

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS
TALLERES DE ALISTAMIENTO VEHICULAR DE MOTORESTE MOTORS S.A.
BASADO EN ANALISIS DE CRITICIDAD Y ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS
DE FALLA (FMEA)**

**JOSÉ LUIS EDUARDO FLÓREZ MANTILLA
SERGIO ALEXANDER LÓPEZ GONZÁLEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2014

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS
TALLERES DE ALISTAMIENTO VEHICULAR DE MOTORESTE MOTORS S.A.
BASADO EN ANALISIS DE CRITICIDAD Y ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS
DE FALLA (FMEA)**

**JOSÉ LUIS EDUARDO FLÓREZ MANTILLA
SERGIO ALEXANDER LÓPEZ GONZÁLEZ**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero Mecánico**

Director

**CARLOS BORRAS PINILLA
Ingeniero Mecánico, Ph.D.**

Codirector

**URIEL AMORTEGUI
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2014

Dedicatoria

A Dios primero que todo, por protegerme, por guiarme, por darme sabiduría y porque me bendice en todos mis proyectos.

A mis Padres, sus consejos, sus enseñanzas, sus experiencias y su ejemplo me han ayudado a salir adelante.

A mis hermanas Laura y Paty, también han sido muy útiles para mí porque me han animado en momentos difíciles.

A mí cuñado Dany por su gran amistad y ejemplo de vida que me inspira.

A mi sobrina Angelita por su amor incondicional y alegrarme la vida.

A mi compañero de proyecto porque me ha acompañado en esta fase final de mi carrera, con el hemos pasado duros momentos que gracias a Dios los hemos vencido.

A Andrés Lizcano porque él me llevo a los caminos del Señor en el año 2.006.

A Edwin porque ha sido uno de mis mejores amigos a lo largo de mi carrera.

A Motoreste Motors S.A. por la oportunidad que me dieron, en especial al Ingeniero Uriel.

A mis compañeros de la Universidad por su amistad y porque ellos saben lo difícil que es alcanzar este título de ingeniero mecánico.

A los profesores que he tenido en mi vida, porque he aprendido de cada uno de ellos lo mejor, también me han ayudado a fortalecer el carácter y la disciplina.

A Dólar mi mascota preferida por su amor incondicional (QEPD).

Jose Luis Eduardo Florez Mantilla

Dedicatoria

*A nuestro Padre Celestial; porque tu cuyo nombre es Jehová, tu solo eres el
Altísimo sobre toda la tierra habitada.*

*A mi madre Gloria González, quien ha estado conmigo con su amor y apoyo
esmerándose por sacar a sus hijos adelante, que Dios la cuide y la bendiga en su
meta se servirle al Creador.*

*A mi hija Valeria Sofía, quien es mi nuevo amor, mi tesoro hermoso y lindo. Dios te
cuide hija mía T.A.M.*

*A mi compañera sentimental y madre de mis hijos por su amor y comprensión.
A mi padre por su ejemplo de gallardía y trabajo duro que me enseñó cuando
estuvo en vida.*

*A mis hermanas Erika, Jhuly, Vanessa; que aun en la distancia quiero que estén
bien y que podamos hacer reuniones más de seguido de ahora en adelante.*

*A mi amigo y compañero José por su apoyo, colaboración y trabajo en este
camino que apenas empieza.*

*Y a todos los que conjuntamente de una u otra manera me han ayudado, apoyado
en esos momentos difíciles de este capítulo de mi vida que era el de conseguir
este título académico y profesional pero más que eso el título de la vida, por eso
he aprendido el secreto de tener en abundancia como de tener en escasas
porque "Para todas las cosas tengo la fuerza en virtud de aquel que me imparte
poder." (Fili. 4:13).*

Sergio Alexander López González

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar sus agradecimientos a:

Al ingeniero Carlos Borrás Pinilla porque desde el principio nos ha asesorado como director de este proyecto y por su amistad.

Al ingeniero Uriel Amórtegui, Co-director del proyecto por creer en nuestras ideas y permitir que las relaciones entre la Universidad y la Industria se fortalezcan.

A nuestros familiares por su apoyo incondicional.

A nuestros amigos, compañeros y profesores.

Muchas gracias...

José Luis Eduardo Flórez Mantilla
Sergio Alexander López González

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	23
1. DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES DE LA EMPRESA	25
1.1 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA	25
1.2 RESEÑA HISTÓRICA	25
1.2.1 Misión	27
1.2.2 Visión	28
1.2.3 Política de calidad	28
1.2.4 Objetivos de calidad	28
1.3 COMERCIALIZACIÓN DE VEHÍCULOS	29
1.3.1 Asesoría y venta de seguros	31
1.4 INSTALACIONES Y SERVICIOS	31
1.4.1 Recepción	32
1.5 TALLER DE MECÁNICA GENERAL	34
1.5.1 Asistencia móvil	38
1.5.2 Taller colisión	38
1.5.3 Equipos y herramientas	40
1.5.4 Almacén de repuestos	42
1.5.5 Almacenamiento vehículos nuevos	43
1.5.6 Nuestros clientes	43
1.6 CONSTITUCIÓN DE LA EMPRESA	45
1.7 UBICACIÓN	45
1.8 GENERALIDADES DE LA EMPRESA MOTORESTE MOTORS S.A.	46
1.8.1 Recurso humano	46
1.8.2 Estructura organizacional	48

1.8.3 Plano general de la empresa	49
2. EL MODELO DE MANTENIMIENTO (FMECA) PARA EL ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LOS EQUIPOS Y MAQUINARIA EN EL SECTOR AUTOMOTRIZ	50
2.1 CONCEPTUALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO	50
2.2 GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO	51
2.2.1 Mantenimiento correctivo	52
2.2.2 Mantenimiento preventivo	55
2.2.3 Mantenimiento predictivo	56
2.3 MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)	57
2.3.1 Análisis de criticidad de equipos y maquinaria	58
2.3.2 Método de coeficientes de ponderación	61
2.4 DESCRIPCIÓN ACTUAL DEL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA MOTORESTE MOTORS	62
2.5 DIAGNOSTICO DE LA GERENCIA DE MANTENIMIENTO	63
2.6 DIAGNOSTICO DEL INVENTARIO DE MAQUINAS	64
2.7 DIAGNOSTICO DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	67
2.8 CODIFICACIÓN PARA IDENTIFICAR LOS EQUIPOS	68
2.9 DIAGNOSTICO DE GESTION DE REPUESTOS	73
3. EL PROBLEMA	75
3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	75
3.2 JUSTIFICACION DE LA SOLUCION	77
3.4 OBJETIVOS DEL PROCESO	80
3.4.1 Objetivo general	81
3.4.2 Objetivos específicos	81
3.5 DISEÑO METODOLÓGICO	82

4. ANALISIS DE CRITICIDAD POR FACTORES PONDERADOS EN LOS EQUIPOS DE LOS TALLERES DE ALISTAMIENTO DE VEHICULOS LIVIANOS Y VEHICULOS PESADOS DE LA EMPRESA MOTORESTE MOTORS S.A.	83
4.1 LEVANTAMIENTO DEL INVENTARIO DE LOS EQUIPOS DE LOS TALLERES DE SERVICIO	83
4.1.1 Equipos del taller de vehículos livianos (TVL)	83
4.1.2 Equipos del taller de vehículos pesados (TVP)	89
4.1.3. Base de datos para la organización de la información de los equipos	99
4.2 ANALISIS DE CRITICIDAD POR FACTORES PONDERADOS	106
4.2.1. Modelo de criticidad de factores ponderados basado en el concepto del riesgo	107
4.3 PASOS PARA LA APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD A LOS EQUIPOS DE LOS TALLERES DE ALISTAMIENTO VEHICULAR DE MOTORESTE MOTORS S.A.	112
4.3.1 Identificación de los equipos a estudiar	112
4.3.2 Selección del personal a entrevistar	113
4.3.3 Importancia del estudio	114
4.3.4 Recolección de datos	114
4.3.5. Resultados del estudio	114
5. ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (FMEA)	118
5.1 OBJETIVOS DEL FMEA	120
5.2 TIPOS DE FMEA	120
5.2.1 FMEA de Diseño	120
5.2.2 FMEA de Proceso	121
5.3 ELEMENTOS DEL FMEA	121
5.4 CONCEPTOS DE FMEA	122
5.5 DESCRIPCION GENERAL DEL ESTUDIO	122
5.5.1 Proceso del Análisis	122
5.5.2 Metodología del Proceso de Análisis	125

5.5.3 Interpretación del análisis	132
5.6 APLICACIÓN DEL ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (FMEA) A LOS EQUIPOS CRITICOS DE LOS TALLERES DE ALISTAMIENTO DE <i>MOTORESTE MOTORS S.A.</i>	135
5.7. DESCOMPOSICIÓN DEL SISTEMA POR COMPONENTES DE LOS EQUIPOS CRITICOS	135
5.7.1. Contexto operacional del compresor de aire	135
5.7.2. Contexto operacional del elevador electrohidráulico de dos columnas	137
5.7.3 Contexto operacional del elevador electrohidráulico tijeras	140
5.7.4. Contexto operacional del diferencial manual de carga	142
5.8. RESULTADOS DEL ESTUDIO DEL PROCESO FMEA	144
5.8.1. Sintesis del proceso de evaluacion mediante FMEA	170
6. MANUAL DEL USUARIO DEL SISTEMA DE INFORMACION PARA LA EMPRESA <i>MOTORESTE MOTORS S.A.</i>	176
6.1 INGRESO AL SISTEMA	176
6.2 MAESTRO DE EQUIPOS	177
6.2.1 General	179
6.2.2 Valores de referencia	179
6.2.3 Historial	180
6.2.4 Plan de mantenimiento	180
6.3 ORDENES DE TRABAJO	183
6.3.1 Solicitud de servicio	184
6.3.2 Orden de trabajo	185
6.3.3 Planeación	187
6.3.4 Programación	188
6.4 ALARMAS	191
6.5 INDICADORES	193
6.5.1 Indicadores de gestión	193
6.5.1 Costos	197

6.6 ALMACEN	199
6.6.1 Repuestos	200
6.6.2 Materiales e insumos	201
6.6.3 Herramientas	203
6.7 EMPRESA	205
6.7.1 Proveedores y/o contratistas	205
6.7.2 Empleados	206
6.8 REQUERIMIENTOS DE HARDWARE Y SOFTWARE	209
6.8.1 Requerimientos del hardware	209
6.8.2 Requerimientos del software	209
7. CONCLUSIONES	220
8. OBSERVACIONES	222
BIBLIOGRAFIA	223
ANEXOS	227

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Planta física de la empresa MOTORESTE MOTORS S.A.	25
Figura 2. Vista general de la empresa	29
Figura 3. Personal atención vehículos pesados	32
Figura 4. Personal técnico atención vehículos Toyota, Fiat y Subaru	32
Figura 5. Recepción vehículos	33
Figura 6. Sala de espera con A/A, TV plasma, PC, visual a la bahía	33
Figura 7. Recepción vehículos	33
Figura 8. Moderno equipo de alineación tecnología laser	34
Figura 9. Puestos de trabajo taller de mecánica: mantenimientos y reparaciones	35
Figura 10. Elevador de 4,5 Ton para Sprinter y Delta	35
Figura 11. Herramientas especiales y Manuales de consulta técnica	36
Figura 12. Equipo de recirculación de aire acondicionado	37
Figura 13. Tablero de control Taller	37
Figura 14. Proceso de lavado, con productos biodegradables	38
Figura 15. Carro taller para servicio de desvare	38
Figura 16. Taller de Colisión	39
Figura 17. Laboratorio de colorimetría	39
Figura 18. Premios Campeonato de Futbol entre los técnicos de los talleres	40
Figura 19. Cabina de pintura, Termocupla, Equipo de soldadura	41
Figura 20. Herramienta Especializada de Toyota	41
Figura 21. Tablero de programación semanal de operaciones	42
Figura 22. Mostrador y el almacén de repuestos de Motoreste Motors S.A.	43
Figura 23. Área de vehículos nuevos y el tablero VDQI.	43
Figura 24. Ubicación de la empresa MOTORESTE MOTORS S.A.	45

Figura 25. Mapa de procesos del departamento de posventa	46
Figura 26. Recurso Humano de la Empresa	47
Figura 27. Organigrama General de la Empresa	48
Figura 28. Plano General de la Empresa MOTORESTE MOTORS S.A.	49
Figura 29. Ecuación de Criticidad	58
Figura 30. Criterios para el análisis de criticidad	59
Figura 31. Factores de la Confiabilidad Operacional	59
Figura 32. Codificación de un equipo	69
Figura 33. Imagen comercial de la organización	76
Figura 34. Proceso metodológico	82
Figura 35. Pantallazo del menú de la Base de Datos de los Equipos	100
Figura 36. Pantallazo del INVENTARIO DE EQUIPOS de la Base de Datos de los Equipos	101
Figura 37. Pantallazo de los equipos del taller de vehículos livianos de la Base de Datos de los Equipos	102
Figura 38. Pantallazo de la ficha técnica del elevador de vehículos de la Base de Datos	103
Figura 39. Pantallazo del formato de inspección de equipos en la Base de Datos	104
Figura 40. Pantallazo del formato orden de trabajo en la Base de Datos	104
Figura 41. Pantallazo de la hoja de vida para los equipos en la Base de Datos	105
Figura 42. Pantallazo del formato solicitud de servicio para los equipos en la Base de Datos	105
Figura 43. Ecuación de Criticidad	108
Figura 44. Modelo básico del análisis de criticidad	108
Figura 45. Diagrama de zonas características de un análisis de criticidad	111
Figura 46. Matriz general de criticidad	111
Figura 47. Matriz general de criticidad con su respectivo nivel y rango	115
Figura 48 Resultado del Análisis de Criticidad en los talleres de alistamiento vehicular	117

Figura 49. Funcionamiento de la Cultura de Prevención	119
Figura 50. Diagrama de flujo del proceso de Análisis FMEA	124
Figura 51. Desglose de un equipo por sistemas	127
Figura 52. Subsistemas del Compresor de Aire	135
Figura 53. Compresor de Aire	136
Figura 54. Subsistemas del Elevador Electrohidráulico de dos Columnas	138
Figura 55. Elevador Electrohidráulico de dos Columnas	138
Figura 56. Subsistemas del Elevador Electrohidráulico de Tijeras	140
Figura 57. Elevador Electrohidráulico Tijeras	141
Figura 58. Subsistemas del Polipasto Diferencial Manual de Carga	143
Figura 59. Diferencial Manual de Carga	143
Figura 60. Pantalla Inicial	177
Figura 61. Módulo Maestro de equipos (Máquinas)	178
Figura 62. Equipos en los talleres de alistamiento	178
Figura 63. Secciones del módulo Maestro de equipos (Máquinas)	179
Figura 64. Formato de Ficha General	179
Figura 65. Formato de Valores de Referencia	180
Figura 66. Formato de Historial (Hoja de Vida)	180
Figura 67. Formato de Plan de Mantenimiento (Mantenimiento Preventivo)	181
Figura 68. Diagrama de flujo del Módulo de Maquinas	182
Figura 69. Módulo Órdenes de Trabajo	183
Figura 70. Secciones del Módulo Ordenes de trabajo	184
Figura 71. Modulo Solicitud de Servicio	184
Figura 72. Ingresar una Solicitud de Servicio	185
Figura 73. Formato de Orden de Trabajo	187
Figura 74. Formato de planeación	188
Figura 75. Formato de Programación	189
Figura 76. Diagrama de flujo del Módulo Órdenes de Trabajo	190
Figura 77. Módulo de Alarmas	191
Figura 78. Diagrama de flujo del Módulo de Alarmas	192

Figura 79. Módulo de Indicadores	193
Figura 80. Formato de Registro de Tiempos	195
Figura 81. Gráfico de Indicadores de Gestión	196
Figura 82. Gráfico de Relación de Costos	197
Figura 83. Gráfico de Costos por Mantenimiento	198
Figura 84. Diagrama de Flujo del Módulo de Indicadores	199
Figura 85. Módulo de Almacén	200
Figura 86. Formato de Repuestos	200
Figura 87. Sección Ingresar Nuevos Repuestos	201
Figura 88. Formato de Materiales e Insumos	202
Figura 89. Sección Ingresar Materiales e insumos	202
Figura 90. Formato de Herramientas	203
Figura 91. Sección Ingresar Herramientas	203
Figura 92. Diagrama de flujo del Módulo de Almacén	204
Figura 93 Formato de Proveedores y/o Contratistas	205
Figura 94. Sección Ingresar Proveedores y/o Contratistas	206
Figura 95 Formato de Empleados	207
Figura 96. Sección Ingresar Empleados	208
Figura 97. Plan de Mantenimiento Preventivo para el Compresor de Aire	211
Figura 98. Plan de Mantenimiento Preventivo para el Elevador Electrohidráulico de Columnas	212
Figura 99. Plan de Mantenimiento Preventivo para el Elevador Electrohidráulico de tijeras	213
Figura 100. Plan de Mantenimiento Preventivo para el Diferencial Manual	214
Figura 101. Formato de Ficha Técnica del Equipo	215
Figura 102. Formato Inspección de Equipos	216
Figura 103. Formato Solicitud de Servicio	217
Figura 104. Formato Orden de Trabajo	218
Figura 105. Formato Hoja de Vida	219

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tabla de ponderaciones de factores influyentes	62
Tabla 2. Listado de los equipos de talleres livianos en la empresa MOTORESTE MOTORS S.A.	65
Tabla 3. Listado de los equipos de talleres pesados en la empresa MOTORESTE MOTORS S.A.	66
Tabla 4. Listado de los equipos de servicios generales en la empresa MOTORESTE MOTORS S.A.	66
Tabla 5. Con el listado de los catálogos y/o manuales	68
Tabla 6. Codificación de los equipos en el taller de vehículos livianos	70
Tabla 7. Codificación de los equipos en el taller de vehículos pesados	71
Tabla 8. Codificación de los equipos en servicios generales	73
Tabla 9 Base de datos con la descripción técnica de los equipos del taller de vehículos livianos.	83
Tabla 10. Base de datos con la descripción técnica de los equipos del taller de vehículos pesados	90
Tabla 11. Tabla de ponderaciones de factores influyentes	110
Tabla 12. Listado de equipos a estudiar dentro del Análisis de Criticidad	112
Tabla 13. Clasificación de los equipos organizada en la matriz de criticidad	115
Tabla 14. Tabla de Gravedad	129
Tabla 15. Tabla de Ocurrencia	130
Tabla 16. Tabla de Detención	131
Tabla 17. Descripción del subsistema del Compresor de Aire	136
Tabla 18. Descripción del subsistema del Elevador Electrohidráulico de dos Columnas	139
Tabla 19. Descripción del subsistema del Elevador Electrohidráulico de Tijeras	142

Tabla 20. Descripción del subsistema del Polipasto Diferencial Manual de Carga	144
Tabla 21. FMEA del Compresor de Aire	146
Tabla 22. FMEA del Elevador Electrohidráulico de dos Columnas	152
Tabla 23. FMEA del Elevador Electrohidráulico de Tijeras	156
Tabla 24. FMEA del Diferencial Manual (Polipasto)	165
Tabla 25. IPR Compresor de Aire	170
Tabla 26. IPR Elevador Electrohidráulico de dos Columnas	171
Tabla 27. IPR Elevador Electrohidráulico de Tijeras	173
Tabla 28. IPR Diferencial Manual (Polipasto)	174
Tabla 29. Indicadores de Gestión del Sistema de Información	193
Tabla 30. Nomenclatura para el cálculo de los indicadores	196

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A: CUESTIONARIO PARA CONOCER EL PERFIL ACTUAL DE MANTENIMIENTO DE LOS TALLERES DE MOTORESTE MOTORS S.A.	227
ANEXO B: FORMATO DE ENCUESTAS PARA CUESTIONARIO DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD	228
ANEXO C: HOJA DE RESULTADOS PARA EL ANALISIS DE CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS DE LOS TALLERES DE SERVICIO	229
ANEXO D: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD PONDERADOS DE LAS ENTREVISTAS	231
ANEXO E: INSTRUCTIVO: DRENAJE DE COMPRESORES	235
ANEXO F: INSTRUCTIVO: DRENAJE DE UNIDAD DE “ACOPLE RÁPIDO” DE AIRE	236
ANEXO G: PRÁCTICAS SEGURAS DE OPERACIÓN: ELEVADOR ELECTROHIDRAULICO DE DOS COLUMNAS	237
ANEXO H: PRÁCTICAS SEGURAS DE OPERACIÓN: ELEVADOR ELECTROHIDRAULICO DE TIJERAS	238

RESUMEN

TITULO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS TALLERES DE ALISTAMIENTO VEHICULAR DE MOTORESTE MOTORS S.A. BASADO EN ANALISIS DE CRITICIDAD Y ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (FMEA)*

AUTORES José Luis Eduardo Florez Mantilla
Sergio Alexander López González**

PALABRAS CLAVES Disponibilidad, Mantenibilidad, Confiabilidad, Plan de Mantenimiento, Mantenimiento Preventivo, Análisis de Criticidad, Análisis de Modos y Efectos de Falla, Software.

DESCRIPCION

El siguiente documento tiene el fin de presentar el desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa MOTORESTE MOTORS S.A., el objeto es mejorar la disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad de los equipos en los talleres de alistamiento mediante el diseño de un sistema de información basado en análisis de criticidad y análisis de modos y efectos de falla.

El trabajo empezó mediante la verificación del inventario de los equipos que están vinculados a la actividad en los talleres de alistamiento de vehículos livianos y vehículos pesados. A continuación se diagnostica el estado actual del mantenimiento en la empresa. Después se continúa con un análisis de criticidad (CA), análisis de modos y efectos de falla (FMEA), para determinar los equipos críticos en la empresa. Con toda la información recopilada se desarrolló un Software llamado SCAM MOTORS, acorde con los elementos de hardware existentes en la empresa y que cumpla con todos los protocolos de inspección y mantenimiento.

Con el desarrollo de este plan de mantenimiento preventivo a los equipos ubicados en los talleres de alistamiento vehicular en la empresa MOTORESTE MOTORS S.A. que presentan niveles de criticidad alto, mediante el análisis de modos y efectos de falla (FMEA), se buscó que los procesos se hagan de manera continua, garantizando la pro-actividad, eficacia y efectividad de las actividades dentro de las instalaciones.

Para finalizar se concluye que el plan de mantenimiento preventivo en la empresa cumplió los estándares de calidad ISO 9001-2008.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingeniería Físico Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director Ph.D, Msc Carlos Borrás Pinilla

SUMMARY

TITLE: DESIGN OF A PREVENTIVE MAINTENANCE SYSTEM FOR VEHICLE OF READINESS WORKSHOPS MOTORESTE MOTORS SA CRITICALITY BASED ANALYSIS AND ANALYSIS OF FAILURE MODES AND EFFECTS (FMEA)*

AUTHORS José Luis Eduardo Florez Mantilla
Sergio Alexander López González**

KEY WORDS Availability, Maintainability, Reliability, Maintenance Plan, Preventive Maintenance, Criticality Analysis, Analysis of Failure Modes and Effects, Software.

DESCRIPTION

The following paper is to present the development of a maintenance plan in the business MOTORESTE MOTORS S.A., the object is to improve the availability, maintainability and reliability of the equipment in the workshops of enlistment by designing an information system based criticality analysis and analysis of failure modes and effects.

Work began by verifying the inventory of equipment that are linked to activity in the workshops of enlistment of light vehicles and heavy vehicles. Then the current state of maintenance in the enterprise is diagnosed. Then continues with a criticality analysis (CA), analysis of failure modes and effects (FMEA) to determine critical equipment in the business. With all the information gathered developed a software called SCAM MOTORS, consistent with existing hardware elements in the company and meets all inspection and maintenance protocols.

With the development of this plan preventive maintenance to equipment located in the workshops of vehicular enlistment in the company MOTORESTE MOTORS SA exhibiting high levels of criticality, by analyzing failure modes and effects (FMEA), sought to make the processes continuously, ensuring the pro-activity, efficiency and effectiveness of the activities within the premises.

Finally we conclude that the preventive maintenance plan in the business, meet the quality standards ISO 9001-2008.

* Work of degree

** Faculty of physical and mechanical engineering. Mechanical engineering school. Director Phd, Msc Carlos Borrás Pinilla

INTRODUCCION

En la actualidad el mantenimiento al igual que otras ciencias han evolucionado a pasos agigantados gracias a los grandes avances tecnológicos e industriales, con esto se busca mejorarla prestación de servicios, productos, una alta respuesta en cuanto a calidad, costos y tiempos de entrega se refiere. Para lograrlo es necesario el mejoramiento continuo de los procesos, la disminución de tiempos muertos y el incremento de la productividad de las herramientas y maquinas utilizadas en esta actividad.

