridad a otros de baja autoridad. La línea de responsabilidad, asciende desde el nivel más bajo hasta los más altos. Estas líneas se denominan conductos regulares o "líneas de comunicación". Con base en la importancia de la organización y sus etapas, los pasos de un procedimiento lógico para organización de personal son:

- Definir las funciones de cada cargo.
- Asignar obligaciones y responsabilidades.
- Localizar jerárquicamente puestos y cargos.
- Programar la capacitación y desarrollo.

Teniendo en cuenta que la administración busca obtener resultados guiando el esfuerzo de otros, se observa la importancia que tiene el elemento humano dentro de la organización.

11.2.1 Principios de Organización. Existen cuatro principios fundamentales, a tener en cuenta al organizar.

11.2.1.1 Principio de Especialización. Cuanto más se divida el trabajo, dedicando a cada empleado una actividad limitada y concreta, se obtiene siempre mayor eficiencia, precisión y destreza.

Es así como nace el fenómeno llamado "especialización" que busca profundidad de conocimientos y perfección. La especialización tiene como ventaja fundamental la eficiencia y destreza adquirida, y como desventaja las limitaciones para diversificación del trabajo. Por esto en una organización pequeña no es recomendable tener especialización.

11.2.1.2 Principio de la Unidad de Mando. Cada subordinado sobre un mismo trabajo, debe recibir órdenes de un solo jefe. Es decir para cada función debe haber solamente una persona encargada de dirigir y ordenar.

11.2.1.3 Principio de Autoridad-Responsabilidad. Debe precisarse el grado de responsabilidad que corresponde al jefe de cada nivel jerárquico, estableciéndose al mismo tiempo la autoridad que le corresponde ejercer.

11.2.1.4 Principio de Dirección-Control. Que cada nivel jerárquico debe establecer el control necesario para asegurar la unidad de mando de todo el cuerpo administrativo.

Cuando un jefe delega autoridad a un subordinado, esta no debe seguirla ejerciendo el jefe, más que en casos extraordinarios. Sin embargo, la responsabilidad la sigue teniendo el jefe tan igual como el delegado, en cualquier circunstancia.

11.2.2 Organigramas y descripción de funciones. Los organigramas de la empresa y del departamento de mantenimiento, tiene gran importancia no solo para apreciar con claridad la organización establecida, sino también para mejorar las comunicaciones y vinculación del personal. Los organigramas son gráficas que muestran en una forma sencilla los aspectos más importantes de la estructura incluyendo canales de supervisión, líneas de autoridad, rutas de comunicación y relaciones con otros departamentos. Además capacitan al personal de mantenimiento para formarse una relación clara de su vinculación individual y de su función misma con el resto de la organización.

La confianza en el mantenimiento es el bien más importante del departamento; cada una de las actividades será indispensable en su organización. La tarea principal del jefe de mantenimiento será organizar un departamento que suscite seguridad y permita alcanzar los objetivos de la compañía. Todo individuo deberá conocer bien su tarea y el sitio que ocupa y así poder integrarse como miembro de un equipo solidario. Puede por consiguiente, afirmarse que los fines del departamento de mantenimiento son los mismos de los individuos que lo componen.

En forma global los organigramas se pueden dividir en generales, que son los relativos a toda la empresa y complementarios, los relativos a una sección, departamento o función específica.

Los organigramas pueden ser también, triangulares, verticales y circulares. Para preparar un organigrama deben seguirse los pasos siguientes:

- Enlistar las funciones principales.
- Departamentizar las funciones, es decir agruparlas en la forma de organización escogida.
- Dentro de cada cargo, determinar funciones mayores y menores.
- Elaborar el diagrama de organización para cada agrupación de funciones.
- Hacer el diagrama general y asignar títulos a los diferentes cargos.

Cada cargo debe reflejar el grado de autoridad y responsabilidad de la persona que lo posea, así como la capacidad, experiencia y calificación adecuada.

Uno de los puntos de mayor dificultad al organizar es la descripción de funciones, ya que generalmente se trata de organizar, tomando en cuenta más que nada los recursos humanos disponibles y describiendo funciones y puestos acorde a sus habilidades o destrezas; debiendo ser al contrario como se debe proceder, es decir describiendo estas teniendo en cuenta los objetivos y planes trazados.

Los principales factores a considerar al describir funciones son:

- **Escolaridad.** Grado o nivel de estudios que se requiere para cumplir satisfactoriamente con las dificultades inherentes al cargo. Estos estudios pueden adquirirse por la escuela o por auto-educación.
- **Experiencia.** Requisito de conocimientos y destreza adquiridos en la práctica, desempeñando actividades similares durante un tiempo determinado.
- **Juicio.** Determina el grado de dificultad requerido para organizar el trabajo propio, así como la necesidad de tomar decisiones y determinar cursos de acción. Refleja la complejidad del trabajo incluyendo la creatividad requerida, como el origen de la supervisión necesaria para el cargo.
- **Responsabilidad.** Mide primero el grado de cuidado y atención para prevenir errores; la precisión requerida para una buena comunicación, y la obligación de responder por el desarrollo del personal a su cargo, el uso efectivo de su tiempo, y la habilidad para favorecer el logro de los objetivos generales de la empresa.