La industria automotriz es una de las grandes favorecidas por todos los desarrollos tecnológicos e industriales que se han venido dando. Motoreste Motors es una empresa que ejecuta varias ramas de la industria automotriz, en aras de estar a la par de nuevos desarrollos tecnológicos, y de generar procesos de alta calidad que influyan en el aumento de la producción, que permitan el posicionamiento de la empresa en el mercado.

Una de las formas de optimizar procesos es gestionar y desarrollar un sistema de información para el mantenimiento, que se adapte a las necesidades y requerimientos de la empresa logrando de esta manera alcanzar la certificación de Daimler. Además un Sistema de Información de Mantenimiento juega un papel importante en el aumento del ciclo de vida de los equipos, contribuyendo a reducir los costos, minimizar los tiempos muertos de las maquinas, mejorar la calidad, incrementar la productividad y contar con un equipo confiable que sea seguro, y este bien configurado para lograr la entrega oportuna de los pedidos a los clientes. La implementación de un sistema de información para la gestión de las actividades de mantenimiento en la empresa MOTORESTE MOTORS S.A., permitirá la planificación, programación, ejecución y control de dichas actividades. El registro y

la organización de los documentos procedentes del mantenimiento, facilitara el seguimiento de los costos que genera el mismo. Además se obtendrán indicadores de gestión que relacionen la eficiencia de los equipos con respecto a los tiempos de operación y mantenimiento; con esto la empresa obtiene herramientas útiles a la hora de tomar decisiones, vida útil de los equipos, una mejor inversión de los recursos y por ende un aumento en el rendimiento y la productividad de la planta.

Para comenzar la presente investigación y desarrollar de una forma más eficiente el sistema de información para la gestión de las actividades del mantenimiento se ejecutaron las siguientes actividades: Como la empresa no tenía una información de los equipos que contaba, se realizó un inventario de las máquinas para saber la cantidad, el tipo y el estado en que estaban. Se elaboró un informe donde se pudiera analizar el estado de criticidad de cada máquina, pues dependiendo de este estado se adecua para cada equipo el respectivo plan de mantenimiento.

Como resultado de todo esto se diseña, desarrolla e implementa un sistema de información para la gestión de las actividades de mantenimiento que permitirá la planificación, ejecución, programación y control de las actividades referentes al mantenimiento en la empresa MOTORESTE MOTORS S.A.

1. DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

En la figura 1 se muestra la planta física de la empresa MOTORESTE MOTORS S.A.

Figura 1. Planta física de la empresa MOTORESTE MOTORS S.A.



MOTORESTE MOTORS S.A. es una sólida empresa con más de 30 años de experiencia, dedicada a la concesión, venta y garantía de vehículos de grandes marcas conocidas a nivel mundial para la importación a nivel nacional ya que es un concesionario autorizado por Daimler Colombia S.A., realizando así también trabajos de mantenimiento a los vehículos que dan en venta y los relacionados con las marcas con las cuales trabajan. Además también prestan servicios relacionados con la construcción y negociación en bienes raíces como la venta y alquiler de maquinaria pesada como el mantenimiento de los mismos vehículos.

1.2 RESEÑA HISTÓRICA

La sociedad comercial AMAYA SERRANO LTDA, fue constituida por los esposos ALFONSO AMAYA ORTEGA Y OLIVA SERRANO DE AMAYA, en el año de 1969.

Posteriormente, en virtud de donación legalmente perfeccionada, hecha a los hijos Alfonso, Edgar, Diana Margarita, Martha Luz y José Francisco, éstos ingresaron como socios a esta sociedad.

La sociedad AMAYA SERRANO LTDA., fue socia de la sociedad COMPAÑÍA SANTANDEREANA DE AUTOMOTORES LTDA- SANAUTOS LTDA., cuya actividad comercial se desarrolló así:

- Fue distribuidor autorizado de General Motors Overseas Distributors Corporation de los Estados Unidos.
- Es concesionario de SOFASA- RENAULT.

En el año de 1979, SOFASA-RENAULT otorgó la concesión de Renault a la sociedad AMAYA SERRANO LTDA para el departamento de Santander y para cumplir con este objetivo, complementó el nombre razón social AUTOMOTORES DEL ESTE AMAYA SERRANO LTDA- MOTORESTE LTDA. En el año de 1980, las sociedades AMAYA SERRANO LTDA – MOTORESTE LTDA., vendió su aporte SANAUTOS LTDA.

En 1981 los socios personas naturales constituyeron sendas sociedades las cuales fueron socias de MOTORESTE LTDA., hasta el año 1996 y en 1997, cuatro de dichas sociedades se convirtieron en personas naturales, es decir, actualmente las socias de MOTORESTE S.A. son tres personas jurídicas y cuatro personas naturales.

Para 1987, mediante escritura pública No. 1703 de 05-05-87 de la notaria tercera de Bucaramanga, se reformo la sociedad, denominándose AUTOMOTORESTE DEL ESTE AMAYA SERRANO S.A. MOTORESTE S.A.

Más adelante en el año 1992 según convenio con SOFASA S.A., se cambió la distribución de RENAULT por TOYOTA puesto que a partir de este año mediante

un contrato que se ha renovado cada año MOTORESTE S.A., es el único concesionario TOYOTA autorizado en la ciudad de Bucaramanga y a partir de 1997 somos concesionarios exclusivos para los departamentos de Cesar, Guajira, y el Sur de Bolívar, de la sociedad de fabricación de automotores SOFASA S.A., que incluye además de la venta de vehículos TOYOTA, el servicio de reparación de vehículos y suministros de repuestos legítimos para los mismos.

La empresa ha seguido creciendo y ha establecido entre la misma en el año de 2001 MOTORESTE MOTORS, la cual distribuye vehículos de la marca MERCEDES BENZ y en el año 2002 MOTORESTE CARS de la casa matriz Autogermana S.A. distribuidores de la marca FIAT. En el año 2008 se crea la sociedad Motoreste Autos, bajo la cual se comercializa y ofrece el servicio posventa de las marcas Chrysler, Jepp y Dodge e igualmente se incluye la comercialización de la marca de vehículos pesados FAW. Así mismo, se amplían las instalaciones ubicadas en el mismo punto pero asignando más espacio para poder atender la creciente demanda de servicio.

Es así como Motoreste ha querido diversificar su portafolio y ofrecerle al cliente diferentes opciones de acuerdo a su presupuesto y expectativas.

1.2.1 Misión. Motoreste es una empresa santandereana orientada a satisfacer necesidades en el mercado automotriz local y regional, a través de la comercialización de vehículos livianos y de carga de marcas mundialmente reconocidas por la calidad del producto, trayectoria y respaldo por venta. Estamos comprometidos con el mejoramiento continuo en nuestros procesos e infraestructura, capacitación y actualización de nuestro personal que nos permite ofrecer a nuestros clientes servicio de calidad en el campo del mantenimiento y reparación y garantizarle un suministro de repuestos legítimos.

1.2.2 Visión. Ser reconocidos en el tiempo, como una empresa santandereana líder en el campo automotriz en la región y en la red nacional de concesionarios de las diferentes marcas, gracias a nuestros esfuerzos dirigidos a comercializar vehículos de calidad, garantizar la satisfacción de las necesidades y expectativas del cliente en el servicio y suministro oportuno de repuestos legítimos, apoyados en la tecnología, equipamiento, trabajo en equipo y personal comprometido y calificado, reflejado en el crecimiento de nuestra clientela y personal plenamente satisfecho. “Ser el concesionario que los santandereanos jamás hayan visto”.

1.2.3 Política de calidad Nuestro compromiso es realizar trabajos de mantenimiento y reparación de alta calidad y suministrar repuestos oportunos; lo cual lograremos mediante el mejoramiento continuo de nuestros procesos buscando siempre el cumplimiento de los estándares establecidos por el fabricante, los tiempos pactados y los costos presupuestados al cliente.

La reputación y la seguridad futura de nuestra empresa dependen de la calidad de la mano de obra, de los productos suministrados y de la atención al cliente con que se lleva a cabo los diferentes procesos.

1.2.4 Objetivos de calidad Es una empresa multipropósito ya que sus objetivos tienen la marca en “Ser el concesionario que los santandereanos jamás hayan visto”; y para ello ha impuesto los siguientes puntos a evaluar:

1. Realizar correctamente los trabajos por primera vez, dentro de los tiempos pactados y precios presupuestados.
2. Seguir los procedimientos de mantenimiento y reparación establecidos por el fabricante.
3. Garantizar la satisfacción del cliente a través de la correcta selección de personal, mano de obra calificada y capacitada por la casa matriz.
4. Suministrar productos de alta calidad, en el momento justo y a precios razonables tanto para el cliente interno como los externos a la empresa.

1.3 COMERCIALIZACIÓN DE VEHÍCULOS

La figura 2 muestra la vista general de la empresa.

Figura 2. Vista general de la empresa



Fuente: Portafolio de Servicios de la Empresa

Motoreste cuenta con 9 marcas en concesión las cuales nos permite comercializar diferentes vehículos tanto en la gama de automóviles como de vehículo de transporte de carga y pasajeros.

➤ **DAIMLER COLOMBIA**

- Freightliner M2 106 y 112
- Columbia CL 120
- Actros
- Sprinter 413 y 313

- Buses: LO 712, LO 915, OH 1418, OF1721, OF 1722, OH 1636, O500
- CAMIÓN 1720
- Automóviles Mercedes Benz (C180, Clase A, Clase E, Clase M)

➤ **SOFASA S.A.**

- Prado Sumo mecánico
- Prado 5 puertas mecánica o automática
- Corolla new generacion
- Nueva Hilux Gasolina, diesel, 4x4 y 4x2.
- Land Cruiser Campero, chasis cabinado y cabinado largo
- Burbuja
- Camiones Delta cabinado largo y corto
- Delta araña para microbús o mini buseta.

➤ **AUTOGERMANA**

- Fiat Uno 1300
- Fiat Palio FIRE
- Fiat Weekend
- Fiat Adventure
- Fiat Idea
- Fiat Pick up Strada
- Fiat Punto
- Camiones FAW

➤ **SUBARU DE COLOMBIA**

- Forester mecanica o automatica
- Impreza sedan o station wagon
- Legacy sedan
- Subaru Out back

➤ **CHRYSLER COLOMBIA**

- Jeep
- Chrysler
- Dodge

Además se comercializa vehículos usados de todas las marcas del mercado.

1.3.1 Asesoría y venta de seguros Nuestros clientes también pueden encontrar en nuestras instalaciones los servicios que le ofrece **Motoreste Club** (Alianza Motoreste- Unimos S.A) en asesoría y venta de SOAT, pólizas de seguros todo riesgo para su vehículo, seguro de vida, salud prepagada y seguros para Pyme.

1.4 INSTALACIONES Y SERVICIOS

Contamos con amplias instalaciones disponibles para la atención de vehículos de las marcas en concesión en mantenimiento preventivo, correctivo y colisiones de vehículos liviano y pesado, garantizando la reparación con la intervención de mano de obra calificada por Sofasa S.A., Autogermana, Subaru de Colombia, Daimler Colombia y Chrysler Colombia. Las figuras 3 y 4 muestran al Personal atención: vehículos pesados, Toyota, Fiat y Subaru.

Figura 3. Personal atención vehículos pesados



Fuente: Portafolio de Servicios de la Empresa

Figura 4. Personal técnico atención vehículos Toyota, Fiat y Subaru



Fuente: Portafolio de Servicios de la Empresa

1.4.1 Recepción. El proceso inicia y culmina en el área de recepción atendida por personal competente en asesoría técnica y atención al cliente. Brindamos asesoría especializada, un ágil y oportuno servicio enmarcado en los procedimientos estandarizados y basado en la organización del tiempo a través del sistema de citas. Las figuras 5, 6, 7 y 8 muestran la recepción de vehículos y la sala de espera.

Figura 5. Recepción vehículos



Fuente: Portafolio de Servicios de la Empresa

Figura 6. Sala de espera con A/A, TV plasma, PC, visual a la bahía



Fuente: Portafolio de Servicios de la Empresa

Figura 7. Recepción vehículos



Fuente: Portafolio de Servicios de la Empresa

Figura 8. Moderno equipo de alineación tecnología laser



Fuente: Portafolio de Servicios de la Empresa

1.5 TALLER DE MECÁNICA GENERAL

En las figuras 9 y 10 se muestran los puestos de trabajo de taller de mecánica y el elevador de 4.5 Ton.

Figura 9. Puestos de trabajo taller de mecánica: mantenimientos y reparaciones

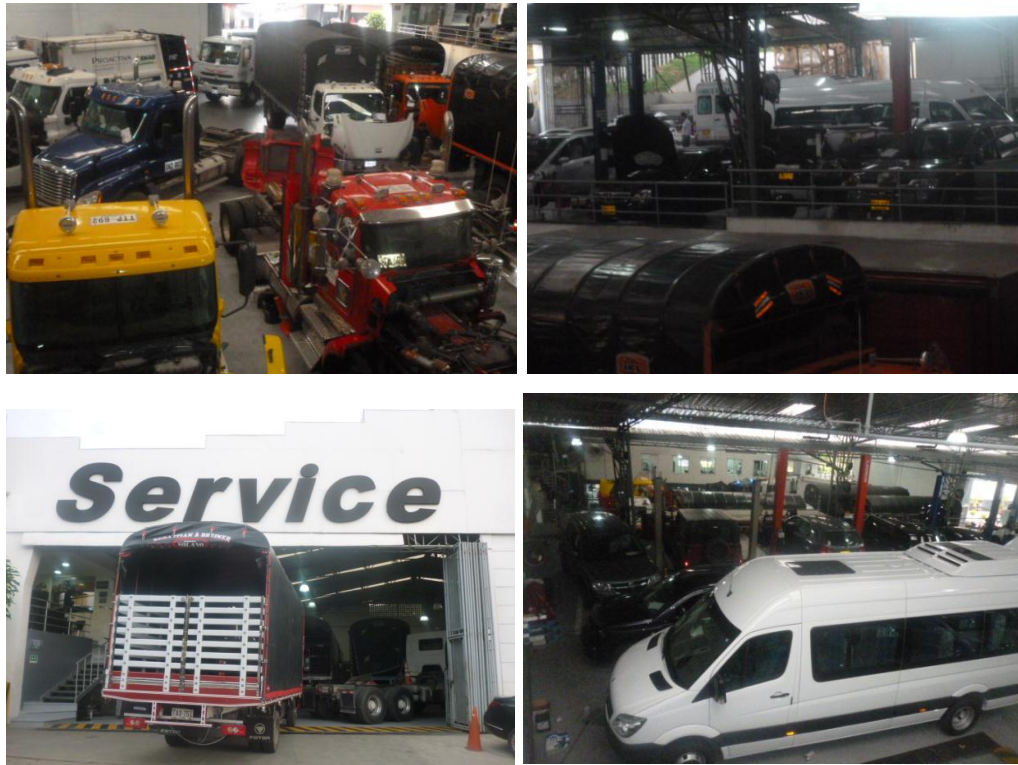


Figura 10. Elevador de 4,5 Ton para Sprinter y Delta

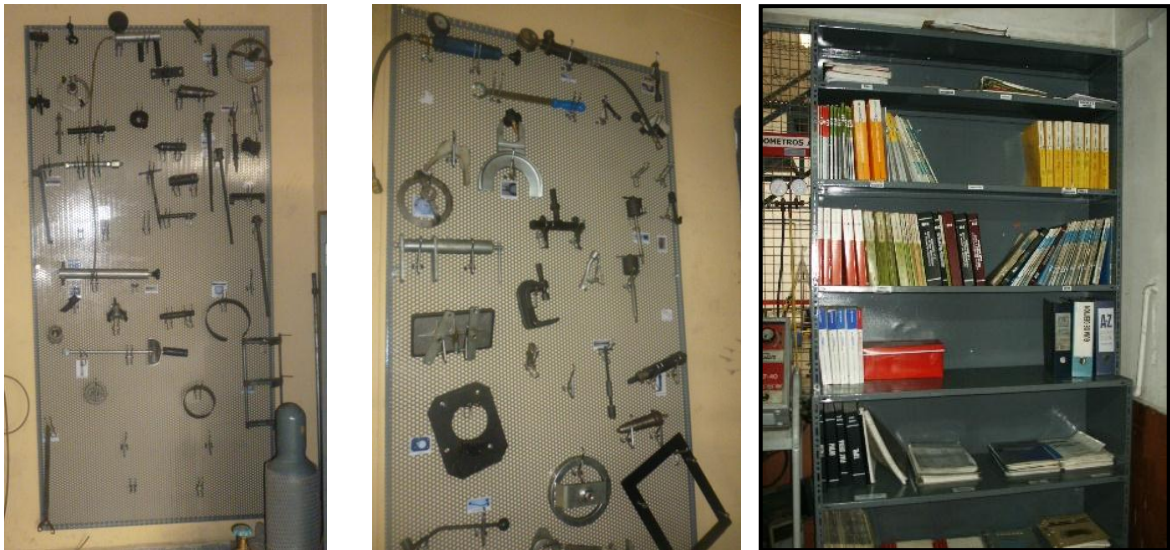


Fuente: Portafolio de Servicios de la Empresa

Cuentan con una distribución de las áreas favorables para la eficiencia de las operaciones ya que el taller se caracteriza por ser un lugar organizado, limpio y seguro. Disponemos de 8 puestos de trabajo productivo para vehículo campero cuyas dimensiones son de 4 x 7 metros, de los cuales 5 puestos tienen elevadores y 2 son cárcamos, 3 puestos para vehículo Delta o Sprinter con un elevador disponible, 5 puestos de trabajo para vehículo pesado con un cárcamo disponible, además de 12 puestos para el control de calidad, parqueo de vehículos detenidos o en espera. Esta infraestructura nos permite mantener una alta rotación de vehículos y atender de manera ágil el servicio de mantenimientos de kilometraje, sincronización, frenos, transmisión, reparación de motores, suspensión, alineación y balanceo, embrague, dirección y reparación mecánica en general.

El personal técnico cuenta con una biblioteca de manuales de consulta actualizados además de herramienta suficiente de uso personal y especializado la cual se encuentra debidamente organizada e identificada (Ver figura 11).

Figura 11. Herramientas especiales y Manuales de consulta técnica



Para el diagnóstico de fallas electrónicas en los vehículos contamos con equipos como el Star Diagnosis, Servilink e Intelligent Tester.

Conscientes del cuidado y preservación del medio ambiente y siguiendo las políticas y lineamientos sugeridos por Toyota Motor Corporation, poseemos el equipo de recirculación de aire acondicionado el cual permite reciclar el gas sin eliminarlo a la atmósfera (Ver figura 12).

Figura 12. Equipo de recirculación de aire acondicionado



Fuente: Portafolio de Servicios de la Empresa

El control del proceso de trabajo en los vehículos se hace con la ayuda de un tablero de control y comunicaciones que permite saber de una manera más eficaz la programación de las actividades y el avance de los procesos (Ver figura 13).

Figura 13. Tablero de control Taller



La empresa usa el proceso de lavado con productos biodegradables como se ve en la figura 14.

Figura 14. Proceso de lavado, con productos biodegradables



Fuente: Portafolio de Servicios de la Empresa

1.5.1 Asistencia móvil. Motoreste ofrece el servicio de desvare y mantenimiento periódico dentro del área de influencia asistiendo a sus clientes propietarios de vehículos y flotillas que soliciten asistencia rápida sin necesidad de desplazar los vehículos hasta la ciudad de Bucaramanga (Ver figura 15).

Figura 15. Carro taller para servicio de desvare



Fuente: Portafolio de Servicios de la Empresa

1.5.2 Taller colisión A continuación se muestra el taller de colisión (Ver figura 16).

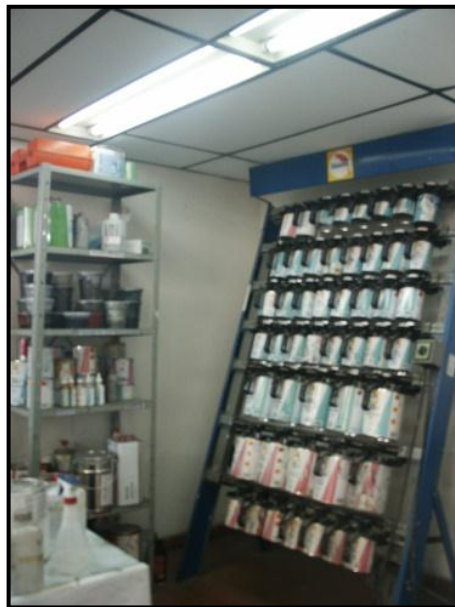
Figura 16. Taller de Colisión



Fuente: Portafolio de Servicios de la Empresa

El área de colisión está provista de 12 puestos de trabajo para el desarrollo de las operaciones de banco chasis, desarme, armado, cotización, alistamiento de superficie y pintura. Contamos con un laboratorio de preparación de pintura asistido por profesionales de nuestro proveedor Glasurit (Ver figura 17).

Figura 17. Laboratorio de colorimetría



Fuente: Portafolio de Servicios de la Empresa

A partir de Septiembre de 2006, el taller de colisión inició el proceso de TSM en B&P asistido por Sofasa lo cual nos permitirá alcanzar los mismos estándares en calidad y servicio y permitirá ser más eficientes en la gestión del área de colisión.

Nuestro personal técnico ha sido capacitado directamente por Sofasa, lo cual nos permite garantizar la calidad en las operaciones y asegurar la participación en la competencia de habilidades técnicas promovido por la casa matriz y en donde nuestro personal a obtenido grandes triunfos y reconocimientos. Orgullosamente este año obtuvimos el título de campeones nacionales en latonería y una gran representación en pintura. En la figura 18 se muestran los premios de campeonato de futbol obtenidos por los técnicos de los talleres.

Figura 18. Premios Campeonato de Futbol entre los técnicos de los talleres



1.5.3 Equipos y herramientas La utilización de equipos de tecnología de punta para asegurar una correcta reparación en condiciones ergonómicas, Orden y aseo para el técnico (Ver figura 19).

Figura 19. Cabina de pintura, Termocupla, Equipo de soldadura



Fuente: Portafolio de Servicios de la Empresa

Figura 20. Herramienta Especializada de Toyota



Fuente: Portafolio de Servicios de la Empresa

La empresa maneja un tablero semanal de operaciones para que todas sus operaciones sean programadas (Ver figura 21).

Figura 21 Tablero de programación semanal de operaciones



1.5.4 Almacén de repuestos. El proceso de certificación TSM permitió desarrollar mejoras significativas en el área de repuestos tales como: definición de políticas claras y objetivas, reorganización de las piezas en stock basado en las siete técnicas de almacenamiento de Toyota, ubicación de estantes especiales para el despacho ágil de repuestos para clientes con cita, solicitudes urgentes y piezas de colisión, iluminación del área y modificaciones al sistema que permiten gestionar eficientemente el inventario.

Contamos con ayudas electrónicas tales como los catálogos electrónicos de partes actualizados que ayudan a agilizar la cotización y solicitud de los repuestos. Además recientemente se hizo el cambio de sistema a DMS, mejorando considerablemente el manejo y control de los inventarios. A continuación se presenta el mostrador y el almacén de repuestos (Ver figura 22).

Figura 22. Mostrador y el almacén de repuestos de Motoreste Motors S.A.



1.5.5 Almacenamiento vehículos nuevos. Disponemos de un área para el almacenamiento de vehículos nuevos con un grupo de personas cuya labor principal es el mejoramiento de la calidad en la entrega de vehículos nuevos. En la figura 23 se muestra el área de vehículos nuevos y el tablero VDQI.

Figura 23. Área de vehículos nuevos y el tablero VDQI.



Fuente: Portafolio de Servicios de la Empresa

1.5.6 Nuestros clientes. Por nuestra gran experiencia en el manejo de colisiones, reparaciones y programas de mantenimientos a diferentes empresas, ofrecemos tarifas

competitivas de mutuo acuerdo con los directivos de las aseguradoras y empresas logrando generar un mecanismo de motivación y fidelización.

✓ **Algunos de nuestros clientes especiales son:**

- Comité internacional Cruz Roja
- Centrales eléctricas de Santander
- Equirent
- UNOPS (Naciones Unidas)
- Chocolate Gironés
- AMEP Ltda.
- Construvicol
- Lubricantes del Oriente
- Cotaxi
- Copetrán
- Cotrasangil
- Trasander
- Redetrans

✓ **Aseguradoras:**

- Colseguros
- Liberty Seguros
- Seguros Bolívar
- Royal Sunalliance
- La equidad
- MAPFRE Seguros
- La Previsora S.A.
- Seguros Colpatria
- BBVA Seguros
- Generali Colombia

- Suramericana de seguros
- Seguros del estado

1.6 CONSTITUCIÓN DE LA EMPRESA

MOTORESTE MOTORS S.A. es una sociedad anónima inscrita en la DIAN con la resolución número 000041 de 30 ENERO 2014 Hoja No. 6

No. 39 NIT: 824001273 DV 8.

1.7 UBICACIÓN

Su planta física (Ver figura 24) está ubicada en en la autopista a florida N° 91 55 dentro del territorio del Área Metropolitana de Bucaramanga.