11.2.3 Sistemas De Organización De Mantenimiento

Existen dos sistemas fundamentales de organización de mantenimiento:

- ✓ Mantenimiento Centralizado.
- ✓ Mantenimiento de Área.

11.2.3.1 Organización de Mantenimiento Centralizado

El mantenimiento centralizado significa que todas las actividades del departamento se controlan en una localización central. Implica un solo jefe de mantenimiento general y un supervisor o jefe para cada sección de operaciones comunes. Al personal se le transfiere de un área o lugar donde haya problemas a otros.

En este sistema los talleres están centrados en cuanto a localización y deben atender simultáneamente varias áreas; por tanto, mantenimiento debe trabajar en estrecha armonía con producción. Si el sistema está bien organizado, se tiene un flujo continuo de trabajo; cuando hay una emergencia, siempre hay todo un equipo de personal adiestrado disponible.

Durante los períodos flojos, los trabajadores pueden preparar refacciones, construir nuevo equipo, o reconstruir el antiguo.

La organización del mantenimiento centralizado recibe la autoridad directamente de la Gerencia General; el jefe de la división de mantenimiento delega autoridad a los jefes de departamento, y estos a su vez a los supervisores de todas las secciones y talleres, el flujo de autoridad resulta en este sistema un procedimiento sencillo, con muy pocas posibilidades de falla.

11.2.3.2 Organización de Mantenimiento de Área

El sistema de mantenimiento por Zona-Área, como su nombre lo indica, implica la división de la planta en áreas, cada una con su propio grupo de mantenimiento. Esta organización es típica en empresas grandes, donde se tiene un jefe por área de trabajo con sus respectivos supervisores y planeadores, Esto se hace para mayor eficiencia y economía, porque las oficinas y los talleres se sitúan en la proximidad de los departamentos de producción a los que sirven. El personal de mantenimiento resulta eficiente en la conservación del equipo dentro de sus propias áreas, pero cuando se usa en otros departamentos, por falta de conocimiento del equipo, es posible que se aumenten los costos.

Cuando el sistema de áreas esta adecuadamente organizado, proporciona las órdenes de trabajo que se originan dentro del área, ya sea por mantenimiento o producción, a los departamentos que harán el trabajo. La fuerza laboral requerida que se arregla por áreas, normalmente es mayor que en el mantenimiento centralizado, debido a la dificultad de desplazarse los trabajadores de un área a otra. La fuerza mayor aumenta las posibilidades de tener a los operarios de mantenimiento ociosos, cuando todo el equipo en un área dada, está en buenas condiciones de operación.

Las inspecciones en este sistema son normalmente una función del personal de mantenimiento, si se detectan complicaciones o se operan fallas, la decisión de qué procedimiento a seguir se toma como regla, a escala superior, entre producción y mantenimiento. El Mantenimiento Preventivo en este tipo de arreglo, es una herramienta efectiva, siempre y cuando haya una cooperación estrecha entre mantenimiento, supervisión de producción e Ingeniería.

En el mantenimiento por área se logra un mejor control de los costos de mantenimiento, por el tipo de organización y su mayor facilidad para un adecuado presupuesto. La verificación o control del trabajo realizado debe seguir las mismas líneas de procedimientos, tanto por áreas coma para el mantenimiento centralizado. Los controles de costos, han de ser básicamente para ambos sistemas y deben ser semejantes para mantenerlos dentro de los límites preestablecidos.

Es importante señalar reglas prácticas y sencillas para escoger entre el mantenimiento de área y el centralizado. La conclusión obvia es que la división del trabajo de mantenimiento entre los dos sistemas, debe depender del tamaño y de las condiciones que existan en la planta específica.

11.2.3.3 Funciones del Encargado de Mantenimiento. La persona encargada de dirigir un departamento de mantenimiento debe responder por dos funciones generales:

- Planeación de los trabajos.
- Ejecución de los trabajos.

La planeación incluye:

- Establecer objetivos.
- Redactar los procedimientos.
- Preparar los trabajos.
- Investigar y analizar las actividades.
- Tomar decisiones de acción.
- Hacer o revisar las estadísticas.
- Controlar la programación.
- Emitir las órdenes de trabajo.
- Activar las adquisiciones.
- Asignar los trabajos.

La ejecución incluye:

- La dirección y ejecución propiamente dicha.
- Informar y opinar sobre el desarrollo de las actividades.
- Vigilar y supervisar la correcta ejecución.
- Decidir sobre la marcha del trabajo (trabajos esporádicos que no se pueden planear).

Algunas de las funciones del jefe de mantenimiento son también comunes a los supervisores, que además de su función específica, trabajan en la organización coordinando y conjugando los recursos necesarios para que los planes se hagan realidad.

Entre las funciones reales, un supervisor debe ser:

- Compañero de trabajo para los otros supervisores.
- Colaborador del personal del departamento.
- Asistente administrador, para su jefe y la gerencia.
- Realizador de las necesidades productivas.
- Mediador entre los trabajadores y el jefe.
- Líder de sus subordinados.

Recursos fundamentales para la organización. Como se dijo con anterioridad los recursos fundamentales para una buena organización son los recursos materiales y los recursos humanos.

Los recursos materiales comprenden:

- Materias primas.
- Repuestos o refacciones.
- Herramientas.
- Equipos.

En la cuarta fase del proceso administrativo, se requiere reunir al elemento humano con los materiales necesarios para la realización de los planes y programas del departamento.

Los recursos materiales son indispensables para el éxito de toda organización, puesto que para mantener hay que tener repuestos y contar con las herramientas adecuadas para realizar labores efectivas. El procedimiento conveniente para lograr una integración adecuada de los recursos materiales, implica la determinación real de las necesidades, la selección y adquisición de las más eficientes y económicas, y la instalación y conservación efectiva de los recursos. Para lograr el objetivo de conservación eficiente es necesario además, conocer las teorías administrativas referentes a determinación de la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, y sobre aprovisionamiento económico de repuestos, que serán tratados en los numerales siguientes de este mismo capítulo.

Los recursos humanos, son el fundamento sobre el cual se realizan las actividades de mantenimiento. Para lograr que las cosas cada vez se hagan mejor, es importante establecer y mantener un programa permanente de capacitación y formación de personal. Pero el buen desempeño de las actividades, depende en gran parte, de aplicar los principios administrativos en el reclutamiento y selección de personal.

Con base en ello se recomienda:

- Buscar elementos que se adapten al puesto, es decir, el hombre adecuado para el puesto adecuado.
- Un puesto no debe abarcar dos funciones diferentes; en las empresas pequeñas esto es difícil de aplicar y pasa a ser un propósito cuando lo permitan los recursos físicos.
- Colocar en cada puesto a la persona con aptitudes y capacidades necesarias. Significa que la persona seleccionada no tenga demasiadas

aptitudes, lo cual haría que desarrollara su trabajo con falta de interés, ni pocas, pues no podría cumplir eficazmente con su labor.

Mediante la capacitación y desarrollo, se busca llevar a las personas seleccionadas al nivel de eficiencia requerida para desempeñar el cargo asignado, y adquirir la preparación necesaria para desempeñar cargos de mayor jerarquía.

La responsabilidad de la preparación y desarrollo del personal de mantenimiento descansa básicamente en el jefe del departamento. Sin objetivos que cubran las necesidades de adiestramiento y sin una firme política de capacitación, no será posible ni siquiera poner las bases de un programa de entrenamiento, y mucho menos que este sea eficaz; porque el adiestramiento es una función de carácter continuo si se quieren reponer los faltantes de personal que se puedan presentar. Por otra parte, el jefe de mantenimiento colaborará al perfeccionamiento de su gente promoviendo el adiestramiento, la capacitación práctica encomendando tareas adecuadas, exigiendo elevadas normas de desempeño, y dando oportunidades de colaboración y participación para proporcionales fundamentos administrativos. Todo ello acompañado de la motivación e incentivación necesaria para que el personal realice con agrado y satisfacción las labores encomendadas. El proporcionar la necesaria motivación al trabajador es otra responsabilidad que corresponde a dirección; todo plan de incentivos, para que pueda dar buenos resultados, necesita ser bien proyectado y administrado, a más de tener un alcance razonablemente completo.

En el campo del mantenimiento, un plan de motivación bien hecho puede no seguir un patrón determinado; para que sea eficaz, necesita atender a una mejor utilización de la capacidad humana y de las facilidades técnicas proporcionadas por el departamento de producción; promover buenas relaciones de trabajo, disminuir el número de problemas del personal y estimular la iniciativa de los individuos. Además, debe también ser justo y equitativo para todos, y lo suficientemente flexible para adaptarse a condiciones variables:

Todo plan de incentivos bien concebido, debe finalmente, tener presente las necesidades de los trabajadores, empresa y público. Los trabajadores desean que se evalúe con acierto su desempeño, que el incentivo que se les brinde sea atractivo con una cobertura razonablemente amplia, y que lo puedan entender con facilidad. La empresa desea la más alta producción posible, siempre acorde con una buena calidad, seguridad del trabajador y un control adecuado de los procesos y el equipo. El público por su parte, desea un producto de buena calidad, a precio razonable y justo.