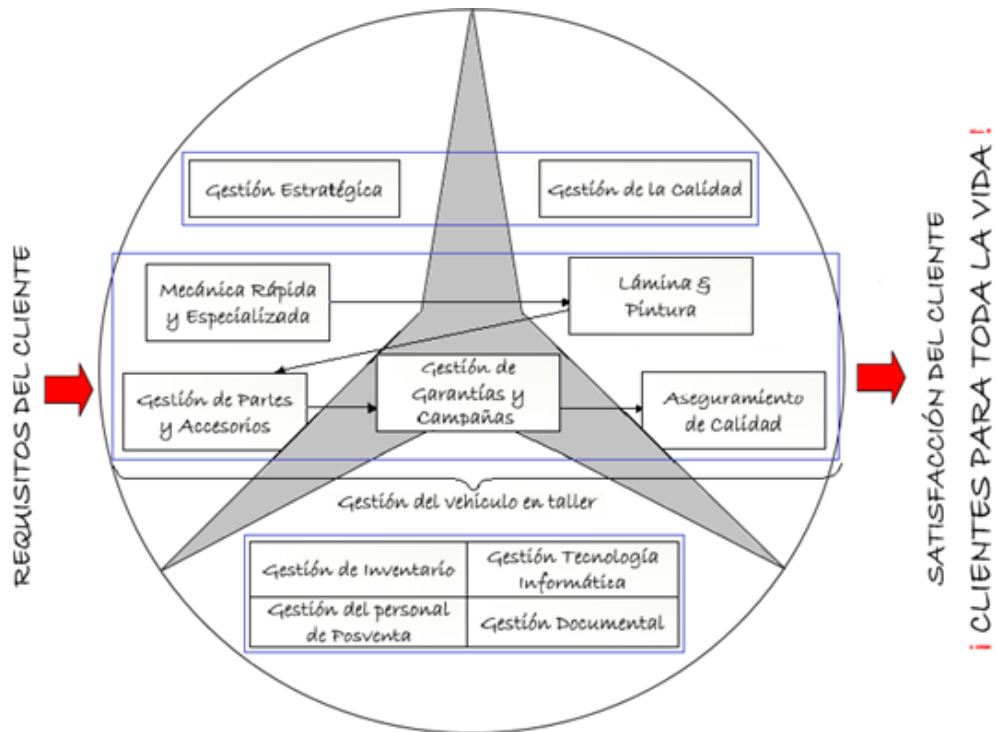
Figura 24. Ubicación de la empresa MOTORESTE MOTORS S.A.



1.8 GENERALIDADES DE LA EMPRESA MOTORESTE MOTORS S.A.

El departamento de posventa de Motoreste Motors S.A. se compone de los siguientes procesos fundamentales para ofrecer un servicio de calidad a sus clientes, como se ilustra en la figura 25.

Figura 25. Mapa de procesos del departamento de posventa



Fuente: Manual de Calidad Motoreste Motors S.A.

Se cuenta con un personal idóneo y capacitado para cumplir a cabalidad con todos y cada uno de los requerimientos que el cliente necesite.

1.8.1 Recurso humano. La figura 26 presenta el recurso humano de la empresa.

Figura 26. Recurso Humano de la Empresa



Fuente: Portafolio de Servicios de la Empresa

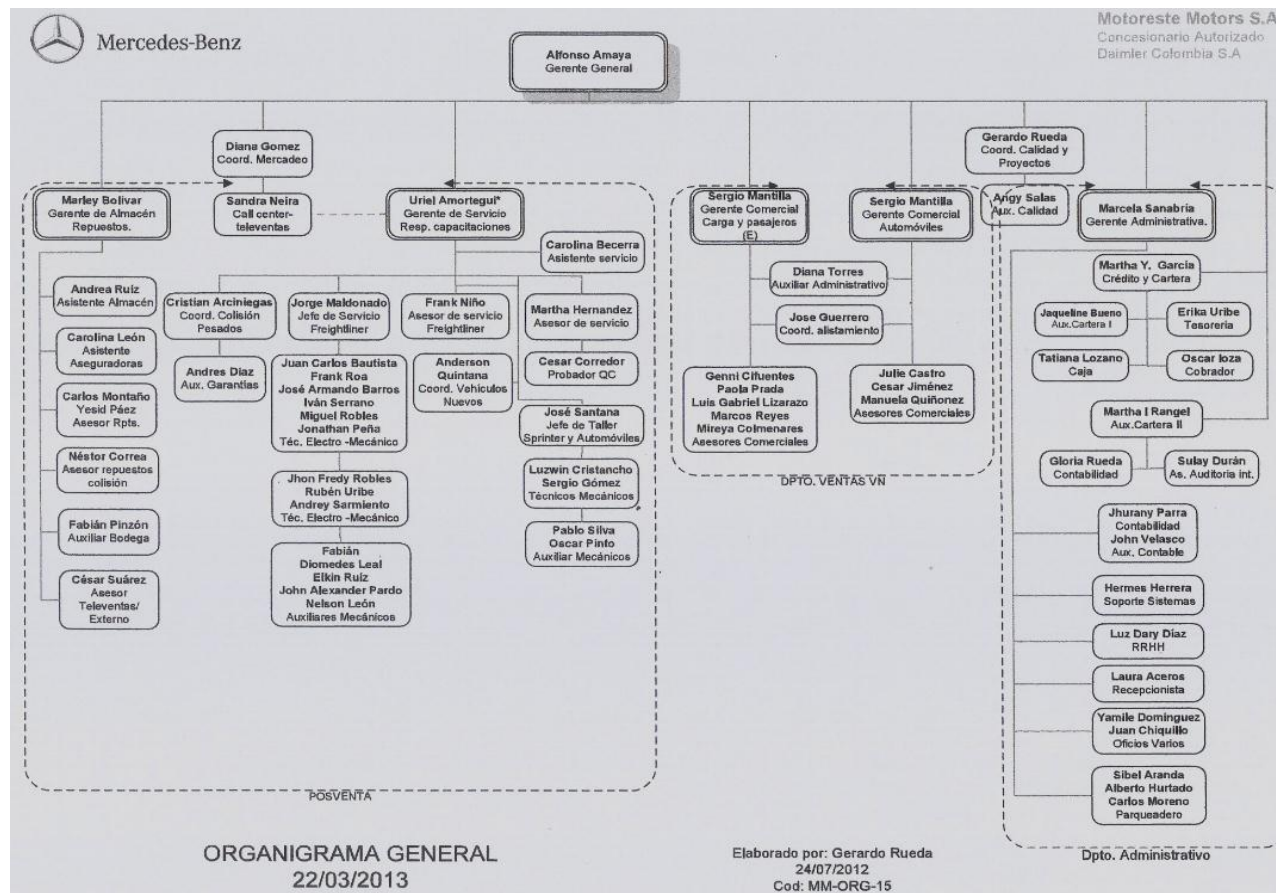
Hoy por hoy, somos un equipo de más de 80 personas caracterizadas por nuestro compromiso, fidelidad y respeto hacia la empresa reflejado en la calidad del servicio y el ambiente de trabajo.

Nuestro equipo de trabajo está liderado por profesionales en carreras administrativas e Ingeniería con experiencia en el sector, encargado del personal técnico formados en su gran mayoría, en el SENA en mecánica y electricidad, y capacitado en los centro de formación en Colombia (SOFASA; Daimler Chrysler Colombia, Autogermana S.A., Subaru de Colombia y CESVI) y con varios años de experiencia.

Este equipo de trabajo hace de Motoreste una empresa capaz de respaldar técnicamente la comercialización de vehículos Toyota, Fiat, Mercedes Benz, Freightliner, Delta, Subaru, Faw, Chrysler, Dodge y Jepp.

1.8.2 Estructura organizacional. Para esclarecer la estructura interna y organización de la empresa con sus respectivos niveles jerárquicos se presenta su organigrama en la figura 27.

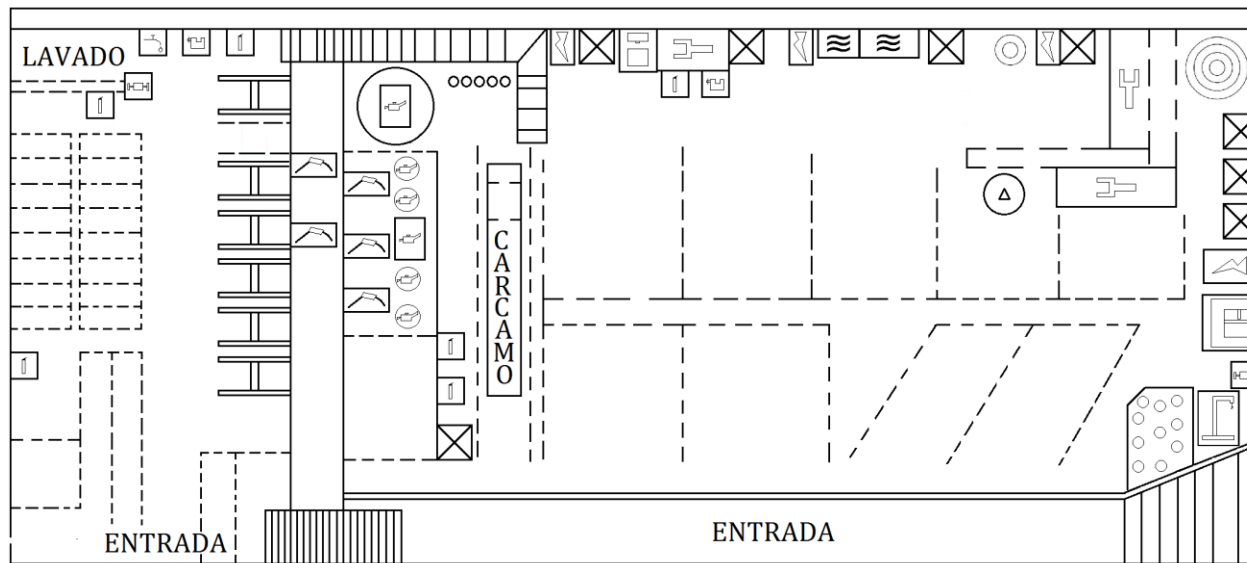
Figura 27. Organigrama General de la Empresa


















Fuente: Gerardo Rueda (Coordinador de Calidad y Proyectos)

1.8.3 Plano general de la empresa. Para conocer mejor las áreas de trabajo en Motoreste Motors S.A., a continuación se muestra la figura 28 con los talleres de alistamiento de vehículos livianos y pesados.

Figura 28. Plano General de la Empresa MOTORESTE MOTORS S.A.



- | | | |
|---|--|---|
|  Extintor |  Punto de aire |  Prensa Hidraulica |
|  Pulidora |  Tanque de Aceite |  Cilindro de Oxigeno |
|  Pluma de agua |  Herramienta |  Aceitera |
|  Prensa Mecanica |  Grua Mecanica |  Bomba de Vacio |
|  Punto de Luz |  Taladro de Arbol |  Escalera |

2. EL MODELO DE MANTENIMIENTO (FMECA) PARA EL ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LOS EQUIPOS Y MAQUINARIA EN EL SECTOR AUTOMOTRIZ

En la mayoría de las empresas del sector automotriz, un gran porcentaje de criticidad de los equipos se concentra en un número relativamente pequeño de equipos y maquinaria que conforman el sistema de producción. Estos equipos considerados como críticos para su operación deben recibir mayor atención en sus intervenciones tanto de inspección como de mantenimiento. De allí que el objetivo de este capítulo sea desarrollar la teoría, principales conceptos y la metodología relativa al análisis de falla FMECA para los equipos críticos pertenecientes a MOTORESTE MOTORS S.A con el fin de determinar las tareas de mantenimiento, ordenándolas de acuerdo con la priorización brindada por la ponderaciones a que conlleva el análisis en criticidad.

2.1 CONCEPTUALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO

“Cada día son mayores las exigencias de competitividad a las que se ve sometida la industria y que han repercutido directamente en la evolución del mantenimiento aplicado a los equipos y maquinaria del sector industrial”. Son muchos los esfuerzos que se están realizando hacia la consecución de los objetivos para el aumento de la disponibilidad de los equipos y reducción de la tasa de fallos intempestivos, que además deber ser alcanzados con una optimización del binomio calidad/costo de mantenimiento.

Los continuos avances tecnológicos registrados en la última década han permitido el desarrollo de nuevas herramientas de diagnóstico de estado de equipos, potenciando el mantenimiento predictivo y ha permitido la evolución de las filosofías de mantenimiento basadas en la fiabilidad.

Es por esta razón que para desarrollar la metodología FMECA a los equipos crítico es indispensable primero conocer los conceptos básicos tenidos en cuenta para definir la estrategia de mantenimiento en los talleres de alistamiento en MOTORESTE MOTORS S.A. Asimismo se hace necesario listar y analizar cada componente, teniendo en cuenta para su evaluación el tipo de equipo, su localización, el impacto operacional, la flexibilidad operacional, costo del mantenimiento, el impacto HSE, y la frecuencia de las fallas. Partiendo de la premisa de que la función principal de mantenimiento es garantizar la confiabilidad, la mantenibilidad y la disponibilidad de los equipos en la industria¹.

2.2 GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

La palabra “Gestión del Mantenimiento” se relaciona con la dirección de empresas, aplicada a un sistema técnico y social cuya función básica es crear bienes y/o servicios que contribuyan a elevar el nivel de vida de la empresa. La expresión “empresa” se entiende como un conjunto formado por hombres, máquinas,

¹ HERNANDEZ MORENO, Seimar Felipe y PABON NEIRA, Victor Alfonso. Diseño de un sistema de mantenimiento preventivo para la planta de mecanizado de Industrias Tanuzi S.A. basado en análisis de criticidad y análisis de modos y efectos de falla (FMEA). Trabajo de Grado Ingeniero Mecánico. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. 2012. Pág. 30, 31.

tecnología, información, planeación y recursos financieros o de cualquier índole que procura alcanzar unos objetivos establecidos con antelación (eficacia y eficiencia), utilizando adecuadamente los recursos disponibles (eficiencia) y protegiendo la naturaleza. La gestión es el integrador para lograr estas premisas.

La gestión de mantenimiento se puede definir como la dirección y organización de recursos para controlar la disponibilidad y funcionamiento de los talleres a un nivel especificado. El responsable de mantenimiento tiene dos problemas principales: determinar el tamaño y naturaleza de la carga de trabajo de mantenimiento y la organización y control del personal, repuestos y equipos necesarios para responder a ésta carga. Se deben tener en cuenta estas consideraciones: el usuario del equipo debe cooperar con el diseñador, fabricante e instalador en el análisis completo de la fiabilidad y mantenibilidad, también el departamento de mantenimiento debe cooperar estrechamente con el de producción para conseguir el equilibrio óptimo entre los costos de recursos de mantenimiento y la disponibilidad².

2.2.1 Mantenimiento correctivo

También conocido como mantenimiento por rotura fue la idea de lo que hoy día es el mantenimiento, y consiste en que el equipo funcione al punto que no pueda realizar más su función, después de corregida la falla se deja laborando hasta que algo nuevo ocurra.

² Ibid. Pág. 31, 32.

En este tipo de mantenimiento es el más común y conocido por los encargados de los equipos y jefes de mantenimiento, por lo consiguiente obliga al encargado conocer detalladamente el equipo y las fuentes de falla.

Este tipo de mantenimiento tiene justificaciones:

- *Si el equipo no tiene un impacto directo en la línea de producción.*
- *El equipo está obsoleto y va a ser reemplazado por nuevas tecnologías.*
- *El equipo tiene gemelo.*
- *El equipo es más económico reemplazarlo que repararlo.*

El mantenimiento correctivo se clasifica en:

✓ **NO PLANIFICADO**

Este mantenimiento reúne las acciones a realizar ante un funcionamiento incorrecto, deficiente o incompleto de un equipo que por su naturaleza no puede planificarse en el tiempo.

Generalmente es de emergencia y se deberá cambiar en el menor tiempo posible para evitar sobrecostos y daños materiales y/o humanos mayores³.

Resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente componentes electrónicos o en los que es imposible predecir las fallas y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad. También para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad. Tiene

³ Ibid. 32, 33, 34.

como inconvenientes, que la falla puede sobrevenir en cualquier momento, muchas veces, el menos oportuno, debido justamente a que en esos momentos se somete al bien a una mayor exigencia.

Otro inconveniente de este sistema, es que debería disponerse inmovilizado un capital importante invertido en piezas de repuesto visto que la adquisición de muchos elementos que pueden fallar, suele requerir una gestión de compra y entrega no compatible en tiempo con la necesidad de contar con el bien en operación (por ejemplo: caso de equipos discontinuados de fabricación, partes importadas, desaparición del fabricante).

Por último, con referencia al personal que ejecuta el servicio, sin dudas queda claro que debe ser altamente calificado y sobredimensionado en cantidad pues las fallas deben ser corregidas de inmediato. Generalmente se agrupa al personal en forma de cuadrillas.

✓ **PLANIFICADO**

Se sabe con anticipación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuesto y documentos técnicos necesarios para realizarlo correctamente.

Al igual que el anterior, corrige la falla y actúa ante un hecho cierto. La diferencia con el de emergencia, es que no existe el grado de urgencia que el anterior, sino que los trabajos pueden ser programados para ser realizados en un futuro normalmente próximo, sin interferir con las tareas de producción. En general, se programa la detención del equipo, pero antes de hacerlo, se van acumulando tareas a realizar sobre el mismo y se programa su ejecución en dicha oportunidad, aprovechando para ejecutar toda tarea que no podría hacerse con el equipo en funcionamiento.

Sin embargo, el mantenimiento correctivo no es solamente esperar que un equipo tenga una falla para proceder a repararlo, él tiene una connotación mucho más importante en el proceso operativo del sistema de mantenimiento, inclusive, el mantenimiento, cualquiera sea el tipo de gestión siempre termina en el mantenimiento correctivo.⁴

2.2.2 Mantenimiento preventivo

Consiste en la inspección, periódica, armónica y coordinada, de los elementos propensos a fallas y la corrección antes de que esto ocurra.

Los elementos básicos del mantenimiento preventivo son:

- *Partes a inspeccionar.*
- *Instante en que debe inspeccionarse.*
- *Control sobre el cumplimiento de la inspección.*⁵

*Como otra definición de mantenimiento preventivo podemos decir que es el mantenimiento que se ejecuta a los equipos de una planta en forma planificada y programada anticipadamente, con base en inspecciones periódicas debidamente establecidas según la naturaleza de cada máquina y encaminadas a descubrir posibles defectos que puedan ocasionar paradas intempestivas de los equipos o daños mayores que afecten la vida útil de las máquinas.*⁶

⁴ Ibid. 35.

⁵ SANTAMARIA TELLEZ Javier Alexander CONSUEGRA TORRES, Juan Pablo. Diseño del sistema de información para la administración del mantenimiento en la empresa Maquinados y Montajes LTDA. Trabajo de Grado Ingeniero Mecánico. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. 2009. Pág. 32.

⁶ GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ, Carlos Ramón. Mantenimiento y montajes. En: Asignatura de mantenimiento y montajes. (2010: Bucaramanga). Lecturas y diapositivas de la asignatura mantenimiento y montajes. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2011

El Mantenimiento Preventivo más que técnica específica de mantenimiento es una “Filosofía” o Estado de ánimo que principia desde el momento del diseño del equipo y que determina su confiabilidad y mantenibilidad hasta su reemplazo que se establece cuando sus altos costos de mantenimiento lo justifiquen económicamente.

El Mantenimiento Preventivo requiere mucha flexibilidad y los planes deben trazarse de tal forma que se permita la primacía de inspección a los equipos básicos del proceso de producción, a las reparaciones en emergencia, o cuando se refiere a la seguridad industrial por falla en equipos cuyas consecuencias puedan resultar fatales para la vida humana en la planta.⁷

Las ventajas del Mantenimiento Preventivo son muchas y se justifica no sólo en las pequeñas fábricas sino en los grandes complejos industriales ya que sus beneficios serán mayores a más alto valor de las instalaciones por metro cuadrado de superficie.

Los encargados del programa de mantenimiento preventivo basado en las condiciones de los talleres serán:

- Auxiliares Técnicos
- Jefe de Servicios
- Gerente o Jefe de Servicios

2.2.3 Mantenimiento predictivo. Es el mantenimiento planificado y programado con base en el estado o condición. Es aquel que se realiza mediante la utilización de indicadores y/o registradores, con alarma o sin ella, para medir los parámetros fundamentales de funcionamiento óptimo de las máquinas. Estos aparatos de

⁷ SANTAMARIA TELLEZ Javier Alexander CONSUEGRA TORRES, Juan Pablo. Op.Cit. Pág. 33.

control pueden ser: Vibrómetros, manómetros, termómetros, termógrafos, niveles de ruido, analizadores de gases, aceites, medidores de espesores, aislamientos eléctricos, etc.

Ventajas sobresalientes:

- A pesar de requerir altas inversiones iniciales, a largo plazo es más económico.
- Disminuye substancialmente las fallas imprevistas.
- Disminuye el costo de inspecciones.
- Disminuye la mano de obra, repuestos y probablemente tiempo de reparación.
- Disminuyen costos de aseguramiento de equipos.
- Disminuyen costos de inventario y facilita su manejo.
- Optimización del mantenimiento.
- Mejoran todas las relaciones humanas.
- Mejora sustancial de la calidad del mantenimiento.

2.3 MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM)

Fue desarrollado en un principio por la industria de la aviación comercial de los Estados Unidos, en cooperación con entidades gubernamentales como la NASA y privadas como la Boeing (constructor de aviones). Desde 1974, el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, ha usado el RCM, como la filosofía de mantenimiento de sus sistemas militares aéreos. El éxito del RCM en el sector de la aviación, ha permitido que otros sectores tales como el de generación de energía (plantas nucleares y centrales termoeléctricas), petroleros, químicos, gas, refinación y la industria de manufactura, se interesen en implantar esta filosofía de gestión del mantenimiento, adecuándola a sus necesidades de operaciones.

Un aspecto favorable de la filosofía del RCM, es que la misma promueve el uso de las nuevas tecnologías desarrolladas para el campo del mantenimiento. La

aplicación adecuada de las nuevas técnicas de mantenimiento bajo el enfoque del RCM, permiten de forma eficiente, optimizar los procesos de producción y disminuir al máximo los posibles riesgos sobre la seguridad personal y el ambiente, que traen consigo los fallos de los activos en un contexto operacional específico.⁸

2.3.1 Análisis de criticidad de equipos y maquinaria Es una metodología que permite jerarquizar o priorizar procesos, sistemas y equipos, con la finalidad de dirigir recursos de la manera más efectiva en áreas donde sea más importante mantener o mejorar la confiabilidad operacional.⁹

El análisis de criticidad también se puede expresar matemáticamente como se ve en la figura 29:

Figura 29. Ecuación de Criticidad

CRITICIDAD = FRECUENCIA * CONSECUENCIAS DE FALLAS

Frecuencia = Rango de fallas en un tiempo determinado

Consecuencias

= (Impacto operacional * Flexibilidad)

+ Costos de Mantenimiento

+ Impacto Seguridad, Ambiente e Higiene

Fuente: PDVSA E & P Occidente. Autor.

En función de lo antes expuesto para realizar un análisis de criticidad se establecen los siguientes criterios (Ver figura 30):

⁸ AMENDOLA, Luis. Mantenimiento centrado en confiabilidad RCM. [En línea]. Disponible en: <http://www.mailxmail.com/curso-confiabilidad-operacional/mantenimiento-centrado-confiabilidad-rcm-introduccion>. [Citado el 18 de Agosto de 2014].

⁹ PITA MANAYALLE, Alberto. Sistema de criticidad para los equipos. [En línea]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/70966184/Sistema-de-Criticidad-Para-Los-Equipos>. [Citado el 18 de Agosto de 2014].

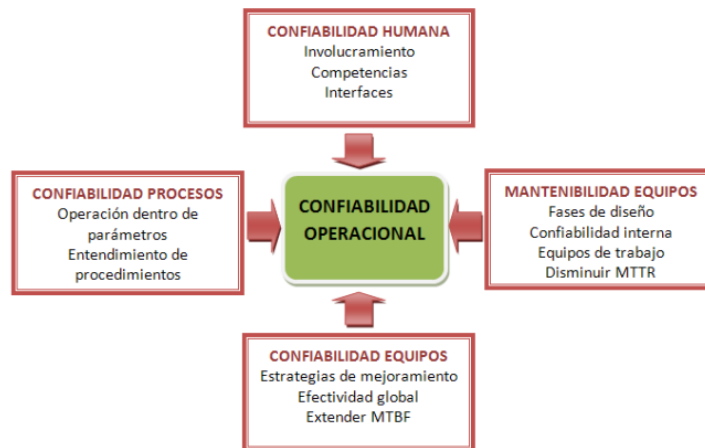
Figura 30. Criterios para el análisis de criticidad



Fuente: MOUBRAY, John. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. RCM II. Traducción por Ellman Suerios y Asociados. Buenos Aires, Argentina – Madrid, España. Edición en español. USA: Lillington, North Carolina. 2004.

Al hablar de confiabilidad operacional debe tenerse en cuenta cuatro criterios de análisis: confiabilidad humana, confiabilidad de los equipos, confiabilidad del proceso y finalmente, la mantenibilidad de los equipos, tal y como se ve en la figura 31, que se muestra a continuación :

Figura 31. Factores de la Confiabilidad Operacional



Fuente: ESPINOSA FUENTES, Fernando. Confiabilidad operacional de equipos: Metodologías y Herramientas. [En línea]. Disponible en: <http://campuscurico.utralca.cl/~fespinoso/ANALISIS%20CAUSA%20RAIZ%20y%20sus%20herramientas.pdf>. [Citado el 18 de Agosto de 2014].

Un proceso de desarrollo de la Confiabilidad Operacional implica cambios en la cultura de la empresa, creando un organismo diferente con un amplio sentido de la productividad y con una visión clara de los fines del negocio. La variación en conjunto o individual que pueda sufrir cada uno de estos cuatro aspectos mostrados, afecta el desempeño general del sistema. Cualquier hecho aislado de mejora puede traer beneficios, pero no al considerarse los demás factores, sus ventajas son limitadas o diluidas en la organización y pasan a ser el resultado de un proyecto y no de un cambio organizacional.¹⁰

La confiabilidad en mantenimiento se estudia como la probabilidad que un equipo sobreviva sin fallas un determinado período de tiempo bajo determinadas condiciones de operación.

Sin embargo esta definición no demuestra en realidad todos los alcances que conlleva. La confiabilidad es más que una probabilidad; es una nueva forma de ver el mundo, en realidad es una cultura que debe implementarse a todos los niveles de la industria desde la alta dirección hasta el empleado de más bajo nivel. La confiabilidad como cultura busca que todas las actividades de producción y en general todas las tareas se efectúen bien desde la primera vez y por siempre; no se acepta que se hagan las cosas precariamente o a medias.

Esto implica un cambio en la mentalidad de todo el personal de la planta, nuevas formas de pensar y actuar, nuevos paradigmas; por esto es de radical importancia que la dirección de la empresa tome conciencia de la nueva situación y de su dificultad de conseguirla. Inculcar un cambio en la forma de pensar no es sencillo, cuesta gran cantidad de trabajo y tiempo; la dirección debe enfocar sus esfuerzos en la formación de sus empleados mediante políticas que permitan la participación

¹⁰ HUERTA MENDOZA, Rosendo. Club de mantenimiento. Publicación periódica página 12: "El Análisis de Criticidad, una metodología para mejorar la confiabilidad operacional". Aplicación del Análisis de Criticidad en Petróleos de Venezuela. PDVSA E & P Occidente. Autor.

del personal en planes de mejoramiento continuo de procesos, círculos de participación y demás elementos que persigan alcanzar los objetivos propuestos.

Todo lo anterior requiere de soporte gerencial de alto nivel y convencimiento de que no es una tarea fácil ni a corto plazo, donde se debe hacer una gran inversión de capital y tiempo, en capacitación y reconocimiento y donde los logros superan con creces las predicciones.

2.3.2 Método de coeficientes de ponderación.

Para el análisis de los equipos críticos se realiza una evaluación con el objeto de determinar el índice de criticidad de cada equipo. En este método se elabora una tabla en la cual se establecen un conjunto de criterios, que ya tienen preestablecidos unos valores de ponderación los cuales son promediados dependiendo del número de personas evaluadas, para posteriormente hallar los índices de criticidad buscados.¹¹

A continuación podemos ver la tabla 1 con sus respectivos criterios y ponderaciones:

¹¹ HERNANDEZ MORENO, Seimar Felipe y PABON NEIRA, Victor Alfonso. Diseño de un sistema de mantenimiento preventivo para la planta de mecanizado de Industrias Tanuzi S.A. basado en análisis de criticidad y análisis de modos y efectos de falla (FMEA). Trabajo de Grado Ingeniero Mecánico. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. 2012. Pág. 41.

Tabla 1. Tabla de ponderaciones de factores influyentes

1. FRECUENCIA DE FALLAS (TODO TIPO DE FALLAS)		2. COSTO DE MANTENIMIENTO	
4	Pobre mayor a 2 fallas/año	2	Mayor o igual a 20000\$
3	Promedio 1-2 fallas/año	1	Inferior a 20000\$
2	Buena 0.5-1 fallas/año	4. IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTE HIGIENE (SAH)	
1	Excelente menos de 0.5 falla/año		
3. IMPACTO OPERACIONAL		8	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización
10	Pérdida de todo el despacho		
7	Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas	7	Afecta el ambiente/instalaciones
4	Impacta en niveles de inventario o calidad	5	Afecta las instalaciones causando daños severos
1	No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	3	Provoca daños menores (ambiente-seguridad)
5. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		1	No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al ambiente
4	No existe opción de producción y no hay función de repuesto		
2	Hay opción de repuesto compartido/almacén		
1	Función de repuesto disponible		

Fuente: PDVSA E & P Occidente 2002

2.4 DESCRIPCIÓN ACTUAL DEL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA MOTORESTE MOTORS

MOTORESTE MOTORS S.A. realiza actualmente labores de mantenimiento contratadas y subcontratadas por lo cual el mantenimiento de las máquinas y

herramientas ubicadas en el departamento de posventa son realizadas por empresas externas a esta (outsourcing), no obstante, el tipo de contrato que se hace para las tareas a realizar por terceros es de manera indirecta y solamente para trabajos correctivos.

Por lo tanto no existe un departamento de mantenimiento organizado y responsable de la planeación, organización y elaboración de tareas de prevención o hasta predicción en la corrección de los equipos de trabajo.

Por lo cual el ingeniero encargado será el responsable directo o indirectamente de cada uno de los arreglos y reparaciones pertinente para cada uno de los talleres, esto lo hará mediante capacitaciones de personal y actualización en cada una de las tareas planeadas o no planeadas como imprevistos que se tengan que realizar a cada uno de los equipos que pertenecen a la empresa.

Se concluye entonces que el mantenimiento en la empresa tiene las siguientes características:

- *La mayor parte de las actividades de mantenimiento son de tipo correctivo.*
- *No se realiza mantenimiento preventivo en los equipos.*
- *Falta mejorar la capacitación e incentivar al personal de la empresa para la realización de las labores de mantenimiento¹².*

¹² SANTAMARIA TELLEZ Javier Alexander CONSUEGRA TORRES, Juan Pablo. Diseño del sistema de información para la administración del mantenimiento en la empresa Maquinados y Montajes LTDA. Trabajo de Grado Ingeniero Mecánico. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. 2009. Pág. 34.

2.5 DIAGNOSTICO DE LA GERENCIA DE MANTENIMIENTO

La administración del mantenimiento en la empresa no posee un patrón específico que vele por la planeación, verificación y control de las actividades del mantenimiento.

En vista de que las labores del mantenimiento, y el informe de servicios prestados por técnicos contratados es el único registro, o el documento de orden de trabajo diligenciado por el técnico del equipo; no es posible estimar con exactitud un presupuesto para el mantenimiento. Asumiendo estos gastos como egresos generales sin tener en cuenta las pérdidas por horas/máquina y por horas/hombre. Como tampoco es posible la medida de indicadores para la gestión de calidad en los procesos.¹³

2.6 DIAGNOSTICO DEL INVENTARIO DE MAQUINAS

En el proceso de implementación de una base de información para la administración del mantenimiento, es necesario desarrollar un inventario a los equipos de los talleres de alistamiento de vehículos pesados y vehículos livianos en la empresa; con el fin de establecer la cantidad, la clasificación de los equipos y efectuar un análisis preliminar acerca de los posibles tipos de mantenimiento que se pueden aplicar.¹⁴

¹³ SANTAMARIA TELLEZ Javier Alexander CONSUEGRA TORRES, Juan Pablo. Diseño del sistema de información para la administración del mantenimiento en la empresa Maquinados y Montajes LTDA. Trabajo de Grado Ingeniero Mecánico. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. 2009. Pág. 34, 35.

¹⁴ Ibid . Pág. 35.

A continuación se muestra un listado de los equipos de talleres livianos en la empresa MOTORESTE MOTORS S.A. (Ver Tabla 2):

Tabla 2. Listado de los equipos de talleres livianos en la empresa MOTORESTE MOTORS S.A.

TALLER DE VEHICULOS LIVIANOS		
ITEM	EQUIPO	CANTIDAD
1	Elevador de carga (tipo 1)	3
2	Elevador de carga (tipo 2)	1
3	Elevador de carga (tipo 3)	1
4	Elevador de carga (tipo 4)	2
5	Esmeril de banco	1
6	Hidrolimpiadora	1
7	Aspiradora y Secadora	1
8	Cargador de Baterías	1
9	Escáner de vehículos	1
10	Compresor de Resortes	1
11	Diferencial de Carga	1
12	Gato Hidráulico de Garaje	1
13	Prensa de Banco	1
14	Unidad de Mtto de Aire Comprimido	4
15	Bomba Neumática de Aceite	1
16	Pistola de Suministro de Aceite	4
17	Pistola Neumática	3
18	Pistola de Suministro de Aire	3

A continuación se muestra un listado de los equipos de talleres pesados en la empresa MOTORESTE MOTORS S.A. (Ver Tabla 3):

Tabla 3. Listado de los equipos de talleres pesados en la empresa MOTORESTE MOTORS S.A.

TALLER DE VEHICULOS PESADOS		
ITEM	EQUIPO	CANTIDAD
1	Amoladora de banco	1
2	Diferencial manual	2
3	Gato plancha	2
4	Gato hidráulico de garaje	3
5	Gato neumático	1
6	Gato botella	4
7	Pistola neumática	3
8	Pistola suministro de grasa	1
9	Pistola suministro de aceite	4
10	Bomba grasera neumática	1
11	Bomba neumática de aceite	6
12	Equipo de soldadura	1
13	Cargador de baterías	1
14	Bomba manual de aceite	4
15	Unidad de Mtto de aire comprimido	9
16	Prensa hidráulica	1
17	Taladro de banco	1

A continuación se muestra un listado de los equipos de servicios generales en la empresa MOTORESTE MOTORS S.A. (Ver Tabla 4):

Tabla 4. Listado de los equipos de servicios generales en la empresa MOTORESTE MOTORS S.A.

SERVICIOS GENERALES		
ITEM	EQUIPO	CANTIDAD
1	Compresor de Aire	2
2	Unidad de Aire Acondicionado	3
3	Tanque Mobil	1

2.7 DIAGNOSTICO DE LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

Para la planear y ejecutar labores de mantenimiento es necesario conocer los equipos y los elementos o sistemas vulnerables de fallas.

Los fabricantes de maquinaria proporcionan catálogos de partes donde se pueden observar los diferentes componentes de los equipos, su clasificación y referencia para su fácil obtención en el mercado. También proveen manuales de usuario donde se indican los pasos a seguir para la correcta operación y optimización a la hora de funcionar las maquinas. Estas indicaciones involucran procedimiento de montaje y desmontaje, prácticas de mantenimiento, puesta a punto de todos los elementos, recomendaciones de lubricantes, tiempo de vida media de algunos componentes y en ocasiones están especificadas las implicaciones para el cumplimiento de la garantía legal y contractual.

En la empresa MOTORESTE MOTORS S.A. dichos catálogos y/o manuales se encuentran desorganizados y localizados en el almacén de Herramienta Especializada.¹⁵

A continuación se muestra la Tabla 5 con el listado de los catálogos y/o manuales encontrados en la empresa MOTORESTE MOTORS S.A.:

¹⁵ Ibid. Pág. 37.

Tabla 5. Con el listado de los catálogos y/o manuales

ITEM	NOMBRE DEL CATALOGO Y/O MANUAL	ABREVIATURA
1	Catalogo especializado en equipos de posventa	CEPOS
2	Ayuda área de mecánica	AAMEC
3	Elevador electrohid LAUNCH	EELA
4	Elevador tijeras LAUNCH	ETLA
5	Manual Instructivo Elevadores	MIEL
6	Instrucciones generales sobre elevadores	IGEL
7	manual instrucción de elevador de tijeras	MIETJ
8	GATO_DE_TRANSMISION	GATR
9	Aspiradora Craftsman	ASCR
10	GUIA de NEUMATICA	GNEU
11	MANUAL INSTRUCCION DE COMPRESOR DE AIRE	MICAI
12	Manual diferencial Lodestar	DFLO
13	Manual de taladro de banco marca Truper	MTBA
14	MANUAL INSTRUCTIVO CARGADOR BATERIAS	MICB
15	Manual diferencial Mega-interior	DFMG

ITEM	NOMBRE DEL CATALOGO Y/O MANUAL	ABREVIATURA
16	Polipasto Manual	MPOL
17	Mtto prensa de banco	MPRB
18	Manual Prensas Mega	MPMG
19	Strut Tamer Extreme_tcm20-23767	STEX

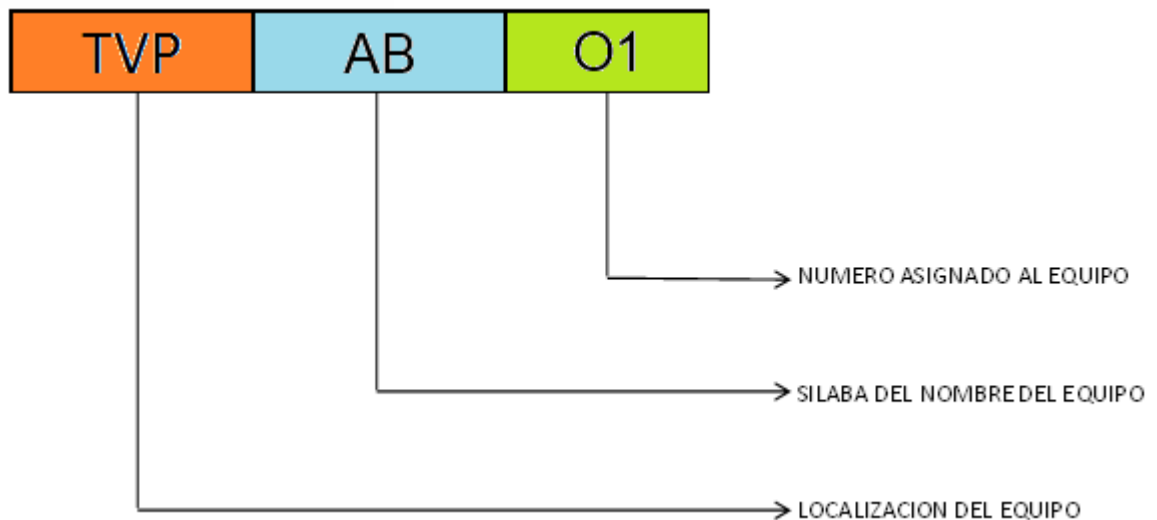
2.8 CODIFICACIÓN PARA IDENTIFICAR LOS EQUIPOS

Para dar comienzo al sistema de mantenimiento que permitan acciones de control, dirección y conducción de las actividades de mantenimiento, es necesaria la creación de un sistema de codificación para identificar los equipos.

La figura XX ilustra, que para lograr uniformidad en esta codificación, se desarrolla un modelo alfanumérico compuesto por tres secciones: la primera se compone de tres letras que identifican el lugar donde están ubicados los equipos, la segunda de una sigla que se conforma de la primera sílaba del nombre del equipo y la tercera de un número asignado a cada uno de los equipos. Tomando para esto como ejemplo la amoladora de banco que se encuentra en el taller de vehículos pesados (TVP).

A continuación se ilustra en la figura 32, el modelo de codificación:

Figura 32. Codificación de un equipo



A continuación se presenta la tabla 6, donde se muestra la codificación de los equipos en el taller de vehículos livianos:

Tabla 6. Codificación de los equipos en el taller de vehículos livianos

TALLER DE VEHICULOS LIVIANOS		
ITEM	CODIFICACION	EQUIPO
1	TVL-EL-01	ELEVADOR DE CARGA (TIPO 1)
2	TVL-EL-02	ELEVADOR DE CARGA (TIPO 1)
3	TVL-EL-03	ELEVADOR DE CARGA (TIPO 1)
4	TVL-EL-04	ELEVADOR DE CARGA (TIPO 2)
5	TVL-EL-05	ELEVADOR DE CARGA (TIPO 3)
6	TVL-EL-06	ELEVADOR DE CARGA (TIPO 4)
7	TVL-EL-07	ELEVADOR DE CARGA (TIPO 4)
8	TVL-EB-01	ESMERIL DE BANCO
9	TVL-HL-01	HIDROLIMPIADORA
10	TVL-AS-01	ASPIRADORA Y SECADORA
11	TVL-CB-01	CARGADOR DE BATERIAS

TALLER DE VEHICULOS LIVIANOS		
ITEM	CODIFICACION	EQUIPO
12	TVL-SD-01	ESCANER DE VEHICULOS
13	TVL-CR-01	COMPRESOR DE RESORTES
14	TVL-DF-01	DIFERENCIAL DE CARGA
15	TVL-GG-01	GATO HIDRÁULICO DE GARAJE
16	TVL-PB-01	PRENSA DE BANCO
17	TVL-UA-01	UNIDAD DE MTTO DE AIRE COMPRIMIDO
18	TVL-UA-02	UNIDAD DE MTTO DE AIRE COMPRIMIDO
19	TVL-UA-03	UNIDAD DE MTTO DE AIRE COMPRIMIDO
20	TVL-UA-04	UNIDAD DE MTTO DE AIRE COMPRIMIDO
21	TVL-BO-01	BOMBA NEUMATICA DE ACEITE
22	TVL-PO-01	PISTOLA DE SUMINISTRO DE ACEITE
23	TVL-PO-02	PISTOLA DE SUMINISTRO DE ACEITE
24	TVL-PO-03	PISTOLA DE SUMINISTRO DE ACEITE
25	TVL-PO-04	PISTOLA DE SUMINISTRO DE ACEITE
26	TVL-PN-01	PISTOLA NEUMATICA
27	TVL-PN-02	PISTOLA NEUMATICA

TALLER DE VEHICULOS LIVIANOS		
ITEM	CODIFICACION	EQUIPO
28	TVL-PN-03	PISTOLA NEUMATICA
29	TVL-PA-01	PISTOLA DE SUMINISTRO DE AIRE
30	TVL-PA-02	PISTOLA DE SUMINISTRO DE AIRE
31	TVL-PA-03	PISTOLA DE SUMINISTRO DE AIRE

A continuación se presenta la tabla 7, donde se muestra la codificación de los equipos en el taller de vehículos pesados:

Tabla 7. Codificación de los equipos en el taller de vehículos pesados

TALLER DE VEHICULOS PESADOS		
ITEM	CODIFICACION	EQUIPO
1	TVP-AB-01	AMOLADORA DE BANCO
2	TVP-DF-01	DIFERENCIAL MANUAL
3	TVP-DF-02	DIFERENCIAL MANUAL
4	TVP-GP-01	GATO PLANCHA
5	TVP-GP-02	GATO PLANCHA
6	TVP-GG-01	GATO HIDRAULICO DE GARAJE
7	TVP-GG-02	GATO HIDRAULICO DE GARAJE
8	TVP-GG-03	GATO HIDRAULICO DE GARAJE
9	TVP-GN-01	GATO NEUMATICO
10	TVP-GB-01	GATO BOTELLA
11	TVP-GB-02	GATO BOTELLA
12	TVP-GB-03	GATO BOTELLA
13	TVP-GB-04	GATO BOTELLA
14	TVP-PN-01	PISTOLA NEUMATICA (TIPO I)
15	TVP-PN-02	PISTOLA NEUMATICA (TIPO II)
16	TVP-PN-03	PISTOLA NEUMATICA (TIPO III)
17	TVP-PG-01	PISTOLA SUMINISTRO DE GRASA
18	TVP-PO-01	PISTOLA SUMINISTRO DE ACEITE
19	TVP-PO-02	PISTOLA SUMINISTRO DE ACEITE
20	TVP-PO-03	PISTOLA SUMINISTRO DE ACEITE
21	TVP-PO-04	PISTOLA SUMINISTRO DE ACEITE
22	TVP-BG-01	BOMBA GRASERA NEUMATICA

23	TVP-BO-01	BOMBA NEUMATICA DE ACEITE
24	TVP-BO-02	BOMBA NEUMATICA DE ACEITE
25	TVP-BO-03	BOMBA NEUMATICA DE ACEITE
26	TVP-BO-04	BOMBA NEUMATICA DE ACEITE
27	TVP-BO-05	BOMBA NEUMATICA DE ACEITE
28	TVP-BO-06	BOMBA NEUMATICA DE ACEITE
29	TVP-ES-01	EQUIPO DE SOLDADURA

TALLER DE VEHICULOS PESADOS		
ITEM	CODIFICACION	EQUIPO
30	TVP-CB-01	CARGADOR DE BATERIAS
31	TVP-BM-01	BOMBA MANUAL DE ACEITE
32	TVP-BM-02	BOMBA MANUAL DE ACEITE
33	TVP-BM-03	BOMBA MANUAL DE ACEITE
34	TVP-BM-04	BOMBA MANUAL DE ACEITE
35	TVP-UA-01	UNIDAD DE MTTO DE AIRE COMPRIMIDO
36	TVP-UA-02	UNIDAD DE MTTO DE AIRE COMPRIMIDO
37	TVP-UA-03	UNIDAD DE MTTO DE AIRE COMPRIMIDO
38	TVP-UA-04	UNIDAD DE MTTO DE AIRE COMPRIMIDO
39	TVP-UA-05	UNIDAD DE MTTO DE AIRE COMPRIMIDO
40	TVP-UA-06	UNIDAD DE MTTO DE AIRE COMPRIMIDO
41	TVP-UA-07	UNIDAD DE MTTO DE AIRE COMPRIMIDO
42	TVP-UA-08	UNIDAD DE MTTO DE AIRE COMPRIMIDO
43	TVP-UA-09	UNIDAD DE MTTO DE AIRE COMPRIMIDO
44	TVP-PH-01	PRENSA HIDRAULICA
45	TVP-TB-01	TALADRO DE BANCO

A continuación se presenta la tabla 8, donde se muestra la codificación de los equipos ubicados en servicios generales:

Tabla 8. Codificación de los equipos en servicios generales

SERVICIOS GENERALES		
ITEM	CODIFICACION	EQUIPO
1	TVP-AB-01	COMPRESOR DE AIRE
2	TVP-DF-01	COMPRESOR DE AIRE
3	SG-AA-01	UNIDAD DE AIRE ACONDICIONADO
4	SG-AA-02	UNIDAD DE AIRE ACONDICIONADO
5	SG-AA-03	UNIDAD DE AIRE ACONDICIONADO
6	SG-TM-01	TANQUE MOBIL

2.9 DIAGNOSTICO DE GESTION DE REPUESTOS

El almacenamiento de los repuestos no se realiza organizadamente, sin ningún control o llevar un inventario de las partes.

La empresa posee una lista de técnicos que son los encargados del mantenimiento de los equipos, ellos no solo se encargan de la reparación sino también de comprar los repuestos que necesitan.

La distribución de los recipientes de combustibles, grasas o aceites posee control con un software que maneja el almacén de repuestos pero no el consumo de los mismos.

Así mismo se puede concluir que:

- La empresa no cuenta con un stock en los talleres en el caso de que ocurra una emergencia relacionada con el mantenimiento.

- No se tienen establecidos los niveles máximos ni mínimos de los repuestos, por esta razón se pueden agotar sin realizar reposiciones.
- Aunque se conocen los costos de los repuestos y materiales consumibles, esta forma de gestionar los repuestos no es eficiente en costos ni rentabilidad para la empresa.

3. EL PROBLEMA

A continuación se presentara toda la información concerniente a la formulación del problema objetivo de trabajo en este proceso. A fin de ofrecer una orientación en torno al sentido del proceso de mantenimiento elaborado.

3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

MOTORESTE MOTORS S.A. es una empresa dedicada a la concesión, venta y garantía de vehículos de grandes marcas conocidas a nivel mundial para la importación a nivel nacional ya que es un concesionario autorizado por Daimler Colombia S.A. realizando así también trabajos de mantenimiento a los vehículos que dan en venta y los relacionados con las marcas con las cuales trabajan. Además también prestan servicios relacionados con la construcción y negociación en bienes raíces como la venta y alquiler de maquinaria pesada como el mantenimiento de los mismos vehículos.

La empresa no dispone de un sistema de información para la administración del mantenimiento de las máquinas y herramientas que posee. El modo de mantenimiento con el que cuenta la planta es netamente correctivo. Las labores mantenimiento son ejecutadas únicamente en el momento que se presenta falla en alguno de los dispositivos. No se cuenta con formatos de hojas de vida y ordenes de trabajo, por lo que no se tiene un seguimiento adecuado de los equipos. Una vez se genera una falla en alguno de los equipos se informa a los jefes de taller, quien toma la decisión de realizar o no, acciones de primera mano dependiendo de la magnitud y posible costo del mantenimiento; en algunos casos debido a la complejidad e inadecuada capacitación de los operarios se ven

obligados a efectuar contrataciones externas con empresas dedicadas a la comercialización y asistencia técnica o a la encargada de proveerles los equipos en cuestión.