11.2.4 Encargado de Mantenimiento. Es la persona encargada de la ejecución del programa de mantenimiento tanto preventivo, como correctivo (en caso de presentarse dicha situación). Además será el encargado de tener actualizada toda la información inherente al programa, llevar a cabo el plan de inspección y de elaborar las herramientas necesarias del proceso que permitan realizar un mejoramiento continuo.

11.2.4.1 Operarios. Son la base fundamental de este programa, al ser estas personas las encargadas de la realización de cada una de las actividades descritas en el plan de limpieza y mantenimiento

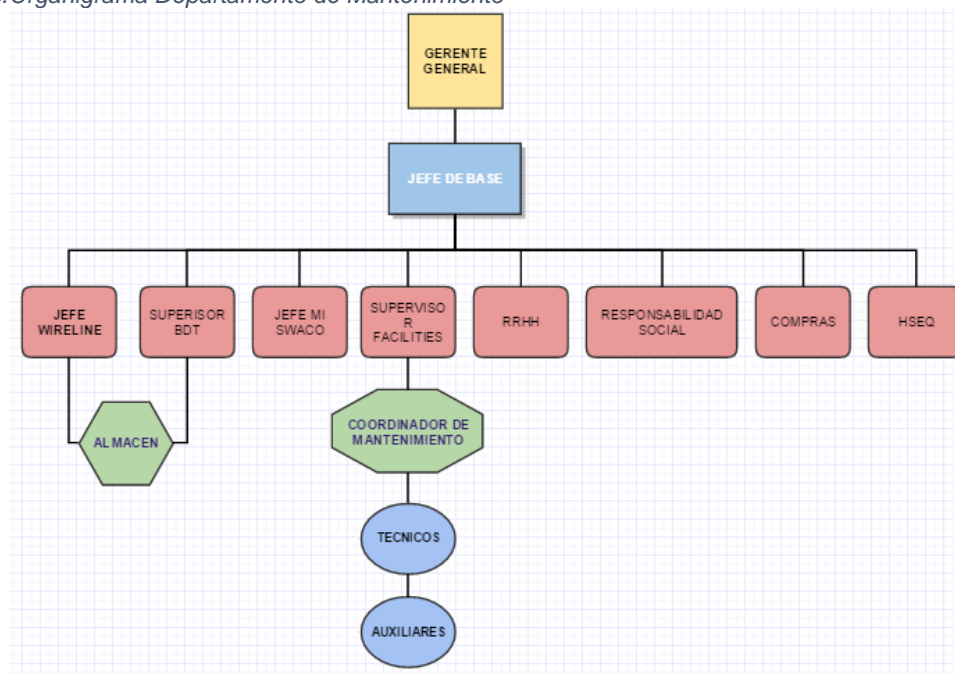
11.3 EJECUCIÓN

Esta es la fase de ejecutar lo planeado. En esta fase el encargado de mantenimiento y los operarios deben cumplir sus funciones de acuerdo a los objetivos del departamento y encaminados al cumplimiento del objetivo social y global de la empresa.

11.4 CONTROL

Para esta fase, se hace uso de los formatos donde se indica la frecuencia de fallas en cada una de las máquinas y equipos, la forma de llevar a cabo la inspección así como su frecuencia; con el fin de poder llevar cabo la verificación y control en la maquinaria, a fin de lograr evitar paradas, reparaciones y altos costos ocasionados por estos motivos.

Figura 26. Organigrama Departamento de Mantenimiento



12. COSTO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Para diseñar el programa de mantenimiento preventivo es necesario tener en cuenta un conjunto de actividades planificadas con anterioridad y para una adecuada puesta en marcha es necesario el proveer de recursos vitales, sin los cuales sería imposible llevar a cabo dicho proceso. Realizar el cálculo de estos recursos es de gran importancia para determinar el valor del plan de mantenimiento propuesto, puesto que tienen un costo asociado.

Como no existe ningún tipo de registro de las actividades de mantenimiento actual y su costo asociado. Se hizo necesario recurrir a la información suministrada por personas expertas y personal de la empresa. Con el fin de calcular el costo de mantenimiento propuesto.

Los aspectos más trascendentales a tener en cuenta fueron:

- Tiempo perdido por hombre y máquina
- Repuestos
- Inversión inicial
- Mano de obra técnica
- Material en proceso dañado
- Costo de administración

12.1 COSTO DEL MANTENIMIENTO ACTUAL

Dentro de la empresa **BASE SCHLUMBERGER – GUAFILLA** se lleva a cabo un mantenimiento de tipo correctivo, sin la debida trazabilidad; es decir sin estar registrando las intervenciones realizadas a la máquina, ni las fallas ocurridas en la misma. Además la contabilidad llevada en la empresa no proporciona información clara de este valor al no tener diferenciado los costos ocasionados por el mantenimiento.

Sin embargo al recopilar la poca información y con la entrevista con el Jefe de Mantenimiento de la base Schlumberger – Guafilla se logró reunir información de gastos del año anterior donde se evidencia un costo anual por mantenimiento de \$110.000.000, valor que nos sirve como punto de partida y de comparación para nuestro análisis.