En vista de que las actividades de mantenimiento no son controladas, y que el único registro es el informe de servicios prestados por el técnico, no se puede establecer con exactitud un presupuesto o el costo total de estas labores para el mantenimiento. La única referencia económica que se tiene, es la cantidad de repuestos utilizados en cada reparación, y costo de la mano de obra del mismo. Dejando estos gastos como egresos generales sin tener en cuenta las pérdidas por horas/máquina y por horas/hombre. Tampoco es posible la medida de indicadores para la gestión de calidad en los procesos.

Figura 33. Imagen comercial de la organización



Fuente: www.dalelamanoasantander.com/empresas-vinculadas/motoreste/

Una de las formas de optimización de los procesos y mejorar la calidad del servicio, es desarrollar un sistema de información que ayude a determinar que equipos necesitan mantenimiento preventivo, este sistema debe adaptarse a las necesidades y requerimientos de la empresa logrando de esta manera alcanzar sus metas y objetivos. Además, un sistema de información juega un papel importante en el aumento del ciclo de vida de los equipos, contribuyendo a reducir los costos, minimizar el tiempo muerto de las máquinas, mejorar la calidad, incrementar la productividad y contar con un equipo confiable que sea seguro, y

este bien configurado para lograr la entrega oportuna de los vehículos automotores a los clientes.

3.2 JUSTIFICACION DE LA SOLUCION

Con el desarrollo de este trabajo de grado se pretende dotar a los talleres de la empresa MOTORESTE MOTORS S.A. con un instrumento que sirva como medio para mejorar en gran medida las actividades de mantenimiento.

Actualmente la clase de mantenimiento que se aplica en la empresa es meramente de tipo correctivo, por lo que será de gran ayuda la implementación de un programa de mantenimiento preventivo. Con esto se mejora substancialmente la relación cliente-empresa puesto que se brinda un mejor servicio, más completo, oportuno y eficaz en lo relacionado con el área del mantenimiento en los talleres de alistamiento de la empresa.

El desarrollo del trabajo se realizará en tres etapas. En la primera se establecerá un plan de mantenimiento preventivo, para cada una de los maquinas herramientas, y equipos con los que cuenta la empresa, posteriormente en la segunda etapa se realizara un programa para establecer de manera rápida la clase de mantenimiento correspondiente a cada máquina herramienta analizada por sistemas y subsistemas de los equipos más críticos y por último se programará un sistema de información para la administración del mantenimiento en la empresa.

El objetivo fundamental del sistema de información para el mantenimiento es presentar continuamente la base de datos esencial para la correcta y oportuna planificación del mantenimiento y la evaluación de su gestión. Además de esto se quiere complementar y reforzar las tareas de mantenimiento que actualmente se

llevan a cabo y con ello hacer una mejora en la comunicación entre la Empresa y las diferentes dependencias para incrementar el control y análisis de los objetivos que se ha trazado la empresa.

La implementación de la administración del mantenimiento descrita como una acción integrada que se mueve en dirección de las metas de la empresa permite establecer las plataformas o módulos adecuados para la satisfacción completa de las necesidades. El listado de los módulos a trabajar serán los siguientes:

- **Módulo Máquinas**

Contiene toda la información correspondiente a Fichas técnicas, hojas de vida, rutinas y procedimientos de mantenimiento y fotos de las diferentes máquinas y herramientas de los talleres de alistamiento.

- **Módulo Orden de Trabajo**

Este módulo genera las órdenes de trabajo provenientes de la programación sistemática del mantenimiento dentro de los talleres, una vez determinados todos los aspectos contenidos en las hojas de índice de equipos, se procede a programar el Mantenimiento Preventivo: anual, semestral, mensual, semanal, y diario; tratando de coordinar las diferentes secciones de forma tal que se haga el Mantenimiento simultáneamente en un mismo equipo. Especialmente cuando haya parada de equipo. Además estas tienen la capacidad de alimentar información a las hojas de vida de los equipos, sobre las actividades efectuadas, fechas de solicitud y realización de la labor, aprobación, repuestos, costos de mano de obra y materiales.

- **Módulo Alarmas**

Permite recordar al personal la programación completa de labores de mantenimiento. Además de indicar el vencimiento de pólizas y seguros de los equipos y el fin de la vida útil de algunos repuestos, componentes y/o suministros.

- **Módulo Indicadores de gestión**

Presenta la información sobre el comportamiento del mantenimiento, a través de variables como la disponibilidad, mantenibilidad y confiabilidad, además de estadísticas útiles para la gestión y administración del mantenimiento como: paradas programadas, tiempo promedio entre fallas, tiempo promedio entre reparaciones, costos de mano de obra, costos de repuestos y suministros.

- **Módulo Almacén**

Contiene la información sobre los inventarios de repuestos, suministros, combustibles y lubricantes del área de mantenimiento, así como la opción de manejo y control de estos inventarios.

- **Módulo Empresa**

En este módulo se encuentra información sobre los empleados, técnicos, proveedores y datos generales de la empresa.

Para la selección de la alternativa más adecuada de la plataforma de desarrollo del programa se tuvieron en cuenta esencialmente dos características:

- Facilidad de adquisición de licencia.
- Soporte de la plataforma para manejar el software en red.

De acuerdo con el análisis de estos parámetros, se concluye que la mejor opción es desarrollar el software bajo la plataforma de Java.

Java es un lenguaje de programación orientado a objetos, desarrollado por Sun Microsystems a principios de los años noventa. El lenguaje en sí mismo toma mucha de su sintaxis de C y C++, pero tiene un modelo de objetos más simple y elimina herramientas de bajo nivel, que suelen inducir a muchos errores, como la manipulación directa de punteros.

En general podemos decir que Java es una herramienta de programación (como C, C++, BASIC, Pascal o Logo) que sirve para crear aplicaciones informáticas. Algunas de sus características más destacables son:

 **Soportado en variados sistemas operativos:**

Una misma aplicación puede funcionar en diversos tipos de ordenadores y sistemas operativos: Windows, Linux, Solaris, MacOS-X así como en otros dispositivos inteligentes.

 **Facilidad de manejo:**

Los programas Java pueden ser aplicaciones independientes (que corren en una ventana propia) o "applets": pequeños programas interactivos que se encuentran incrustados en una página Web y pueden funcionar con cualquier tipo de navegador: Explorer, Netscape, Ópera, etc.

 **Lenguaje orientado a objetos:**

Esto significa que los programas se construyen a partir de módulos independientes, y que estos módulos se pueden transformar o ampliar fácilmente. Un equipo de programadores puede partir de una aplicación existente para extenderla con nuevas funcionalidades.

 **Software libre:**

Su desarrollo está impulsado por un amplio colectivo de empresas y organizaciones, y conecta con la filosofía de software abierto.

3.4 OBJETIVOS DEL PROCESO

A continuación se presentan los objetivos generales y específicos del proceso.

3.4.1 Objetivo general Contribuir al compromiso misional de la Universidad Industrial de Santander realizando una participación activa a través del fortalecimiento de las relaciones con la industria, mediante la realización de tareas o actividades que la empresa requiere para aumentar los niveles de disponibilidad de la maquinaria en el desarrollo de los procesos productivos y minimización de costos.

3.4.2 Objetivos específicos

- Efectuar un diagnóstico del estado actual del mantenimiento en MOTORESTE MOTORS S.A.
- Realizar un inventario y codificación de las máquinas y herramientas en los talleres de alistamiento de vehículos pesados y vehículos livianos de MOTORESTE MOTORS S.A.
- Diseñar y desarrollar una base de Información en Excel para el área de mantenimiento de los equipos encontrados en los talleres de alistamiento de vehículos pesados y vehículos livianos de la empresa MOTORESTE MOTORS S.A., con los siguientes ítems: hojas de vida de la máquinas, manuales de las máquinas, formato para el informe técnico de mantenimiento para empezar un historial del equipo y repuestos en stock.
- Crear manuales y guías para el proceso de aprendizaje del personal con sus respectivos niveles de seguridad en los diferentes entornos del mantenimiento.
- Diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo a los equipos de los talleres de alistamiento de vehículos pesados y vehículos livianos en la empresa MOTORESTE MOTORS S.A., basado en análisis de criticidad y análisis de modos y efectos de falla (FMEA).

- Desarrollar los siguientes módulos: Módulo Máquinas, Módulo Orden de Trabajo, Módulo Alarmas, Módulo Indicadores de gestión, Módulo Almacén y Módulo Empresa; en un software llamado SCAM MOTORS que sea compatible con los requerimientos de hardware de los equipos informáticos existentes en la empresa.

3.5 DISEÑO METODOLÓGICO

El diseño metodológico inicia con el acercamiento a la dependencia principal de MOTORESTE MOTORS S.A., específicamente en los talleres de alistamiento, con el fin de conocer el manejo que tiene el ente en torno al tema de mantenimiento. Después se procede a la recopilación y aplicación de las acciones referidas a la elaboración del diagnóstico general basado, para ello, en la metodología llamada FMECA. Este inicia con la recolección de información referida al manejo por parte del personal de los talleres y equipos. Para un mejor entendimiento ver la figura 34.

Figura 34. Proceso metodológico



4. ANALISIS DE CRITICIDAD POR FACTORES PONDERADOS EN LOS EQUIPOS DE LOS TALLERES DE ALISTAMIENTO DE VEHICULOS LIVIANOS Y VEHICULOS PESADOS DE LA EMPRESA MOTORESTE MOTORS S.A.

En el presente capítulo se desarrolla el primer objetivo con el cual se seleccionan los equipos que son objeto de estudio en el resto del proceso de diseño para el plan de mantenimiento preventivo en la empresa MOTORESTE MOTORS S.A.





4.1 LEVANTAMIENTO DEL INVENTARIO DE LOS EQUIPOS DE LOS TALLERES DE SERVICIO

4.1.1 Equipos del taller de vehículos livianos (TVL) En la Tabla 9 se muestra el inventario de los equipos del taller de vehículos livianos.







Tabla 9 Base de datos con la descripción técnica de los equipos del taller de vehículos livianos.

CODIGO	NOMBRE DEL EQUIPO	DESCRIPCION TECNICA	FOTOGRAFIA
TVL-EL-01	ELEVADOR ELECTROHIDRAULICO DE DOS COLUMNAS (Rotary Lift)	Marca: Rotary Lift. Modelo: SPOA10N700 Capacidad: 10 000 lbs Datos del motor: Hydraulic Motor (2 Hp; 1700 RPM) Voltaje: 208-230V	




CODIGO	NOMBRE DEL EQUIPO	DESCRIPCION TECNICA	FOTOGRAFIA
TVL-EL-02	ELEVADOR ELECTROHIDRAULICO DE DOS COLUMNAS (Rotary Lift)	Marca: Rotary Lift. Modelo: SPOA10N700 Capacidad: 10 000 lbs Datos del motor: Hydraulic Motor (2 Hp; 1700 RPM) Voltaje: 208-230V	
TVL-EL-03	ELEVADOR ELECTROHIDRAULICO DE DOS COLUMNAS (Rotary Lift)	Marca: Rotary Lift. Modelo: SPOA10N700 Capacidad: 10 000 lbs Datos del motor: Hydraulic Motor (2 Hp; 1700 RPM) Voltaje: 208-230V	
TVL-EL-04	ELEVADOR ELECTROHIDRAULICO DE DOS COLUMNAS (Launch)	Marca: Launch. Modelo: TLT 235SC Capacidad: 3500 Kg Datos del motor: potencia de 2.2 kW	
TVL-EL-05	ELEVADOR ELECTROHIDRAULICO DE DOS COLUMNAS (Hyntec valve)	Marca: Hyntec valve Modelo: 3V210-08 Datos del motor: Hydraulic Motor (P= 3 hp; 2850 RPM)	

CODIGO	NOMBRE DEL EQUIPO	DESCRIPCION TECNICA	FOTOGRAFIA
TVL-EL-06	ELEVADOR ELECTROHIDRAULICO DE TIJERAS (Launch)	Marca: Launch. Modelo: TLT 632 A Capacidad: 3.2 ton Datos del motor: potencia de 2.2 kW Voltaje: 220V	
TVL-EL-07	ELEVADOR ELECTROHIDRAULICO DE TIJERAS (Launch)	Marca: Launch. Modelo: TLT 632 A Capacidad: 3.2 ton Datos del motor: potencia de 2.2 kW Voltaje: 220V	
TVL-EB-01	ESMERIL DE BANCO	Marca: Uyus power Modelo: EMA306-1 Datos del motor: Motor (520 w; 3550 RPM) Voltaje: 120V	
TVL-HL-01	HIDROLIMPIADORA	Marca: COMET K Premium 9.15 Mobile Modelo: K Premium 9.15T Nª equipos: 1 Características técnicas: Presión máx. (bar): 230 (max 23 MPa) Potencia (Kw): 7,3 Caudal (l/h): 900 Peso (kg): 55 Voltaje: 220V	

CODIGO	NOMBRE DEL EQUIPO	DESCRIPCION TECNICA	FOTOGRAFIA
TVL-AS-01	ASPIRADORA Y SECADORA	Marca: Craftsman Modelo: 113.177611 Datos del motor: Motor (Potencia máx. 6,0 HP) Capacidad: 16 GLN.	
TVL-CB-01	CARGADOR DE BATERIAS	Datos Técnicos: Cargadores Volta. Voltaje ent.: 110V Voltaje sal.: 12-24V	
TVL-SD-01	ESCANER DE VEHICULOS	Datos Técnicos: Star Diagnosis (escáner de mercedes). Marca XENTRY Tab.	
TVL-CR-01	COMPRESOR DE RESORTES	Marca: OTC. Struct Tamer EXTREME (www.otctools.com)	
TVL-DF-01	DIFERENCIAL DE CARGA	Marca: Koch. Carga máxima: 2 1/2 toneladas.	
TVL-GG-01	GATO HIDRÁULICO DE GARAJE	Marca: Mega Capacidad: 2 Ton	
TVL-PB-01	PRENSA DE BANCO	Marca: Barbero Argentina	

CODIGO	NOMBRE DEL EQUIPO	DESCRIPCION TECNICA	FOTOGRAFIA
TVL-UA-01	UNIDAD DE MTTO DE AIRE COMPRIMIDO (TIPO I)	Datos Técnicos: AIRTAC GL30015(máx. pres 145 psi a T 41-140° F); filtro AIR FILTER AF4000(1,0 MPa)	
TVL-UA-02	UNIDAD DE MTTO DE AIRE COMPRIMIDO (TIPO II)	Datos Técnicos: AIRTAC GL30015(máx. pres 145 psi a T 41-140° F); filtro AIR FILTER AF4000(1,0 MPa)	
TVL-UA-03	UNIDAD DE MTTO DE AIRE COMPRIMIDO (TIPO III)	Datos Técnicos: AIRTAC GL30015(máx. pres 145 psi a T 41-140° F); filtro AIR FILTER AF4000(1,0 MPa)	
TVL-UA-04	UNIDAD DE MTTO DE AIRE COMPRIMIDO (TIPO IV)	Datos Técnicos: AIRTAC GL30015(máx. pres 145 psi a T 41-140° F); filtro AIR FILTER AF4000(1,0 MPa)	
TVL-BO-01	BOMBA NEUMATICA DE ACEITE	Marca: FLEXBIMEC Datos Técnicos:	
TVL-PO-01	PISTOLA DE SUMINISTRO DE ACEITE (TIPO I)	Marca: GRACO Datos Técnicos: Presión max trabajo: 1500 psi (103 bar)	

CODIGO	NOMBRE DEL EQUIPO	DESCRIPCION TECNICA	FOTOGRAFIA
TVL-PO-02	PISTOLA DE SUMINISTRO DE ACEITE (TIPO II)	Marca: GRACO Datos Técnicos: Presión max trabajo: 1500 psi (103 bar)	
TVL-PO-03	PISTOLA DE SUMINISTRO DE ACEITE (TIPO III)	Marca: GRACO Datos Técnicos: Presión max trabajo: 1500 psi (103 bar)	
TVL-PO-04	PISTOLA DE SUMINISTRO DE ACEITE (TIPO IV)	Marca: GRACO Datos Técnicos: Presión max trabajo: 1500 psi (103 bar)	
TVL-PN-01	PISTOLA NEUMATICA 1/2"	Marca: Stanley Datos Técnicos: Torque: 500 lb- ft Presión: 90 psi 7000 RPM	
TVL-PN-02	PISTOLA NEUMATICA 1/2"	Marca: Metabo Datos Técnicos: Torque: 740 Nm Presión: 6,2 bar	
TVL-PN-03	PISTOLA NEUMATICA 3/4"	Marca: Stanley Datos Técnicos: Torque: 1100 lbs Presión: 90 psi 3600 RPM	






CODIGO	NOMBRE DEL EQUIPO	DESCRIPCION TECNICA	FOTOGRAFIA
TVL-PA-01	PISTOLA DE SUMINISTRO DE AIRE (TIPO I)	Datos Técnicos: Mikel's carrete de acero con manguera integrada. Usos agua-aire (pres max: 350 psi) Largo: 15m (diámetro:3/8")	
TVL-PA-02	PISTOLA DE SUMINISTRO DE AIRE (TIPO II)	Datos Técnicos: Mikel's carrete de acero con manguera integrada. Usos agua-aire (pres max: 350 psi) Largo: 15m (diámetro:3/8")	
TVL-PA-03	PISTOLA DE SUMINISTRO DE AIRE (TIPO III)	Datos Técnicos: Mikel's carrete de acero con manguera integrada. Usos agua-aire (pres max: 350 psi) Largo: 15m (diámetro:3/8")	

Fuente: Elaboracion propia con base a la información levantada en MOTORESTE MOTORS S.A.

4.1.2 Equipos del taller de vehículos pesados (TVP) En la Tabla 10 se muestra el inventario de los equipos del taller de vehículos pesados.






Tabla 10. Base de datos con la descripción técnica de los equipos del taller de vehículos pesados





CÓDIGO	NOMBRE DEL EQUIPO	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	FOTOGRAFIA
TVP-CA-01	COMPRESOR DE AIRE	Compresor de pistones en V Motor: Reliance Electric Frecuencia: 60 Hz Voltaje: 230/460 Corriente: 14/7 [Amperios] Peso: 111 [lbs] RPM: 1730	
TVP-AB-01	AMOLADORA DE BANCO	Marca Gladiator, Voltaje 110 V, Frecuencia 60 Hz, Velocidad en vacío 3400/min, Potencia 600 W(3/4 HP), Peso 19 Kg, Capacidad: 8"-200 x 25 x 16 mm	
TVP-DM-01	DIFERENCIAL MANUAL	Marca CM LODESTAR, Model 2000 3 AMPS, Capacidad máxima 3 Toneladas ó 3000 Kg	
TVP-DC-01	DIFERENCIAL DE CARGA	Marca CM LODESTAR, Model L, Peso máximo 1 Tonelada; Velocidad 13,3 [fpm] ó 4,1 [mpm]; Potencia 1 [HP] ó 0,75 [KW]	



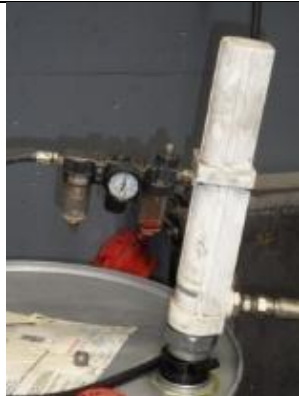

CÓDIGO	NOMBRE DEL EQUIPO	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	FOTOGRAFIA
TVP-GP-01	GATO PLANCHA (TIPO I)	Marca MEGA, Model GCB-2, Capacidad máxima 1 Tonelada ó 1000 Kg	
TVP-GP-02	GATO PLANCHA (TIPO II)	Marca MEGA, Model GCB-2, Capacidad máxima 1 Tonelada ó 1000 Kg	
TVP-GG-01	GATO HIDRÁULICO DE GARAJE (TIPO I)	Marca MEGA, Model T2, Peso 32 Kg, Capacidad máxima 2 Tonelada ó 2000 Kg	
TVP-GG-02	GATO HIDRÁULICO DE GARAJE (TIPO II)	Marca MEGA, Model T2, Peso 32 Kg, Capacidad máxima 2 Tonelada ó 2000 Kg	
TVP-GG-03	GATO HIDRÁULICO DE GARAJE (TIPO III)	Marca MEGA, Model T3, Peso 46 Kg, Capacidad máxima 3 Tonelada ó 3000 Kg	







CÓDIGO	NOMBRE DEL EQUIPO	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	FOTOGRAFIA
TVP-GN-01	GATO NEUMATICO	Marca MEGA, Model NP15-2B, Peso 31 Kg, Capacidad máxima 15 – 30 toneladas	
TVP-GB-01	GATO BOTELLA (TIPO I)	Marca MEGA, Model MG-3, Peso 3,9 Kg, Capacidad máxima 3 Tonelada ó 3000 Kg	
TVP-GB-02	GATO BOTELLA (TIPO II)	Marca MEGA, Model MG-20, Peso 12,1 Kg, Capacidad máxima 20 Tonelada ó 20000 Kg	
TVP-GB-03	GATO BOTELLA (TIPO III)	Marca MEGA, Model MG-3, Peso 3,9 Kg, Capacidad máxima 3 Tonelada ó 3000 Kg	

CÓDIGO	NOMBRE DEL EQUIPO	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	FOTOGRAFIA
TVP-GB-04	GATO BOTELLA (TIPO IV)	Marca MEGA, Model MG-15, Peso 9 Kg, Capacidad máxima 15 Tonelada ó 15000 Kg	
TVP-PN-01	PISTOLA NEUMÁTICA 1"	Marca: MEGA Datos Técnicos: Torque: 2500 lb-ft	
TVP-PN-02	PISTOLA NEUMÁTICA 3/4"	Marca: Stanley Datos Técnicos: Torque: 1200 lb-ft Regulador incorporado. 4000 RPM	
TVP-PN-03	PISTOLA NEUMÁTICA 1/2"	Marca: Stanley Datos Técnicos: Torque: 500 lb-ft Presión: 90 psi 7000 RPM	




CÓDIGO	NOMBRE DEL EQUIPO	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	FOTOGRAFIA
TVP-PG-01	PISTOLA SUMINISTRO DE GRASA	Marca: Schulz Datos Técnicos: 500CC/Pres. Trabajo 90psi	
TVP-PO-01	PISTOLA SUMINISTRO DE ACEITE (TIPO I)	Marca: Flexbimec Manguera de caucho de 3 m de longitud Pistola cuenta-litros de aceite	
TVP-PO-02	PISTOLA SUMINISTRO DE ACEITE (TIPO II)	Marca: Flexbimec Manguera de caucho de 3 m de longitud Pistola cuenta-litros de aceite	
TVP-PO-03	PISTOLA SUMINISTRO DE ACEITE (TIPO III)	Marca: Flexbimec Manguera de caucho de 3 m de longitud Pistola cuenta-litros de aceite	
TVP-PO-04	PISTOLA SUMINISTRO DE ACEITE (TIPO IV)	Marca: Flexbimec Manguera de caucho de 3 m de longitud Pistola cuenta-litros de aceite	

CÓDIGO	NOMBRE DEL EQUIPO	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	FOTOGRAFIA
TVP-BG-01	BOMBA GRASERA NEUMATICA	Marca: Würst Equipo neumático de engrase móvil para bidones de 45 Kg. Bomba de alta prestación. Ofrece una relación de compresión de 50:1	
TVP-BO-01	BOMBA NEUMATICA DE ACEITE (TIPO I)	Marca: Flexbimec Alimentación aire comprimido: Aire comprimido Min. 2 Max 8 bar Radio: 3:1 Presion de salida: 24 bar	
TVP-BO-02	BOMBA NEUMATICA DE ACEITE (TIPO II)	Marca: Flexbimec Alimentación aire comprimido: Aire comprimido Min. 2 Max 8 bar Radio: 3:1 Presion de salida: 24 bar	
TVP-BO-03	BOMBA NEUMATICA DE ACEITE (TIPO III)	Marca: Flexbimec Alimentación aire comprimido: Aire comprimido Min. 2 Max 8 bar Radio: 3:1 Presion de salida: 24	

CÓDIGO	NOMBRE DEL EQUIPO	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	FOTOGRAFIA
TVP-BO-04	BOMBA NEUMÁTICA DE ACEITE (TIPO IV)	Marca: Flexbimec Alimentación aire comprimido: Aire comprimido Min. 2 Max 8 bar Radio: 3:1 Presión de salida: 24 bar	
TVP-BO-05	BOMBA NEUMÁTICA DE ACEITE (TIPO V)	Marca: Flexbimec Alimentación aire comprimido: Aire comprimido Min. 2 Max 8 bar Radio: 3:1 Presión de salida: 24 bar	
TVP-BO-06	BOMBA NEUMÁTICA DE ACEITE (TIPO VI)	Marca: Flexbimec Alimentación aire comprimido: Aire comprimido Min. 2 Max 8 bar Radio: 3:1 Presión de salida: 24 bar	
TVP-ES-01	EQUIPO DE SOLDADURA	Marca: Lincoln Electric Voltaje: 230 V Ciclo de Trabajo: 225A al 20% Consumo: 50 A Frecuencia: 60 Hz Peso Neto en Kg: 49.5	

CÓDIGO	NOMBRE DEL EQUIPO	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	FOTOGRAFIA
TVP-BM-01	BOMBA MANUAL DE ACEITE (TIPO I)	Marca: Flexbimec Caudal: 12 l/min Conexión de salida: PTG 20 mm	
TVP-BM-02	BOMBA MANUAL DE ACEITE (TIPO II)	Marca: Flexbimec Caudal: 12 l/min Conexión de salida: PTG 20 mm	
TVP-BM-03	BOMBA MANUAL DE ACEITE (TIPO III)	Marca: Flexbimec Caudal: 12 l/min Conexión de salida: PTG 20 mm	
TVP-BM-04	BOMBA MANUAL DE ACEITE (TIPO IV)	Marca: Flexbimec Caudal: 12 l/min Conexión de salida: PTG 20 mm	
TVP-UA-01	UNIDAD DE MANTENIMIENTO DE AIRE COMPRIMIDO (TIPO I)	Datos Técnicos: AIRTAC GL30015(máx. pres 145 psi a T 41-140° F); filtro AIR FILTER AF4000(1,0 MPa)	
TVP-UA-02	UNIDAD DE MANTENIMIENTO DE AIRE COMPRIMIDO (TIPO II)	Datos Técnicos: AIRTAC GL30015(máx. pres 145 psi a T 41-140° F); filtro AIR FILTER AF4000(1,0 MPa)	

CÓDIGO	NOMBRE DEL EQUIPO	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	FOTOGRAFIA
TVP-UA-03	UNIDAD DE MANTENIMIENTO DE AIRE COMPRIMIDO (TIPO III)	Datos Técnicos: AIRTAC GL30015(máx. pres 145 psi a T 41-140° F); filtro AIR FILTER AF4000(1,0 MPa)	
TVP-UA-04	UNIDAD DE MANTENIMIENTO DE AIRE COMPRIMIDO (TIPO IV)	Datos Técnicos: AIRTAC GL30015(máx. pres 145 psi a T 41-140° F); filtro AIR FILTER AF4000(1,0 MPa)	
TVP-UA-05	UNIDAD DE MANTENIMIENTO DE AIRE COMPRIMIDO (TIPO V)	Datos Técnicos: AIRTAC GL30015(máx. pres 145 psi a T 41-140° F); filtro AIR FILTER AF4000(1,0 MPa)	
TVP-UA-06	UNIDAD DE MANTENIMIENTO DE AIRE COMPRIMIDO (TIPO VI)	Datos Técnicos: AIRTAC GL30015(máx. pres 145 psi a T 41-140° F); filtro AIR FILTER AF4000(1,0 MPa)	
TVP-UA-07	UNIDAD DE MANTENIMIENTO DE AIRE COMPRIMIDO (TIPO VII)	Datos Técnicos: AIRTAC GL30015(máx. pres 145 psi a T 41-140° F); filtro AIR FILTER AF4000(1,0 MPa)	
TVP-UA-08	UNIDAD DE MANTENIMIENTO DE AIRE COMPRIMIDO (TIPO VIII)	Datos Técnicos: AIRTAC GL30015(máx. pres 145 psi a T 41-140° F); filtro AIR FILTER AF4000(1,0 MPa)	

CÓDIGO	NOMBRE DEL EQUIPO	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	FOTOGRAFIA
TVP-UA-09	UNIDAD DE MANTENIMIENTO DE AIRE COMPRIMIDO (TIPO IX)	Datos Técnicos: AIRTAC GL30015(máx. pres 145 psi a T 41-140° F); filtro AIR FILTER AF4000(1,0 MPa)	
TVP-PH-01	PRENSA HIDRAÚLICA	Marca Mega, Capacidad máxima 50 Toneladas o 50000 [kg]	
TVP-TB-01	TALADRO DE BANCO	Marca Truper, Modelo TAPI-13, Potencia 3/4 HP ó 56 W, Voltaje 120 V, Frecuencia 60 Hz, Corriente 6,6 A, Velocidad 250 A 3100 RPM	

Fuente: Elaboración propia con base a la información levantada en MOTORESTE MOTORS S.A.

4.1.3. Base de datos para la organización de la información de los equipos

Con el fin de organizar la información encontrada de los equipos se desarrolló una base de datos con macros de Excel siguiendo los siguientes pasos:

Reconocimiento de los talleres: Se realizaron inspecciones con el fin de reconocer el funcionamiento de cada uno de los talleres y de los equipos que allí operan y tener una idea clara del funcionamiento general del departamento de posventa.

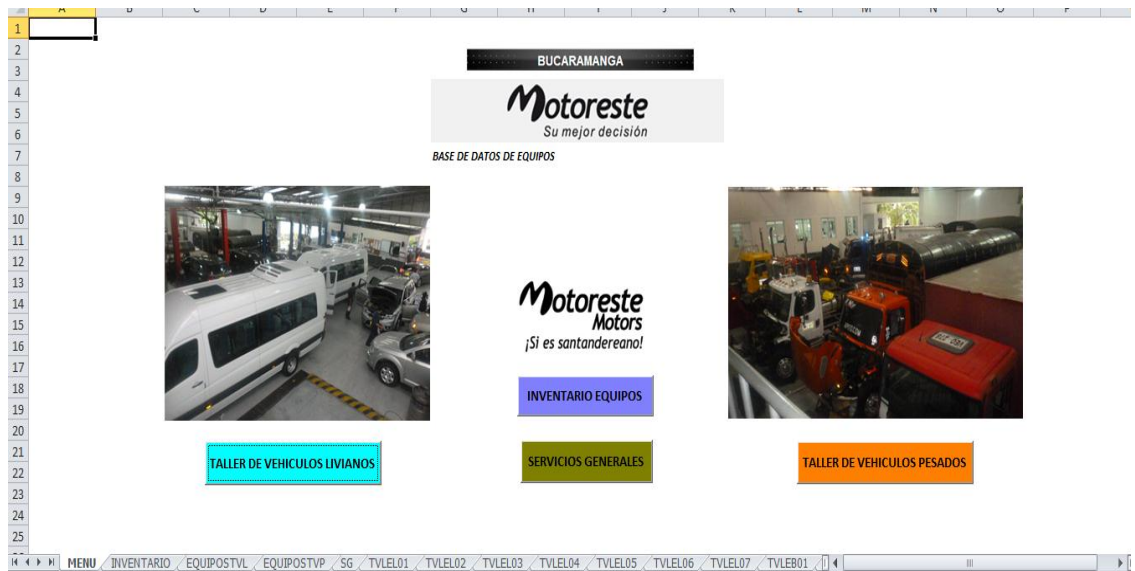
Elaboración del listado de equipos: Se realizó un listado actualizado de los equipos que funcionan en cada uno de los talleres.

Recolección de datos: Para cada uno de los equipos de los talleres se realizó el levantamiento de la información técnica mediante inspección visual e información suministrada por los jefes de taller.

Esta base de datos fue creada con miras a facilitar el orden de la información recopilada de los equipos con los siguientes ítems: hojas de vida de la máquinas, manuales de las máquinas, formato para el informe técnico de mantenimiento para empezar un historial del equipo y repuestos en stock.

A continuación se muestra un ejemplo con el funcionamiento del macro de Excel para el elevador electrohidráulico de columnas (Ver figura 35):

Figura 35. Pantallazo del menú de la Base de Datos de los Equipos



Al seleccionar en el menú INVENTARIO DE EQUIPOS se observará la base de información de todos los equipos de los talleres de posventa. También se puede

ingresar a cada uno de los talleres de mantenimiento de vehículos y servicios generales para ver la ficha técnica de los equipos que allí encontramos (Ver figura 36).

Figura 36. Pantallazo del INVENTARIO DE EQUIPOS de la Base de Datos de los Equipos

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1		TALLER DE VEHICULOS LIVIANOS			TALLER DE VEHICULOS PESADOS			SERVICIOS GENERALES				
2		EQUIPO	CANTIDAD		EQUIPO	CANTIDAD		EQUIPO	CANTIDAD			
3		Elevador de carga (tipo 1)	3		Amoladora de banco	1		Compresor de Aire	2			
4		Elevador de carga (tipo 2)	1		Diferencial manual y de carga	2		Unidad de Aire Acondicionado	3			
5		Elevador de carga (tipo 3)	1		Gato plancha	2		Tanque Movil	1			
6		Elevador de carga (tipo 4)	2		Gato hidraulico de garaje	3						
7		Esmeril de banco	1		Gato neumatico	1						
8		Hidrolimpiadora	1		Gato botella	4						
9		Aspiradora y Secadora	1		Pistola neumatica	3						
10		Cargador de Baterias	1		Pistola suministro de grasa	1						
11		Escaner de vehiculos	1		Pistola suministro de aceite	4						
12		Compresor de Resortes	1		Bomba grasera neumatica	1						
13		Diferencial Manual	1		Bomba neumatica de aceite	6						
14		Gato Hidraulico de Garaje	1		Equipo de soldadura	1						
15		Prensa de Banco	1		Bomba manual de aceite	4						
16		Unidad de Mtto de Aire Comprimido	4		Unidad de Mtto de aire comprimido	9						
17		Bomba Neumatica de Aceite	1		Prensa hidraulica	1						
18		Pistola de Suministro de Aceite	4		Taladro de banco	1						
19		Pistola Neumatica	3									
20		Pistola de Suministro de Aire	3									
21												
22												
23												
24												
25												



Su mejor decisión

VOLVER MENU

Volviendo al menú ingresamos al ejemplo propuesto para ver la ficha técnica del elevador electrohidráulico de columnas que se encuentra en el TALLER DE VEHICULOS LIVIANOS.

En esta opción se observara primero la lista de equipos del taller con la codificación propuesta y al hacer click sobre el equipo que deseemos consultar dará paso al formato de ficha técnica del equipo (Ver figura 37).

Figura 37. Pantallazo de los equipos del taller de vehículos livianos de la Base de Datos de los Equipos

ITEM	CODIFICACION	EQUIPO
1	TVL-EL-01	ELEVADOR DE CARGA (TIPO 1)
2	TVL-EL-02	ELEVADOR DE CARGA (TIPO 1)
3	TVL-EL-03	ELEVADOR DE CARGA (TIPO 1)
4	TVL-EL-04	ELEVADOR DE CARGA (TIPO 2)
5	TVL-EL-05	ELEVADOR DE CARGA (TIPO 3)
6	TVL-EL-06	ELEVADOR DE CARGA (TIPO 4)
7	TVL-EL-07	ELEVADOR DE CARGA (TIPO 4)
8	TVL-EB-01	ESMERIL DE BANCO
9	TVL-HL-01	HIDROLIMPIADORA
10	TVL-AS-01	ASPIRADORA Y SECADORA
11	TVL-CB-01	CARGADOR DE BATERIAS
12	TVL-SD-01	ESCANER DE VEHICULOS
13	TVL-CR-01	COMPRESOR DE RESORTES
14	TVL-DF-01	DIFERENCIAL MANUAL
15	TVL-GG-01	GATO HIDRÁULICO DE GARAJE
16	TVL-PB-01	PRENSA DE BANCO
17	TVL-UA-01	UNIDAD DE MTTO DE AIRE COMPRIMIDO
18	TVL-UA-02	UNIDAD DE MTTO DE AIRE COMPRIMIDO
19	TVL-UA-03	UNIDAD DE MTTO DE AIRE COMPRIMIDO
20	TVL-UA-04	UNIDAD DE MTTO DE AIRE COMPRIMIDO
21	TVL-BO-01	BOMBA NEUMÁTICA DE ACEITE
22	TVL-PO-01	PISTOLA DE SUMINISTRO DE ACEITE
23	TVL-PO-02	PISTOLA DE SUMINISTRO DE ACEITE
24	TVL-PO-03	PISTOLA DE SUMINISTRO DE ACEITE
25	TVL-PO-03	PISTOLA DE SUMINISTRO DE ACEITE

EQUIPOS DEL TALLER DE VEHICULOS LIVIANOS (TVL)	
EJECUTAR	ACCION
Ver ficha técnica de cada uno de los equipos	Hacer click en el código del equipo que desee consultar







Motoreste Autos
Su mejor decisión

VOLVER MENU

MPRUI // INVENTARIO // EQUIPOSTV // EQUIPOSTV // SG // TVL.FI.01 // TVL.FI.02 // TVL.FI.03 // TVL.FI.04 // TVL.FI.05 // TVL.FI.06 // TVL.FI.07 // TVL.FI.01

En la figura 38 se muestra un pantallazo de la ficha técnica del elevador de vehículos de la Base de Datos

Figura 38. Pantallazo de la ficha técnica del elevador de vehículos de la Base de Datos

MOTORESTE MOTORS MANTENIMIENTO		FICHA TÉCNICA DEL EQUIPO		Codigos:	Version:																				
UBICACIÓN	Taller de Vehiculos Livianos																								
CODIGO	TVL-EL-01																								
EQUIPO	ELEVADOR ELECTRO HIDRAULICO DE DOS																								
FABRICANTE																									
PROVEEDOR																									
DIRECCION																									
TELEFONOS																									
DESCRIPCION DEL EQUIPO:																									
Carga maxima de 10 000 Lbs																									
CATALOGOS																									
MIEL																									
IGEL																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>EJECUTAR</th> <th>ACCION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Para ver catalogos del equipo</td> <td>Hacer click en el/los catalogo/s sobre el hipervinculo que desee consultar</td> </tr> <tr> <td>Para ver opciones en anexos y observaciones</td> <td>Hacer click en cada uno de las opciones que se desee consultar</td> </tr> </tbody> </table>						EJECUTAR	ACCION	Para ver catalogos del equipo	Hacer click en el/los catalogo/s sobre el hipervinculo que desee consultar	Para ver opciones en anexos y observaciones	Hacer click en cada uno de las opciones que se desee consultar														
EJECUTAR	ACCION																								
Para ver catalogos del equipo	Hacer click en el/los catalogo/s sobre el hipervinculo que desee consultar																								
Para ver opciones en anexos y observaciones	Hacer click en cada uno de las opciones que se desee consultar																								
																									
																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Marca: Rotary Lift.</td> <td>Datos del motor: Hydraulic Motor</td> </tr> <tr> <td>Modelo: SPOA10N700</td> <td>2 Hp; 1700 RPM</td> </tr> <tr> <td>Capacidad: 10 000 lbs</td> <td>Voltaje: 208-230V</td> </tr> <tr> <td colspan="2">ESPECIFICACIONES PROPIAS DE CADA EQUIPO:</td> </tr> <tr> <td colspan="2">ACCESORIOS DEL EQUIPO</td> </tr> <tr> <td>TRINQUETE DE SEGURIDAD MECANICO</td> <td>UNETES DE POLIETILENO MARCA TVA</td> </tr> <tr> <td>CILINDRO DE ALTA PRESION</td> <td>PLATAFORMA BASE</td> </tr> <tr> <td colspan="2">BRAZOS PORTANTES</td> </tr> <tr> <td colspan="2">ANEXOS Y OBSERVACIONES</td> </tr> </tbody> </table>						CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		Marca: Rotary Lift.	Datos del motor: Hydraulic Motor	Modelo: SPOA10N700	2 Hp; 1700 RPM	Capacidad: 10 000 lbs	Voltaje: 208-230V	ESPECIFICACIONES PROPIAS DE CADA EQUIPO:		ACCESORIOS DEL EQUIPO		TRINQUETE DE SEGURIDAD MECANICO	UNETES DE POLIETILENO MARCA TVA	CILINDRO DE ALTA PRESION	PLATAFORMA BASE	BRAZOS PORTANTES		ANEXOS Y OBSERVACIONES	
CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS																									
Marca: Rotary Lift.	Datos del motor: Hydraulic Motor																								
Modelo: SPOA10N700	2 Hp; 1700 RPM																								
Capacidad: 10 000 lbs	Voltaje: 208-230V																								
ESPECIFICACIONES PROPIAS DE CADA EQUIPO:																									
ACCESORIOS DEL EQUIPO																									
TRINQUETE DE SEGURIDAD MECANICO	UNETES DE POLIETILENO MARCA TVA																								
CILINDRO DE ALTA PRESION	PLATAFORMA BASE																								
BRAZOS PORTANTES																									
ANEXOS Y OBSERVACIONES																									
  																									

En la ficha técnica se podrá observar el hipervínculo para ver los manuales o catálogos del equipo; además también se encontrara los botones para ver la base de datos relacionada con la inspección del equipo (Ver figura 39), órdenes de trabajo realizadas (Ver figura 40) y hoja de vida del equipo (Ver figura 41), solicitudes de servicio (Ver figura 42).

4.2 ANALISIS DE CRITICIDAD POR FACTORES PONDERADOS

El análisis de criticidad es el proceso mediante el cual se aplica diferentes modelos de análisis los cuales permiten establecer la clasificación prioritaria en activos, sistemas, equipos y componentes; creando una estructura para facilitar la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional, basado en la realidad actual.

En el desarrollo del estudio mediante el análisis de criticidad se debe: definir un alcance y propósito para el análisis, establecer los criterios de evaluación y seleccionar un método que permita jerarquizar la selección de los equipos que son objeto de análisis.

Esta evaluación genera una lista ponderada que va desde el equipo más crítico hasta el equipo menos crítico del total de los activos analizados, diferenciándolas en tres zonas: criticidad alta, criticidad media y baja criticidad (no críticos).

Luego de identificar estas zonas, es más fácil diseñar una estrategia que nos permita realizar un estudio o plan de proyecto con miras a mejorar la confiabilidad operacional, iniciando las aplicaciones en el conjunto de procesos o elementos que formen parte de la zona de criticidad alta.

Como la estrategia nos permite subdividir los elementos en secciones que puedan ser manejadas de manera controlada y auditable; esta información recolectada en el estudio podrá ser utilizada para:

- Priorizar órdenes de trabajo de operaciones y mantenimiento.
- Priorizar proyectos de inversión.
- Diseñar políticas de mantenimiento.
- Seleccionar una política de manejo de repuestos y materiales.

- Dirigir las políticas de mantenimiento hacia las áreas o sistemas más críticos.

Los criterios para realizar un análisis de criticidad están asociados con: seguridad, ambiente, producción, costos de operación y mantenimiento, rata de fallas y tiempo de reparación principalmente. Estos criterios se relacionan con una ecuación matemática, que genera puntuación para cada elemento evaluado. La lista generada, resultado de un trabajo de equipo, permite nivelar y homologar criterios para establecer prioridades, y focalizar el esfuerzo que garantice el éxito maximizando la rentabilidad.

El análisis cuantitativo de la criticidad es dependiente del objetivo que se haga la clasificación de los equipos. Viéndolo desde este punto de vista, existe una variedad de máquinas y herramientas de criticidad, según las necesidades y oportunidades de la empresa:

- El resultado de los alistamientos en el taller.
- El efecto en la continuidad operativa (Capacidad de producción).
- Flexibilidad operacional (Disponibilidad de función alterna o de respaldo).
- Efecto en la seguridad, medio ambiente e higiene.
- La frecuencia en las fallas (Relacionadas con la confiabilidad).
- Condiciones de trabajo en las operaciones (características como la temperatura, presión, fluido, caudal, velocidad).
- Gestión flexible en mantenimiento (Accesibilidad para la inspección y mantenimiento).
- Disponibilidad del stock (Repuestos).

4.2.1. Modelo de criticidad de factores ponderados basado en el concepto del riesgo El análisis de criticidad permite identificar y jerarquizar por su importancia los elementos de una instalación sobre los que vale la pena dirigir los recursos (humanos, económicos y de disponibilidad).

La criticidad se puede definir matemáticamente como se ve en la figura 43:

Figura 43. Ecuación de Criticidad

$$\begin{aligned} \text{CRITICIDAD} &= \text{FRECUENCIA} \times \text{CONSECUENCIAS DE FALLAS} & (1) \\ \text{Frecuencia} &= \text{Rango de fallas en un tiempo determinado} \left\{ \frac{\text{fallas}}{\text{mes}} \right\} & (2) \\ \text{Consecuencias} &= (\text{Impacto operacional} \times \text{Flexibilidad}) + \\ &\text{Costos de Mantenimiento} + \text{Impacto Seguridad, Ambiente e Higiene} & (3) \end{aligned}$$

Fuente: Tomado de PDVSA E & P Occidente 2002

En donde se relaciona la frecuencia con el número de fallas o eventos presentes en el sistema o proceso evaluado y la consecuencia se relaciona con el impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación y los impactos en seguridad y medio ambiente. Los siguientes serán los criterios fundamentales para realizar las encuestas relacionadas con el análisis de criticidad:

- Frecuencia de fallas
- Impacto operacional
- Costos de mantenimiento
- Flexibilidad operacional
- Impacto en seguridad, ambiente e higiene (SAH)

Figura 44. Modelo básico del análisis de criticidad



Fuente: Elaboracion propia basados en el modelo de criticidad

El proceso aplicado al análisis de criticidad se podría fundamentar en un modelo básico establecido como el de la figura 44. Los criterios fundamentales son basados en los cinco nombrados anteriormente. Dichos criterios lo podríamos definir así:

Frecuencia de Fallas: Representa las veces que falla cualquier componente del sistema que produzca la pérdida de su función, es decir, que implique una parada, en un periodo de un año

Impacto Operacional: Representa la producción aproximada porcentualmente que se deja de obtener (por día), debido a fallas ocurridas (defiriendo de la producción). Se define como la consecuencia inmediata de la ocurrencia de la falla, que puede representar un paro total o parcial de los equipos del sistema estudiado y al mismo tiempo el paro del proceso productivo de la unidad.

Costo de Mantenimiento: Se refiere al costo promedio por falla requerido para resistir el equipo a condiciones óptimas de funcionamiento, incluye labor, materiales y transporte.

Flexibilidad Operacional: Definida como la posibilidad de realizar un cambio rápido para continuar con la producción sin recurrir en costos o pérdidas considerables.

Impacto en Seguridad, Ambiente e Higiene (SAH): Enfocado a evaluar los posibles inconvenientes que puede causar sobre las personas o el medio ambiente.

Los factores ponderados de cada uno de los criterios a ser evaluados por la encuesta se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11. Tabla de ponderaciones de factores influyentes

1. FRECUENCIA DE FALLAS (TODO TIPO DE FALLAS)		2. COSTO DE MANTENIMIENTO	
4	Pobre mayor a 2 fallas/año	2	Mayor o igual a 20000\$
3	Promedio 1-2 fallas/año	1	Inferior a 20000\$
2	Buena 0.5-1 fallas/año	4. IMPACTO EN SEGURIDAD AMBIENTE HIGIENE (SAH)	
1	Excelente menos de 0.5 falla/año		
3. IMPACTO OPERACIONAL		8	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización
10	Pérdida de todo el despacho		
7	Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas	7	Afecta el ambiente/instalaciones
4	Impacta en niveles de inventario o calidad	5	Afecta las instalaciones causando daños severos
1	No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	3	Provoca daños menores (ambiente-seguridad)
5. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL		1	No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al ambiente
4	No existe opción de producción y no hay función de repuesto		
2	Hay opción de repuesto compartido/almacén		
1	Función de repuesto disponible		

Fuente: Tomado de PDVSA E & P Occidente 2002

Lo que nos permite definir la puntuación para cada equipo es la ecuación de criticidad de acuerdo a los factores ponderados. Podemos representar los valores de criticidad obtenidos de dos maneras:

- Gráfica utilizando diagrama de barras con distribución descendente de los equipos desde el más crítico hasta el menos crítico (Ver figura 45).

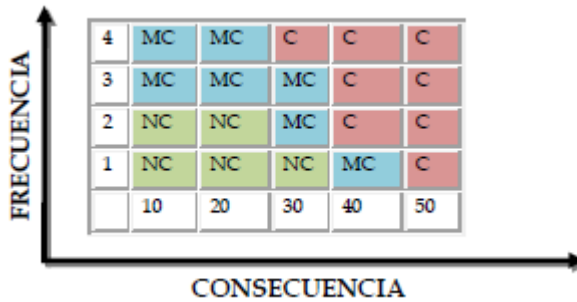
Figura 45. Diagrama de zonas características de un análisis de criticidad



Fuente: Elaboración Propia basados en el concepto de análisis de criticidad

- Matriz de riesgo con los valores ponderados de frecuencia versus consecuencia en donde se clasifican según los resultados en áreas de equipos críticos, medio críticos y no críticos (Ver figura 46).