12.2 COSTOS DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (VER ANEXO D)

Para tener mayor claridad en el cálculo del costo del programa propuesto de mantenimiento es necesario enfatizar un poco más en los elementos que lo conforman. A continuación se enuncian estos costos (anuales).

12.2.1 Inversión inicial. Para poder poner en marcha el programa de mantenimiento preventivo se requiere de una inversión inicial, para compra de herramientas e insumos. Y Uno de los principales valores, es el dinero invertido en la capacitación del personal, al considerarse ésta como una de los pilares para el éxito del programa.

Tabla 22. Costos Inversión Inicial

RUBRO	PRODUCCION	ADMINISTRACIÓN	SUB-TOTAL	%
Capacitación	\$ 1'320.000.00	\$ 350.0000.00	\$ 1'670.000.00	17
Herramientas	\$ 1'237.000.00		\$ 1'237.000.00	13
Adecuación	\$ 6'140.000.00		\$ 6'140.000.00	64
Papelería	\$ 600.000.00		\$ 600.000.00	6
TOTAL			\$ 9'647.000.00	100

Fuente: Datos del Estudio

12.2.2 Tiempo de mantenimiento. Este valor está dado por las actividades preventivas de mantenimiento programadas para el cuidado y protección de la máquina en las frecuencias ya establecidas.

12.2.3 Tarifa horaria de la máquina en estado de improductividad. Esta tarifa se refiere a la utilidad que deja de percibir la empresa por concepto de no trabajar la máquina. Este valor se midió teniendo en cuenta la producción mensual de la máquina y el valor que dejan de percibir los dueños por la utilidad que esta generaría.

12.2.4 Costos de insumos. Estos costos se incorporan como uno de los principales valores para llevar a cabo el mantenimiento, puesto que toda actividad requiere insumos que generen la confianza y el éxito de las labores efectuadas. El insumo se calcula según las actividades programadas para la máquina.

12.2.5 Mano de obra. Un pilar importante en la puesta en marcha del programa, es el personal, puesto que toda actividad de mantenimiento a realizar necesita de personal para poderse llevar a cabo. Por lo tanto los operarios y en si toda el personal de la empresa hacen parte de este, los cuales van a ser la fuerza motriz de dichas actividades y su remuneración estará a cargo de la empresa. Regida por el concepto de sueldo básico y prestaciones legales. Se hizo necesario considerar los costos de mano de obra externa, por concepto de personal externo en la ejecución de algunas labores de mantenimiento.

$$\text{Salario} + \text{Prestaciones} = \$ 689.455 + \$77.000 = \$766.455$$

Días que labora = 26 días en el mes.

Horas al día = 8 horas al día.

$$\text{Valor hora} - \text{hombre} = \$766.455 / (26 \times 8) = \$3684.88$$

12.2.6 Costos por administración al año. Este Valor hace relación al salario y las prestaciones sociales devengadas por la persona encargada del departamento de mantenimiento, cuyo monto asciende a:

\$24'000.000

Tabla 23. Costos de Mantenimiento Anual

MAQUINARIA Y/O EQUIPO	CANTIDAD	H/H AÑO	MANO DE OBRA	INSUMOS	IMPRODUCTIVIDAD	IMPROD. AL AÑO	SUB TOTAL	TOTAL
AIRE ACONDICIONADO	25	30	\$ 23,000	\$ 814,000	\$ 13,000	\$ 390,000	\$ 447,000	\$ 11,175,000
VENTILACION MECANICA	2	20	\$ 23,000	\$ 451,250	\$ 13,000	\$ 260,000	\$ 214,250	\$ 428,500
PLANTA ELECTRICA	2	6	\$ 30,000	\$ 3,530,000	\$ 7,000	\$ 42,000	\$ 3,518,000	\$ 7,036,000
PUENTE GRUA	7	10	\$ 30,000	\$ 975,000	\$ 20,000	\$ 200,000	\$ 805,000	\$ 5,635,000
ELECTROBOMBA	1	4	\$ 30,000	\$ 84,000	\$ 24,000	\$ 96,000	\$ 18,000	\$ 18,000
ELECTROBOMBA-SUMERGIBLE	2	6	\$ 30,000	\$ 100,000	\$ 20,000	\$ 120,000	\$ 10,000	\$ 20,000
CORTINAS ENROLLABLES	8	10	\$ 30,000	\$ 1,000,000	\$ 35,000	\$ 350,000	\$ 680,000	\$ 5,440,000
COMPRESOR	2	4	\$ 30,000	\$ 950,000	\$ 8,000	\$ 32,000	\$ 948,000	\$ 1,896,000
UPS	1	8	\$ 50,000	\$ 200,000	\$ 18,500	\$ 148,000	\$ 102,000	\$ 102,000
TRANSFORMADOR ACEITE	1	4	\$ 50,000	\$ 1,000,000	\$ 14,500	\$ 58,000	\$ 992,000	\$ 992,000
TRANSFORMADOR SECO	7	4	\$ 50,000	\$ 50,000	\$ 9,900	\$ 39,600	\$ 60,400	\$ 422,800
SUBESTACION - TABLEROS	1	10	\$ 100,000	\$ 183,000	\$ 15,000	\$ 150,000	\$ 133,000	\$ 133,000
CONTROL DE ACCESO	1	20	\$ 80,000	\$ 660,000	\$ 18,000	\$ 360,000	\$ 380,000	\$ 380,000
CCTV	1	10	\$ 80,000	\$ 250,000	\$ 29,000	\$ 290,000	\$ 40,000	\$ 40,000
MONTACARGAS	2	12	\$ 80,000	\$ 2,666,000	\$ 14,000	\$ 168,000	\$ 2,578,000	\$ 5,156,000
PTARI	1	12	\$ 90,000	\$ 141,000	\$ 14,000	\$ 168,000	\$ 63,000	\$ 63,000
PTAP	1	10	\$ 90,000	\$ 141,000	\$ 9,800	\$ 98,000	\$ 133,000	\$ 133,000
SISTEMA INCENDIO	1	8	\$ 90,000	\$ 153,000	\$ 9,800	\$ 78,400	\$ 164,600	\$ 164,600
							SUB TOTAL	\$ 39,234,900
							+ INVERSIÓN INICIAL	\$ 9,647,000
							+ COSTO DE ADMINISTRACIÓN	\$ 24,000,000
							- COSTO TOTAL DEL PROGRAMA	\$ 72,881,900