Figura 46. Matriz general de criticidad



Fuente: Elaboración Propia basados en el concepto de análisis de criticidad

4.3 PASOS PARA LA APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD A LOS EQUIPOS DE LOS TALLERES DE ALISTAMIENTO VEHICULAR DE MOTORESTE MOTORS S.A.

4.3.1 Identificación de los equipos a estudiar La empresa de *MOTORESTE MOTORS S.A* cuenta con varios equipos que trabajan como maquinas herramientas en su aplicación de garantía a los vehículos a los cuales se realizan inspecciones de mantenimiento, chequeo y reparación.

Para determinar el programa de mantenimiento que se debe implementar en las máquinas de la empresa es necesario evaluar la criticidad de cada uno de ellos con respecto a los diferentes factores que se puedan presentar.

Los criterios de evaluación con su respectiva calificación se calcularon con la información proporcionada en las entrevistas; además se realizaron consultas en los catálogos y manuales suministrados por el fabricante y se realizaron las observaciones presentadas por los mecánicos de los talleres.

Los equipos a los que se les realizo el estudio de criticidad están divididos por talleres y fueron los siguientes:

Tabla 12. Listado de equipos a estudiar dentro del Análisis de Criticidad

TALLER DE VEHICULOS LIVIANOS	TALLER DE VEHICULOS PESADOS
Elevador de carga (tipo 1)	Amoladora de banco
Elevador de carga (tipo 2)	Diferencial manual y de carga
Elevador de carga (tipo 3)	Gato plancha
Elevador de carga (tipo 4)	Gato hidráulico de garaje
Esmeril de banco	Gato neumático
Hidrolimpiadora	Gato botella

TALLER DE VEHICULOS LIVIANOS	TALLER DE VEHICULOS PESADOS
Aspiradora y Secadora	Pistola neumática
Cargador de Baterías	Pistola suministro de grasa
Escáner de vehículos	Pistola suministro de aceite
Compresor de Resortes	Bomba grasera neumática
Diferencial Manual	Bomba neumática de aceite
Gato Hidráulica de Garaje	Equipo de soldadura
Prensa de Banco	Bomba manual de aceite
Unidad de Mtto de Aire Comprimido	Unidad de Mtto de aire comprimido
Bomba Neumática de Aceite	Prensa hidráulica
Pistola de Suministro de Aceite	Taladro de banco
Pistola Neumática	SERVICIOS GENERALES
Pistola de Suministro de Aire	Compresor de Aire
	Unidad de Aire Acondicionado
	Tanque Mobil

4.3.2 Selección del personal a entrevistar La elaboración del estudio de Análisis de Criticidad se realizó a partir de un formato de encuesta que permite recoger la información de parte de los ingenieros, técnicos y auxiliares de servicio que llevan más de dos años de experiencia en la empresa; y ya que no se ha implementado aun, un programa de mantenimiento que permita recolectar este tipo de información.

El personal seleccionado para contestar las encuestas del estudio de Análisis de Criticidad en cada taller es el siguiente:

- Ingeniero Gerente de Servicio de Posventa
- Jefe de Taller Sprinter y Autos (Jefe Taller de Vehículos Livianos)
- Jefe de Servicio Freightliner (Jefe Taller de Vehículos Pesados)
- Asesor de Servicios Taller de Vehículos Livianos

- Asesor de Servicios Taller de Vehículos Pesados
- Técnico Electro-Mecánico del Taller de Vehículos Livianos
- Técnico Electro-Mecánico del Taller de Vehículos Pesados
- Auxiliar Mecánico del Taller de Vehículos Livianos
- Auxiliar Mecánico del Taller de Vehículos Pesados

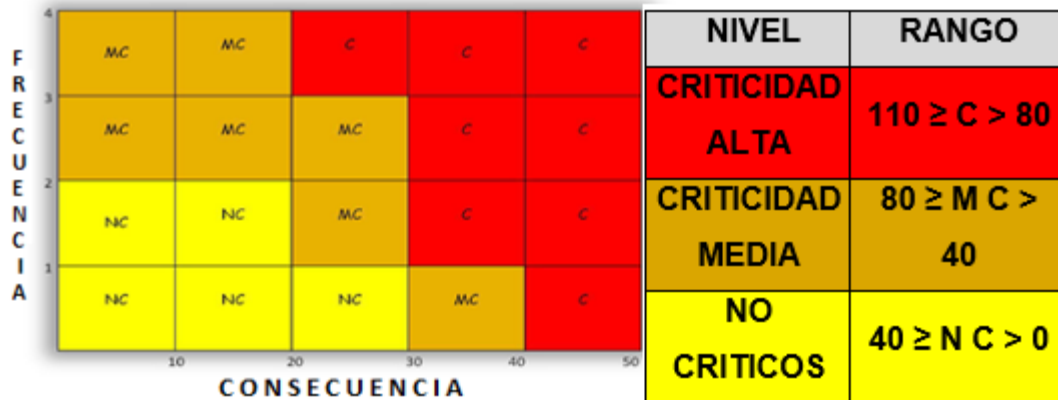
4.3.3 Importancia del estudio A todas las personas involucradas en el estudio se les realiza una presentación completa del tema donde se explica la metodología, los alcances y la importancia de los resultados. Se dan las instrucciones sobre cómo diligenciar el formato de encuesta (ANEXO A). Además se puntualiza en el compromiso que se debe tener para que el estudio arroje los mejores resultados.

4.3.4 Recolección de datos La recolección de la información fue realizada a partir de las encuestas contestadas por el ingeniero, técnicos y auxiliares de los talleres (ANEXO 2). La calificación fue evaluada cuantitativamente; relacionando los resultados de la encuesta de preguntas de opción múltiple con los valores numéricos de los criterios.

Posteriormente los resultados obtenidos fueron verificados mostrándolos al personal entrevistado; y estos fueron inspeccionados con el visto bueno de los mismos.

4.3.5. Resultados del estudio La siguiente tabla muestra el resultado de la evaluación de los diversos equipos existentes en los talleres de alistamiento para vehículos livianos y vehículos pesados de MOTORESTE MOTORS S.A., los resultados de los datos relacionados con la evaluación de cada uno de los equipos y para una mejor organización, se ubicaron los resultados de los equipos en la matriz general de criticidad obteniendo los intervalos de alta criticidad, criticidad media y no crítica (Ver figura 47).

Figura 47. Matriz general de criticidad con su respectivo nivel y rango



Fuente: Elaboración Propia con base en los resultados obtenidos

Tabla 13. Clasificación de los equipos organizada en la matriz de criticidad

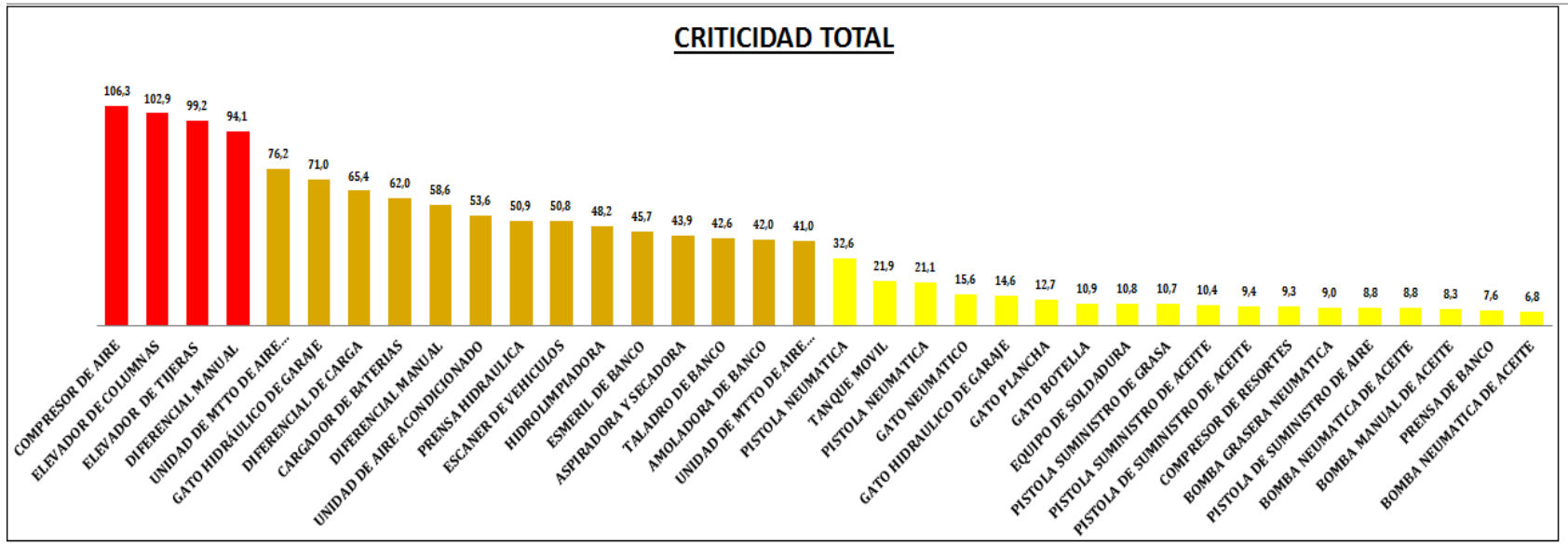
CODIGO	NOMBRE	CRITICIDAD TOTAL	ESTADO
SG-CA-01	COMPRESOR DE AIRE	106,3	CRITICIDAD ALTA
TVL-EL-01-02-03-04-05	ELEVADOR ELECT(Hyntec valve, Rotary lift, Launch)	102,9	
TVL-EL-06-07	ELEVADOR ELECTROHIDRAULICO DE TIJERAS (Launch)	99,2	
TVP-DF-01	DIFERENCIAL MANUAL	94,1	
TVL-UA-01-04	UNIDAD DE MTTO DE AIRE COMPRIMIDO	76,2	CRITICIDAD MEDIA
TVL-GG-01	GATO HIDRÁULICO DE GARAJE	71,0	
TVP-DF-02	DIFERENCIAL DE CARGA	65,4	
TVL-CB-01	CARGADOR DE BATERIAS	62,0	
TVL-DF-01	DIFERENCIAL MANUAL	58,6	
SG-AA-01	UNIDAD DE AIRE ACONDICIONADO	53,6	
TVP-PH-01	PRENSA HIDRAULICA	50,9	
TVL-SD-01	ESCANER DE VEHICULOS	50,8	
TVL-HL-01	HIDROLIMPIADORA	48,2	
TVL-EB-01	ESMERIL DE BANCO	45,7	
TVL-AS-01	ASPIRADORA Y SECADORA	43,9	

CODIGO	NOMBRE	CRITICIDAD TOTAL	ESTADO
TVP-TB-01	TALADRO DE BANCO	42,6	
TVP-AB-01	AMOLADORA DE BANCO	42,0	
TVP-UA-01	UNIDAD DE MTTO DE AIRE COMPRIMIDO	41,0	
TVP-PN-01	PISTOLA NEUMATICA	32,6	NO CRITICOS
SG-TM-01	TANQUE MOVIL	21,9	
TVL-PN-01-03	PISTOLA NEUMATICA	21,1	
TVP-GN-01	GATO NEUMATICO	15,6	
TVP-GG-01	GATO HIDRAULICO DE GARAJE	14,6	
TVP-GP-01	GATO PLANCHA	12,7	
TVP-GB-01	GATO BOTELLA	10,9	
TVP-ES-01	EQUIPO DE SOLDADURA	10,8	
TVP-PG-01	PISTOLA SUMINISTRO DE GRASA	10,7	
TVP-PO-01	PISTOLA SUMINISTRO DE ACEITE	10,4	
TVL-PO-01-04	PISTOLA DE SUMINISTRO DE ACEITE	9,4	
TVL-CR-01	COMPRESOR DE RESORTES	9,3	
TVP-BG-01	BOMBA GRASERA NEUMATICA	9,0	
TVL-PA-01-03	PISTOLA DE SUMINISTRO DE AIRE	8,8	
TVP-BO-01	BOMBA NEUMATICA DE ACEITE	8,8	
TVP-BM-01	BOMBA MANUAL DE ACEITE	8,3	
TVL-PB-01	PRENSA DE BANCO	7,6	
TVL-BO-01	BOMBA NEUMATICA DE ACEITE	6,8	

Fuente: Elaboración Propia con base en los resultados obtenidos

Los equipos que están en rojo son los que el estudio del análisis arrojó como críticos; ahora se muestra en la siguiente grafica matricial los cuatro equipos caracterizados como críticos (Ver figura 48).

Figura 48 Resultado del Análisis de Criticidad en los talleres de alistamiento vehicular



Fuente: Elaboración Propia con base en los resultados del Análisis de Criticidad

5. ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (FMEA)

El análisis de modos y efectos de falla (**FMEA**); es un procedimiento de análisis de fallos potenciales en un sistema de clasificación determinado por la gravedad o por el efecto de los fallos en el sistema.

Es utilizado habitualmente por empresas manufactureras en varias fases del ciclo de vida del producto, y recientemente se está utilizando también en la industria de servicios. Las causas de los fallos pueden ser cualquier error o defecto en los procesos o diseño, especialmente aquellos que afectan a los consumidores, y pueden ser potenciales o reales. El término análisis de efectos hace referencia al estudio de las consecuencias de esos fallos.

AMFE, FMEA o FMECA es un vástago del procedimiento militar MIL-P-1629, titulado “procedimientos para realizar un modo de fallo, los efectos y análisis de la criticidad”, con fecha noviembre de 1949. Fue utilizada originalmente como técnica de la confiabilidad para determinar el efecto de los incidentes del sistema y de equipo. Los incidentes fueron clasificados según su impacto en éxito de la misión y seguridad del personal/del equipo.

Fue desarrollado y aplicado más a fondo por la NASA en los años 60 para mejorar y para verificar la confiabilidad de la dotación física del programa del espacio. Los procedimientos de la MILSTD-1629A son probablemente los métodos más validados a través de la industria militar y comercial, aunque el SAE J1739 es un estándar muy frecuente de FMEA usado en la industria del automóvil.¹⁶

¹⁶ LLORENTE, José Luis. Análisis de Modos y Efectos de Falla. [En línea]. Disponible en: <http://www.gestion-calidad.com/archivos%20web/AMFE.pdf>. [Citado el 25 de Abril de 2014].

- Identificación de los posibles fallos que puede tener un producto o proceso, su probabilidad de ocurrencia, efectos potenciales, y gravedad de los mismos
- Útil para analizar el diseño de un producto o de un proceso, de manera que se identifiquen los modos potenciales de fallo y sus efectos
- Debe incluir la planificación de:
 - Acciones preventivas para evitar que ocurra el fallo.
 - Acciones de control para el caso de que ocurra.
- *Mitigación y control de daños*
- *Eliminación de no conformidades (síntomas del problema)*
 - Asignación de recursos necesarios

La planeación es una cultura que toda empresa debe evaluar para detectar a tiempo las fallas y ejecutar las acciones prevista con anterioridad, en la siguiente figura se observa cómo funciona esta cultura de prevención y el foco que debemos darle para el beneficio en pro de los recursos.

Figura 49. Funcionamiento de la Cultura de Prevención



Fuente: Elaboración Propia basados en la información compilada en la empresa

5.1 OBJETIVOS DEL FMEA

El objetivo prioritario ha de ser la mejora de la calidad para satisfacer plenamente al cliente y reducir costes.

Otros objetivos:

- Predecir o vaticinar cuáles pueden ser los fallos potenciales que se pueden producir en el diseño y fabricación, detectando las causas.
- Disponer los medios, establecer acciones preventivas y correctivas para evitar que se puedan producir los fallos, y obtener mayor fiabilidad de los proyectos, procesos y medios de producción.
- Analizar y evaluar la eficacia de las acciones adoptadas, realizándolo con antelación suficiente, para que surta efecto.
- Familiarizar y educar al personal en el trabajo en equipo, con el fin de que sean ellos mismos los que prevean los fallos, detecten las causas, propongan acciones preventivas y valoren los resultados.

Los beneficios que se derivan de este método, son:

- ✓ Potencia la atención al cliente.
- ✓ Potencia la comunicación entre los departamentos.
- ✓ Facilita el análisis de los productos y los procesos.
- ✓ Mejora la calidad de los productos y los procesos.
- ✓ Reduce los costes operativos

5.2 TIPOS DE FMEA

5.2.1 FMEA de Diseño En el AMFE de diseño el objeto del estudio es el producto y todo lo relacionado con su definición.

Se analiza por tanto la elección de los materiales, su configuración física, las dimensiones, los tipos de tratamientos a aplicar y los posibles problemas de realización.

5.2.2 FMEA de Proceso En el AMFE de proceso se analizan los fallos del producto derivados de los posibles fallos del proceso hasta su entrega al cliente.

Se analizan, por tanto, los posibles fallos que pueden ocurrir en los diferentes elementos del proceso (materiales, equipo, mano de obra, métodos y entorno) y cómo éstos influyen en el producto resultante.¹⁷

5.3 ELEMENTOS DEL FMEA

Términos fundamentales del FMEA

Cliente o usuario

Producto

Definición del funcionamiento

Detención

Ocurrencia

Gravedad

Índice de Prioridad de Riesgo (IPR)

Se basa en la valoración del fallo según tres criterios diferentes:

- ✓ Ocurrencia: Probabilidad de ocurrencia o presentación del fallo.
- ✓ Gravedad: Importancia (repercusión y perjuicios) que reviste el fallo, según la percepción del cliente

¹⁷ DOMENECH, José Manuel. Calidad y Análisis de Modos y Efectos de Falla. [En línea]. Disponible en: <http://www.jomaneliga.es/PDF/Administrativo/Calidad/AMFE.pdf>. [Citado el 25 de Abril de 2014].

- ✓ Detección: Probabilidad de que el fallo no sea detectado antes de llegar el producto al cliente, o durante el uso

5.4 CONCEPTOS DE FMEA

- Modo de fallo: Es la forma en que se produce el fallo. Suele responder a la pregunta:

¿Cómo se produjo el fallo?

- Modos de fallo típicos: Rotura. Deformación. Fuga. Cortocircuito
- Modo de fallo potencial: Es cada modo de fallo posible, sin ser necesario que el fallo haya podido ocurrir realmente. Suele responder a preguntas como:

¿En qué forma se concibe que pudiera fallar el producto o proceso?

¿Cómo podría el componente dejar de cumplir las especificaciones?

Modos de fallo potenciales pueden ser: Roto, Torcido, Suelto, Mal montado, Omitido, Que se traducen en lo que puede observar el cliente en el caso de que el fallo ocurra: Ruidos. Olores. Humos. Excesivo calentamiento. Partes que no funcionan. Mal aspecto. Etc.

- Causas potenciales de fallo: Son todas las causas asignables a cada modo de fallo. Ejemplos: Material incorrecto. Manipulación inadecuada.¹⁸

5.5 DESCRIPCION GENERAL DEL ESTUDIO

5.5.1 Proceso del Análisis Para aplicar un procedimiento como lo es el análisis FMEA, es necesario conocer lo que debe hacerse para que cualquier activo físico

¹⁸ LLORENTE, José Luis. Análisis de Modos y Efectos de Falla. [En línea]. Disponible en: <http://www.gestion-calidad.com/archivos%20web/AMFE.pdf>. [Citado el 25 de Abril de 2014].

continúe haciendo aquello que sus operarios quieren que haga en su contexto operacional.

Para asegurarnos de que el estudio este bien aplicado cabe resaltar el procedimiento descrito en el flujograma del proceso (figura 50); no obstante, se necesitan hacer dos cosas:

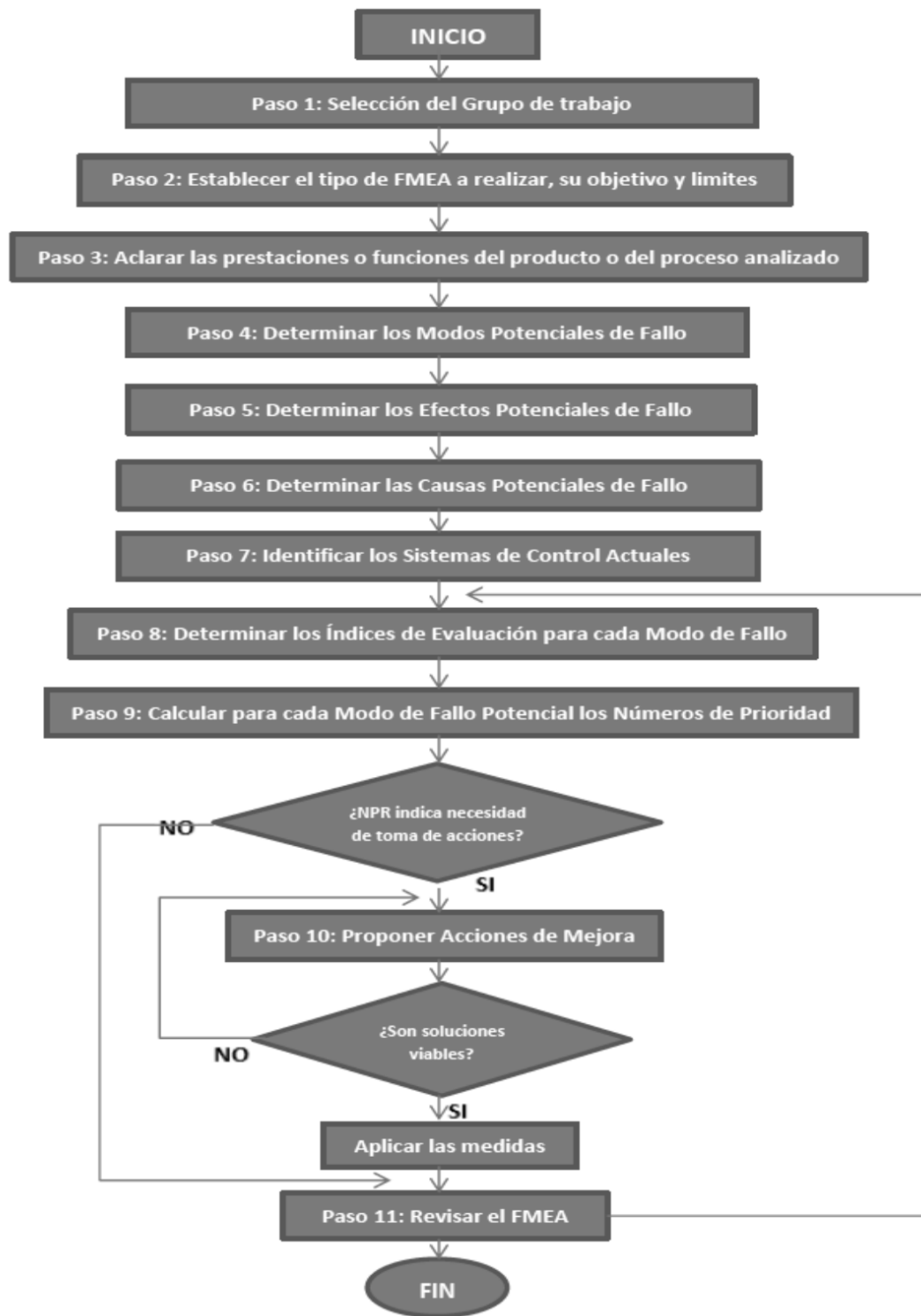
- Determinar qué es lo que los usuarios quieren que haga.
- Asegurar que es capaz de realizar aquello que sus usuarios quieren que haga.

Para ello se define primero que todo, las funciones definidas para cada equipo en su contexto operacional, junto con los parámetro de performance deseados.

En general, en los activos de una empresa al conocer y tener claro las funciones y la aplicación de los mismos; se contribuye a la gestión financiera en los gastos de mantenimiento y más adecuadamente al bienestar de la organización en un todo.

Aclarar las prestaciones o funciones del producto o del proceso analizado hace parte de uno de los pasos que debemos tener en cuenta en la realización de este objetivo y así lograr el alcance del mismo culminando en el plan preventivo que más conviene en la empresa.

Figura 50. Diagrama de flujo del proceso de Análisis FMEA



5.5.2 Metodología del Proceso de Análisis

Paso 1: Selección del grupo de trabajo

El grupo de trabajo estará compuesto por personas que dispongan de amplia experiencia y conocimientos del producto/servicio y/o del proceso objeto del FMEA.

Se designará un coordinador para el grupo que, además de encargarse de la organización de las reuniones, domine la técnica del FMEA y, por tanto, sea capaz de guiar al equipo en su realización.¹⁹

Este grupo está compuesto de la siguiente manera:

- Ingeniero Gerente de Servicio de Posventa
- Jefe de Taller Sprinter y Autos (Jefe Taller de Vehículos Livianos)
- Jefe de Servicio Freightliner (Jefe Taller de Vehículos Pesados)
- Asesor de Servicios Taller de Vehículos Livianos
- Asesor de Servicios Taller de Vehículos Pesados
- Técnico Electro-Mecánico del Taller de Vehículos Livianos
- Técnico Electro-Mecánico del Taller de Vehículos Pesados
- Auxiliar Mecánico del Taller de Vehículos Livianos
- Auxiliar Mecánico del Taller de Vehículos Pesados

Paso 2: Establecer el tipo de FMEA a realizar, su objeto y límites

Se definirá de forma precisa el producto o parte del producto, el servicio o el proceso objeto de estudio, delimitando claramente el campo de aplicación del FMEA.