13. MODELO GERENCIAL

La importancia del mantenimiento se deriva por tanto, de la necesidad de contar con un modelo que permita restablecer rápidamente las condiciones de operación para reducir al mínimo las pérdidas de producción.

Toda empresa moderna y actualizada debe contar con manuales de gestión. Bajo la norma ISO 10013 "Lineamientos para elaborar manuales de calidad".

Se prevé:

- Determinar la responsabilidad, autoridad y el rol de cada persona involucrada en el área de mantenimiento.
- Establecer las relaciones horizontales y verticales entre todas las personas.
- Asegurar que el objetivo de mantenimiento ha sido interpretado y entendido por todos.
- Establecer sistemas efectivos de comunicación y coordinación entre las personas.
- Implementar la administración de mantenimiento como un conjunto sistemático de técnicas que mediante la coordinación de cursos y estructuras organizacionales buscan la obtención de un objetivo definido. El sistema de mantenimiento verificara todo el ciclo de la administración, y sus fases que permanecen continuamente cambiando, transformándose y desarrollándose, constituyéndose en un proceso cíclico administrativo.

Las fases de la administración del mantenimiento adoptadas son:

- Previsión
- Planeación
- Programación
- Organización
- Integración
- Dirección
- Control

El sistema de mantenimiento es un modelo sencillo de entrada-salida. Las entradas de dicho modelo son mano de obra, administración, herramientas, refracciones, equipo, etc., y la salida es equipo funcionando confiablemente y bien configurado para lograr la operación planeada de la planta. Esto nos permite optimizar los recursos para aumentar al máximo las salidas de un sistema de mantenimiento.

El modelo propuesto lograra la implementación de procesos de optimización industrial que incluyen el Mantenimiento Productivo Total (TPM), procurando el mejoramiento continuo de la Productividad Industrial, con la participación integral de todos los trabajadores de la empresa y el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) que busca optimizar la ejecución del Mantenimiento Preventivo de la planta basado en la de la Confiabilidad Operacional, de los equipos.

La aplicación de las técnicas estadísticas de apoyo a estos dos sistemas básicos permitirá implementar la Optimización de Mantenimiento Planeado. (PMO).

Se revisara la Confiabilidad Operacional (RO) y sus análisis estadísticos orientados a mantener la confiabilidad de los equipos, con la participación del personal de la empresa.

13.1 METODOLOGIA PARA IMPLEMENTAR LA GERENCIA DE MANTENIMIENTO

13.1.1 Definir y Acordar Necesidad.

Como primer movimiento que se debe realizar para implementar un modelo gerencial de mantenimiento es el reconociendo que dentro de la organización existe la necesidad de definir un modelo de gerenciamiento que ayude, oriente y guíe las actividades de mantenimiento. Este proceso puede ser traumático y enfrentar resistencia debido a “pensar” que las cosas están bien, esta iniciativa debe surgir y ser defendida por los altos niveles gerenciales es obligatorio emprender una campaña agresiva de comunicación e involucramiento de “todos” los niveles de la organización.

13.1.2 Definir Funciones.

En esta etapa el objetivo a identificar son las funciones de la gestión de mantenimiento y los objetivos estratégicos. En esta etapa se revisara la Visión y Misión de la Gestión de Mantenimiento involucrando a los niveles medios y bajos de la organización para que su implementación no se torne traumática, lenta y costosa.

13.1.3 Definir Técnicas, Tecnología y Gente.

Ya definidas las funciones se procederá a revisar las áreas del negocio asociadas a Técnicas, Tecnología y Gente para soportar las funciones y sus objetivos estratégicos señalados.

13.1.4 Definir Evolución de Procesos.

Con los objetivos estratégicos ya definidos, los macro procesos y las áreas del negocio que serán parte del Modelo Gerencial de Mantenimiento, se debe definir el mapa de procesos que deberá seguir la organización para lograr una mejora continua las áreas del negocio; como definir, tareas, proyectos, programas y planes de acción que permitan una progreso continuo de la organización.

13.1.5 Herramientas de Soporte.

Ahora con un Modelo de gestión de Mantenimiento que servirá de guía para la gestión del mantenimiento de nuestra organización, pero con un modelo filosófico y una definición de procesos de mejora no son suficientes para conseguir la transformación efectiva del Modelo Gerencial de Mantenimiento; garantizando el entendimiento e implantación del proceso de transformación. Son hacen necesarias unas herramientas estas son:

- **Manual de Procesos:** Documento que describe el deber ser de los procesos fundamentales de mantenimiento y las interrelaciones ya existentes dentro de la gestión de mantenimiento y las organizaciones como: Materiales, Recursos Humanos, Operaciones, Finanzas, etc.
- **Diseño Organizacional.** Se constituye las características básicas de la Organización de Mantenimiento, tales como: Estructura Organizacional, Perfiles del Personal, Roles, etc.
- **Herramienta de Diagnóstico:** Es una herramienta de evaluación de la gestión de Mantenimiento en la que se mide el grado de avance de la Gestión de Mantenimiento con relación al Modelo Gerencial desarrollado para la organización.
- **Sistema de Medición:** herramienta para la recolección de información y cálculo de indicadores de gestión estratégicos, operativos y tácticos en las áreas técnicas, financieras; las cuales deben estar constantemente monitoreados para hacer un seguimiento y definir las semejanzas entre los mismos y el nivel de madurez de la organización.

14. CONCLUSIONES

- Con la implementación del sistema en BASE SCHLUMBERGER – GUAFILLA se podrá realizar un seguimiento y control a la gestión de mantenimiento, proporcionando información sobre planeación, cargas de trabajo, recursos y materiales, que brinden elementos de apoyo en la toma de decisiones de la dirección.
- El análisis de la gestión de mantenimiento en la empresa BASE SCHLUMBERGER – GUAFILLA fue un punto de partida que permitió detectar las debilidades en la planta, para así diseñar un programa que estuviera acorde a sus necesidades de conservación y prolongación de la vida útil de los equipos y maquinaria.
- La codificación de la maquinaria y/o equipo es de vital importancia en el momento de la implementación del programa, ya que facilita la identificación y ubicación de cada una de estas dentro de la planta, para realizar las diferentes actividades mantenimiento preventivo propuestas.
- La información de los equipos fue complementada en un 80% con la de la consecución de la información y permitiendo mayor investigación desde el nivel gerencial.
- Documentar los resultados de mantenimiento es una actividad de gran importancia ya que la calidad y el funcionamiento del programa se ven reflejados por estos registros y a su vez se constituyen como la base para el monitoreo y mejoramiento continuo del programa.
- La descripción de las principales actividades de mantenimiento permite garantizar que tanto el departamento de mantenimiento como los operarios puedan realizar estos procedimientos adecuadamente, llevando al éxito el diseño del programa
- Es de vital importancia tener en cuenta que el mantenimiento no es un gasto, es una inversión, ya que retarda la compra de equipos nuevos mediante la prolongación de su vida útil.
- Al no tener registros de fallas y ninguna tipo de estrategia y/o plan de inspección, se propuso una estrategia RBI en el cual se deberá alimentar con datos reales y se ajuste la propuesta a partir de la implementación e las misma y se genere un estado del arte de las fallas de cada equipo en futuro trabajo de investigación.

- El mantenimiento sin una organización adecuada, conduce a grandes dificultades de operación y minimiza los resultados productivos y por ende los económicos de la empresa.
- Una parte primordial para la ejecución del programa es la conformación del departamento de mantenimiento debidamente estructurado, que además incluya el perfil profesional de cada una de las personas que lo conforman.
- Este se diseñó de acuerdo con las necesidades y la capacidad instalada de la empresa BASE SCHLUMBERGER – GUAFILLA siendo el encargado de asegurar la disponibilidad de la maquinaria al menor costo, dentro de las recomendaciones de garantía y uso de los fabricantes y las normas de seguridad.
- Al no tener registros de costos sobre el mantenimiento actual, se estimaron los costos de improductividad (Ver Tabla 23), para así tener un punto de comparación, que nos permita garantizar que el programa de mantenimiento preventivo propuesto es viable desde el punto de vista financiero.
- Con la implementación del modelo la compañía se ahorraría un 65% en costos de mantenimiento comparado con el año anterior, debido a su anterior estrategia de mantenimiento.

15. RECOMENDACIONES

- ✓ Un programa de mantenimiento trae consigo una serie de actividades planificadas previamente y para su correcta ejecución es necesario el proveer unos recursos indispensables y sin los cuales sería imposible llevar a cabo dicho proceso, es por esto, que se hace fundamental que la gerencia asuma un serio compromiso con el programa de mantenimiento para su correcta implementación y continuidad.
- ✓ El sistema debe mantener y consignar un registro con información precisa y actualizada de los equipos. Esta información consiste en tener actualizada la hoja de vida, mediante la cual se puede hacer la programación de mantenimiento específico y generar las órdenes de trabajo necesarias.
- ✓ Llevar registros bien precisos de las actividades de mantenimiento que se realicen para poder ejercer un mayor control sobre los costos de las operaciones, así como los repuestos, horas hombre, disponibilidad de las máquinas.
- ✓ Las actividades técnicas, deben complementarse estableciendo una organización adecuada de mantenimiento, es indispensable: establecer objetivos y funciones del mantenimiento, comprender que el planeamiento y organización es el medio más importante y más efectivo para obtener resultados satisfactorios
- ✓ El área de producción y el área de mantenimiento deben estar interconectadas permanentemente dentro de la empresa de tal forma que exista la retroalimentación necesaria, para poner en marcha correctamente el programa de mantenimiento preventivo, sin tener que incurrir en gastos por improductividad.
- ✓ Es necesario que la empresa tome conciencia de la importancia que tiene la capacitación del personal, puesto que este es un pilar importante en la ejecución del programa, a su vez el personal debe adquirir compromiso con la empresa para su óptimo funcionamiento
- ✓ Para la implementación del programa de mantenimiento en la empresa BASE SCHLUMBERGER – GUAFILLA se requiere desarrollar varias etapas con el fin de lograr con éxito su puesta en marcha y continuidad, estas etapas son:
- ✓ La primera etapa es, la presentación y aprobación del programa por parte de la gerencia; donde se busca un compromiso de la misma en su implementación, garantizando tanto los recursos (materiales y humanos) necesarios como la logística para la programación de las actividades de mantenimiento.

- ✓ La promoción del mantenimiento es otra etapa importante que pretende concientizar al personal y comprometerlo, eliminando el paradigma al cambio y creando una actitud positiva hacia el mantenimiento. Capacitando al personal en el manejo y la comprensión de los diferentes formatos que conforman el plan,
- ✓ La estandarización del mantenimiento es la etapa final de la implementación donde se debe: controlar el mantenimiento, analizar fallas y registros, controlar registros, mejorar la limpieza, lubricar e inspeccionar y cumplir la programación según lo estipulado en el diseño.

BIBLIOGRAFIA

BORRAS PINILLA, Carlos. Principios de Mantenimiento. Universidad Industrial de Santander. 2011.

ESPINOSA FUENTES, Fernando. Auditoria para la efectividad del mantenimiento, Universidad de Talca. 2008.

GARCÍA CASTRO, Alfonso. Mantenimiento Predictivo: Análisis de Vibraciones y Termografía. Universidad Industrial de Santander. 2015.

GARCÍA PALENCIA, Oliverio. Administración de Mantenimiento y Sistemas de Control. Predicción. UPTC Seccional Duitama. 1992.

GARCÍA PALENCIA, Oliverio. "Gerencia del Mantenimiento Industrial. Volumen 1". Publicación Docente. UPTC Seccional Duitama. Primera Edición. Marzo 2001.

GIRALDO, Sebastián. Mantenimiento Productivo Total. Universidad Industrial de Santander. 2013.

GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ, Carlos Ramón. Mantenimiento Preventivo. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 2006

GONZÁLEZ JAIMES, Isnardo. Seminario I: Profundización Bibliográfica. Universidad Industrial de Santander. 2015.

GONZÁLEZ JAIMES, Isnardo. Seminario II: Monografía de Especialización. Universidad Industrial de Santander. 2015.

ORDUZ PRADA, Héctor. Evaluación de Proyectos de Inversión. Universidad Industrial de Santander. 2015.

VERA GARCÍA, Cesar Edmundo. Sistemas Integrados Aplicados al Mantenimiento: Seguridad y Salud en el Trabajo. Universidad Industrial de Santander. 2015.

TAMAYO RODRIGUEZ, Carlos Mario. Gerencia Estratégica y Operacional del Mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2011.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS "ICONTEC". "Documentación, Presentación de Tesis, Trabajos de Grado y otros Trabajos de Investigación". Octava Actualización. 2008.