¹⁹

<http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/a/mfe.pdf> 5.5.2 Metodología del Proceso de Análisis

El objeto del estudio no debería ser excesivamente amplio, recomendando su subdivisión y la realización de varios FMEA en caso contrario.

Para el cumplimiento de este paso se requiere un conocimiento básico, común a todos los integrantes del grupo, del objeto de estudio. En el caso de un FMEA de diseño, se recomienda la integración de manuales y/o catálogos como complemento en el conocimiento de las máquinas y equipos de los talleres de alistamiento vehicular.

Paso 3: Aclarar las prestaciones o funciones del producto o del proceso

Es necesario un conocimiento exacto y completo de las funciones del objeto de estudio para identificar los Modos de Fallo Potenciales, o bien tener una experiencia previa de productos o procesos semejantes.²⁰

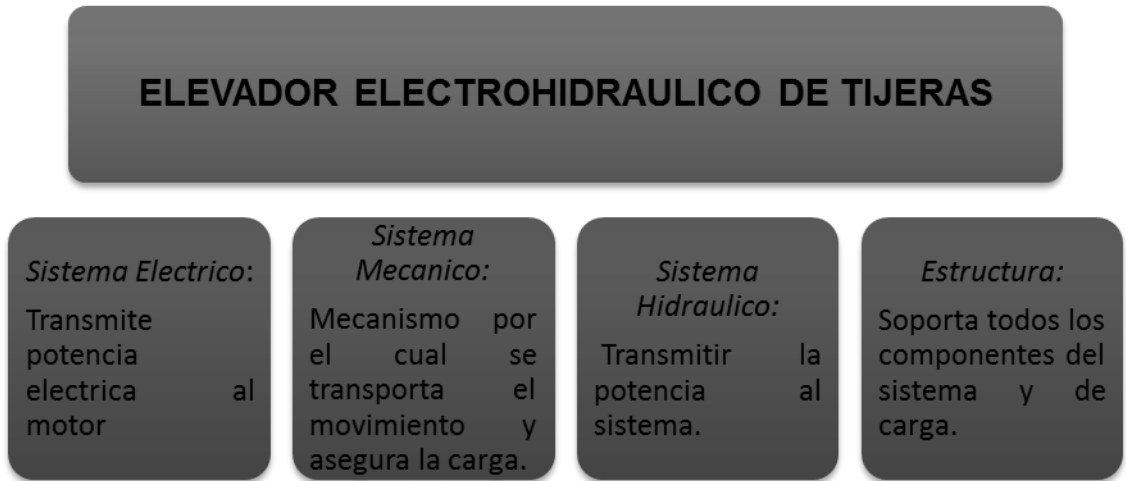
Con la ayuda de los catálogos y/o manuales se expresara todas y cada uno de forma clara y concisa y por escrito, en este caso clasificaremos los equipos por subconjuntos del sistema con sus respectivas funciones; esto es el contexto operacional del equipo.

Por ejemplo,

20

<http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/mfe.pdf>5.5.2 Metodología del Proceso de Análisis

Figura 51. Desglose de un equipo por sistemas



Fuente: Elaboración Propia basados en la información recopilada en *MOTORESTE MOTORS S.A.*

Paso 4: Determinar los Modos Potenciales de Fallo

Para cada función definida en el paso anterior, hay que identificar todos los posibles Modos de Fallo.

Esta identificación es un paso crítico y por ello se utilizarán todos los datos que puedan ayudar en la tarea:

- FMEA anteriormente realizados para productos/servicios o procesos similares.
- Estudios de fiabilidad.
- Datos y análisis sobre reclamaciones de clientes tanto internos como externos.
- Los conocimientos de los expertos mediante la realización de Tormentas de Ideas o procesos lógicos de deducción.

En cualquier caso, se tendrá en cuenta que el uso del producto o proceso, a menudo, no es el especificado (uso previsto = uso real), y se identificarán también los Modos de Fallo consecuencia del uso indebido.²¹

²¹

<http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/mfe.pdf> 5.5.2 Metodología del Proceso de Análisis

Paso 5: Determinar los Efectos Potenciales de Fallo

Para cada Modo Potencial de Fallo se identificarán todas las posibles consecuencias que éstos pueden implicar para el cliente. Al decir cliente, nos referimos tanto al cliente externo como al interno.

Cada Modo de Fallo puede tener varios Efectos Potenciales.

Paso 6: Determinar las Causas Potenciales de Fallo

Para cada Modo de Fallo se identificarán todas las posibles Causas ya sean estas directas o indirectas.

Para el desarrollo de este paso se recomienda la utilización de los Diagramas Causa-Efecto, Diagramas de Relaciones o cualquier otra herramienta de análisis de relaciones de causalidad.

Paso 7: Identificar sistemas de control actuales

En este paso se buscarán los controles diseñados para prevenir las posibles Causas del Fallo, tanto los directos como los indirectos, o bien para detectar el Modo de Fallo resultante.

Esta información se obtiene del análisis de sistemas y procesos de control de productos/servicios o procesos, similares al objeto de estudio.

Paso 8: Determinar los Índices de evaluación para cada Modo de Fallo

Existen tres índices de evaluación:

- Índice de Gravedad (G)
- Índice de Ocurrencia (O)
- Índice de Detección (D)

a) *Índice de Gravedad (G)*: Evalúa la gravedad del Efecto o consecuencia de que se produzca un determinado Fallo para el cliente.

La evaluación se realiza en una escala del 1 al 10 en base a una "Tabla de Gravedad", que se encuentra en la siguiente figura, y que es función de la mayor o menor insatisfacción del cliente por la degradación de la función o las prestaciones.

Cada una de las Causas Potenciales correspondientes a un mismo Efecto se evalúa con el mismo Índice de Gravedad. En el caso en que una misma causa pueda contribuir a varios Efectos distintos del mismo Modo de Fallo, se le asignará el Índice de Gravedad mayor.²²

Tabla 14. Tabla de Gravedad

criterio	Clasificación
Irrazonable esperar que el fallo produjese un efecto perceptible en el rendimiento del producto o servicio. Probablemente, el cliente no podrá detectar el fallo.	1
Baja gravedad debido a la escasa importancia de las consecuencias del fallo, que causarían en el cliente un ligero descontento.	2 3
Moderada gravedad del fallo que causaría al cliente cierto descontento. Puede ocasionar retrabajos.	4 5 6
Alta clasificación de gravedad debido a la naturaleza del fallo que causa en el cliente un alto grado de insatisfacción sin llegar a incumplir la normativa sobre seguridad o quebrando de leyes. Requiere retrabajos mayores.	7 8
Muy alta clasificación de gravedad que origina total insatisfacción del cliente, o puede llegar a suponer un riesgo para la seguridad o incumplimiento de la normativa.	9 10

Fuente: Basado en la información de Fundibeq FMEA

b) Índice de Ocurrencia (O): Evalúa la probabilidad de que se produzca el Modo de Fallo por cada una de las Causas Potenciales en una escala del 1 al 10 en base a una "Tabla de Ocurrencia", que se encuentra en la siguiente tabla. Para su evaluación, se tendrán en cuenta todos los controles actuales utilizados para prevenir que se produzca la Causa Potencial del Fallo.

²²

<http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/a/mfe.pdf> 5.5.2 Metodología del Proceso de Análisis

Tabla 15. Tabla de Ocurrencia

criterio	Clasificación	Probabilidad
Remota probabilidad de ocurrencia. Sería irrazonable esperar que se produjera el fallo.	1	1/10.000
Baja probabilidad de ocurrencia. Ocasionalmente podría producirse un número relativo bajo de fallos.	2 3	1/5.000 1/2.000
Moderada probabilidad de ocurrencia. Asociado a situaciones similares que hayan tenido fallos esporádicos, pero no en grandes proporciones.	4 5 6	1/1.000 1/500 1/200
Alta probabilidad de ocurrencia. Los fallos se presentan con frecuencia.	7 8	1/100 1/50
Muy alta probabilidad de ocurrencia. Se producirá el fallo casi con total seguridad.	9 10	1/20 1/10

Fuente: Basado en la información de Fundibeq FMEA

c) Índice de Detección (D): Evalúa, para cada Causa, la probabilidad de detectar dicha Causa y el Modo de Fallo resultante antes de llegar al cliente en una escala del 1 al 10 en base a una "Tabla de Detección" que se encuentra en la siguiente tabla. Para determinar el índice D se supondrá que la Causa de Fallo ha ocurrido y se evaluará la capacidad de los controles actuales para detectar la misma o el Modo de Fallo resultante.

Tabla 16. Tabla de Detención

Critero	Clasificación	Probabilidad
Remota probabilidad de que el defecto llegue al cliente. Casi completa fiabilidad de los controles.	1	1/10.000
Baja probabilidad de que el defecto llegue al cliente ya que, de producirse, sería detectado por los controles o en fases posteriores del proceso.	2 3	1/5.000 1/2.000
Moderada probabilidad de que el producto o servicio defectuoso llegue al cliente.	4 5 6	1/1.000 1/500 1/200
Alta probabilidad de que el producto o servicio defectuoso llegue al cliente debido a la baja fiabilidad de los controles existentes.	7 8	1/100 1/50
Muy alta probabilidad de que el producto o servicio defectuoso llegue al cliente. Este está latente y no se manifestaría en la fase de fabricación del producto.	9 10	1/20 1/10

Fuente: Basado en la información de Fundibeq FMEA

Los tres índices anteriormente mencionados son independientes y para garantizar la homogeneidad de su evaluación, éstas serán realizadas por el mismo grupo de análisis.

Paso 9: Calcular para cada Modo de Fallo Potencial los Números de Prioridad de Riesgo (NPR)

Para cada Causa Potencial, de cada uno de los Modos de Fallo Potenciales, se calculará el Número de Prioridad de Riesgo multiplicando los Índices de Gravedad (G), de Ocurrencia (O) y de Detección (D) correspondientes.

$$NPR = G \cdot O \cdot D$$

El valor resultante podrá oscilar entre 1 y 1.000, correspondiendo a 1.000 el mayor Potencial de Riesgo.

El resultado final de un FMEA es, por tanto, una lista de Modos de Fallo Potenciales, sus Efectos posibles y las Causas que podrían contribuir a su aparición clasificados por unos índices que evalúan su impacto en el cliente.

Paso 10: Proponer Acciones de Mejora

Cuando se obtengan Números de Prioridad de Riesgo (NPR) elevados, deberán establecerse Acciones de Mejora para reducirlos. Se fijarán, asimismo, los responsables y la fecha límite para la implantación de dichas acciones.

Con carácter general, se seguirá el principio de prevención para eliminar las causas de los fallos en su origen (Acciones Correctoras). En su defecto, se propondrán medidas tendentes a reducir la gravedad del efecto (Acciones Contingentes).

Finalmente, se registrarán las medidas efectivamente introducidas y la fecha en que se hayan adoptado.

Paso 11: Revisar el FMEA

El FMEA se revisará periódicamente, en la fecha que se haya establecido previamente, evaluando nuevamente los Índices de Gravedad, Ocurrencia y Detección y recalculando los Números de Prioridad de Riesgo (NPR), para determinar la eficacia de las Acciones de Mejora.²³

5.5.3 Interpretación del análisis El AMFE es una herramienta útil para la priorización de los problemas potenciales, marcándonos mediante el NPR (Número de Prioridad de Riesgo) la pauta a seguir en la búsqueda de acciones que optimicen el diseño de un producto/servicio o el proceso planificado para su obtención.

Los puntos prioritarios en la actuación serán:

- Aquellos en que el Número de Prioridad de Riesgo es elevado.

23

<http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/mfe.pdf> 5.5.2 Metodología del Proceso de Análisis

- Aquellos en que el Índice de Gravedad es muy elevado aunque el NPR se mantenga dentro de los límites normales.

Las acciones que surgen como consecuencia del análisis del resultado del FMEA pueden ser orientadas a:

- *Reducir la Gravedad de los Efectos del Modo de Fallo.*

Es un objetivo de carácter preventivo que requiere la revisión del producto/servicio. Es la solución más deseable pero, en general, la más complicada.

Cualquier punto donde G sea alto debe llevar consigo un análisis pormenorizado para asegurarse de que el impacto no llega al cliente o usuario.

- *Reducir la probabilidad de Ocurrencia.*

Es un objetivo de carácter preventivo que puede ser el resultado de cambios en el producto/servicio o bien en el proceso de producción o prestación.

En el caso en que se produzca el Fallo, aunque éste no llegue al cliente o su Gravedad no sea alta, siempre se incurre en deficiencias que generan un aumento de costes de transformación.²⁴

- *Aumentar la probabilidad de Detección.*

Es un objetivo de carácter correctivo y, en general, debe ser la última opción a desarrollar por el grupo de trabajo, ya que con ella no se atacan las causas del problema. Requiere la mejora del proceso de control existente.

²⁴

<http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/mfe.pdf>5.5.2 Metodología del Proceso de Análisis

Posibles problemas y deficiencias de interpretación.

El obtener conclusiones del FMEA deficientes o erróneas puede provenir de:

- a) No haber identificado todas las funciones o prestaciones del objeto de estudio, o bien, no corresponden estas a las verdaderas necesidades y expectativas del cliente o usuario.
- b) No considerar todos los Modos de Fallo Potenciales por estar latente la idea de que alguno no podrá darse nunca.
- c) Realizar una identificación de Causas posibles superficial o sin utilizar correctamente las herramientas que proporcionan relaciones de causalidad.
- d) Un cálculo de los índices O y D basados en probabilidades no suficientemente contrastadas con los datos históricos de productos/servicios o procesos similares.

UTILIZACIÓN:

Debido a sus características principales la realización será útil en la planificación o revisión de productos/servicios o de procesos:

- En su diseño.
- Cuando requieren modificaciones debido al cambio de factores ambientales.

Utilización en las fases de solución de problemas.

Durante un proceso de solución de problemas hay un punto en el que la realización de un FMEA puede ser de utilidad:

- Siempre que en el diseño de soluciones, estas estén encaminadas a la planificación o revisión de productos/servicios o procesos complejos.

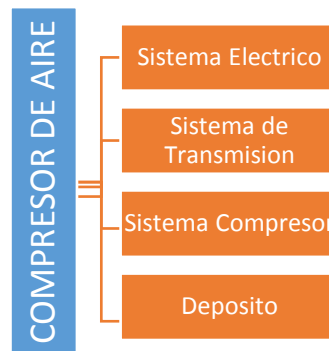
5.6 APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (FMEA) A LOS EQUIPOS CRITICOS DE LOS TALLERES DE ALISTAMIENTO DE *MOTORESTE MOTORS S.A.*

Ahora ya explicado el concepto y el procedimiento del análisis FMEA; se desarrollará el alcance del objetivo relacionado con un Análisis de Modos y Efectos de Falla a los cuatro equipos más críticos obtenidos en el capítulo anterior, la definición de las funciones del equipo, las fallas funcionales para cada una de estas funciones, los modos de falla que producen estas funciones y los efectos asociados a esas fallas. Este estudio nos permite identificar las fallas potenciales de diseño y proceso antes de que ocurran, para facilitar la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo.

5.7. DESCOMPOSICIÓN DEL SISTEMA POR COMPONENTES DE LOS EQUIPOS CRITICOS

5.7.1. Contexto operacional del compresor de aire Para la división de este equipo se hizo necesaria la clasificación de cuatro subsistemas definidos dentro del campo de la ingeniería mecánica dado que es un equipo neumático.

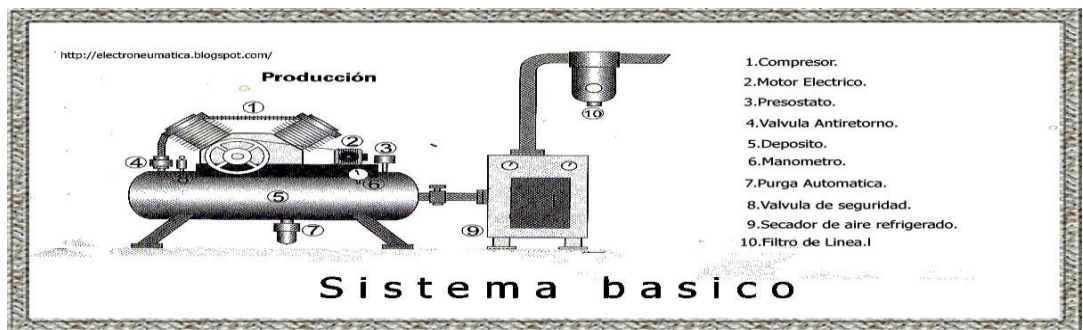
Figura 52. Subsistemas del Compresor de Aire



Fuente: Elaboración Propia con base en la información de los equipos

Estos compresores son del tipo de desplazamiento positivo, son los más comúnmente utilizados. Existen de simple y doble efecto. El nombre de simple efecto o doble efecto lo reciben por su capacidad de comprimir el aire al avance o en ambos sentidos, respectivamente. Los compresores alternativos, existen en las versiones lubricadas y sin lubricar. Estos últimos incorporan segmentos y bandas de desgaste, de Teflón (PTFE).

Figura 53. Compresor de Aire



Fuente: Ayuda para un Compresor de Aire

- En este compresor de doble etapa, el aire se comprime en una primera fase, se refrigera y se vuelve a comprimir en una segunda fase permitiendo un elevadísimo rendimiento del grupo compresor.
- Indicado para la industria en general, destacando por su alto rendimiento en todos los trabajos que realiza.

Los siguientes subsistemas serán los definidos a continuación:

Tabla 17. Descripción del subsistema del Compresor de Aire

SUBSISTEMA	FUNCION	COMPONENTE
SISTEMA ELECTRICO	Es la máquina que convierte energía en movimiento o trabajo mecánico transportando esta energía a los pistones	<i>MOTOR</i>

SUBSISTEMA	FUNCION	COMPONENTE
	por medio de poleas y correa	
SISTEMA DE TRANSMISION	Sistema de transmisión por correa con el fin de transmitir la fuerza y la velocidad al eje del cigüeñal y colocar en funcionamiento el compresor	<i>POLEA INDUCTORA-POLEA INDUCIDA-CORREAS TRAPEZOIDALES EN V</i>
SISTEMA COMPRESOR	El aire es extraído del medio y se comprime en una primera fase, se refrigera y se vuelve a comprimir en una segunda fase permitiendo un elevadísimo rendimiento y luego es enviado al depósito por la línea de descarga o pre llenado	<i>COMPRESOR DE AIRE-FILTRO DE AIRE-VALVULA ANTIRETORNO</i>
DEPOSITO	Es quien almacena el aire comprimido por el compresor hasta lograr la presión deseada o presión máxima de trabajo marcada por el manómetro; luego el presostato desenergiza el motor eléctrico hasta que la presión vuelva a decaer debido a la descarga de aire de trabajo.	<i>VALVULA DE DESCARGA DE AIRE DE TRABAJO-PRESOSTATO-TANQUE DE ALMACENAMIENTO-VALVULA DE DRENAJE-MANOMETRO-VALVULA ANTIRRETORNO-FILTROS</i>

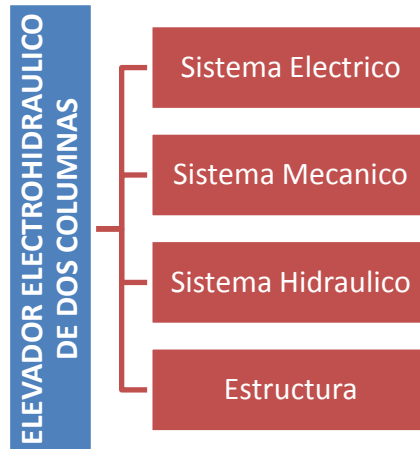
Fuente: Elaboración Propia con base en la información del equipo

5.7.2. Contexto operacional del elevador electrohidráulico de dos columnas

Para la división de este equipo se hizo necesaria la clasificación de cuatro

subsistemas definidos dentro del campo de la ingeniería mecánica dado que es un equipo electrohidráulico.

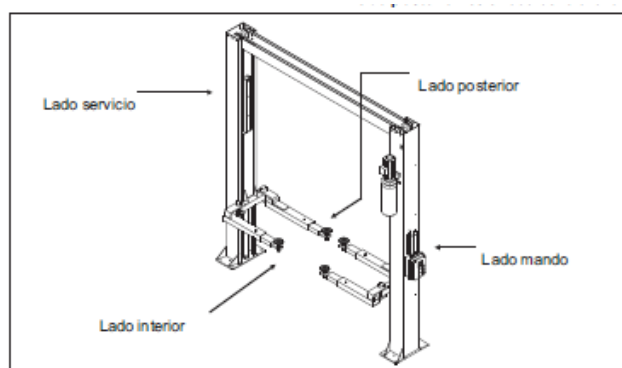
Figura 54. Subsistemas del Elevador Electrohidráulico de dos Columnas



Fuente: Elaboración Propia con base en la información de los equipos

El elevador electromecánico de 2 columnas es fijo, es decir anclado al suelo y se ha proyectado y fabricado para la elevación y estacionamiento en parte de vehículos de turismo y furgonetas.

Figura 55. Elevador Electrohidráulico de dos Columnas



Fuente: Manual de Elevador de Vehículos

Las especificaciones de elevadores dependen del modelo; así tenemos, carros y brazos reforzados para mayor seguridad. Brazos de 3 tramos con altura mínima de sólo 75 mm. Dispositivo de seguridad en brazos contra aplastamiento de pies. Bloqueo de brazos automático. Cachas (deslizadores) con bajo coeficiente de fricción y desgaste. Caja de mandos con interruptor ON/OFF y pulsadores independientes de SUBIDA y BAJADA. Liberación de las cuñas de seguridad por electroimanes. Sincronización de carros y seguridad contra obstáculos por cable. Dos cadenas de gran resistencia conducen los carros para una seguridad total. Parada automática de seguridad en caso de rotura de cadenas o cables. Semi base de bajo perfil de altura específica. Dos extensiones de calzos que permiten la elevación de cualquier tipo de vehículo.

Los siguientes subsistemas serán los definidos en la Tabla XX que se ve a continuación:

Tabla 18. Descripción del subsistema del Elevador Electrohidráulico de dos Columnas

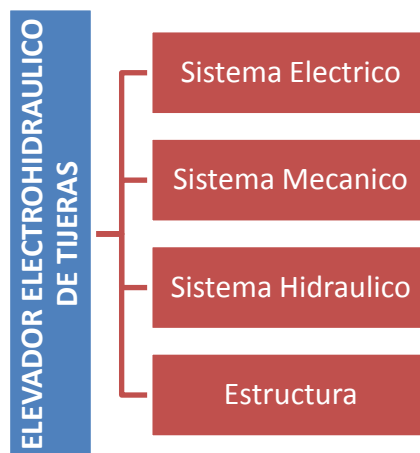
SUBSISTEMA	FUNCION	COMPONENTE
ESTRUCTURA	Soporta todos los componentes del sistema y de carga; mediante sus brazos extensibles son ajustables según el tipo de vehículo a elevar en sus puntos de contacto.	<i>DOS COLUMNAS-BRAZO EXTENSIBLE CON PROTECTOR DE PIES-TACO DE GOMA VASCULANTE-PROTECTOR DE PUERTAS EN COLUMNAS-CORREDERA-</i>
SISTEMA MECANICO	Está relacionado con la transmisión del movimiento desde el sistema de potencia hasta los diferentes componentes estructurales que soportan la carga del vehículo.	<i>SISTEMA DE TRASMISION POR POLEAS-SITEMA DE TRASMISION POR CORREDERA-SEGUROS MANUALES</i>

SUBSISTEMA	FUNCION	COMPONENTE
SISTEMA HIDRAULICO	Transmitir la potencia a los cilindros hidráulicos para el sistema de elevación. Regular el flujo de aceite y la presión del sistema	<i>BOMBA-SISTEMA DE VALVULA DE ALIVIO-VALVULA REGULADORA DE CAUDAL-VALVULA DIRECCIONAL-CILINDROS O ACTUADORES HIDRAULICOS-MANGUERAS-RACORES-FILTROS-DEPOSITO</i>
SISTEMA ELECTRICO	Transmitirle el movimiento al sistema hidráulico y a la bomba para que el flujo empiece a moverse y a transmitirle fuerza y potencia al sistema de elevación	<i>MOTOR ELECTRICO-CABLES ELECTRICOS-CONTROLES ELECTRICOS</i>

Fuente Elaboración Propia con base en la información del equipo

5.7.3 Contexto operacional del elevador electrohidráulico tijeras Para la división de este equipo se hizo necesaria la clasificación de cuatro subsistemas definidos dentro del campo de la ingeniería mecánica dado que es un equipo electrohidráulico.

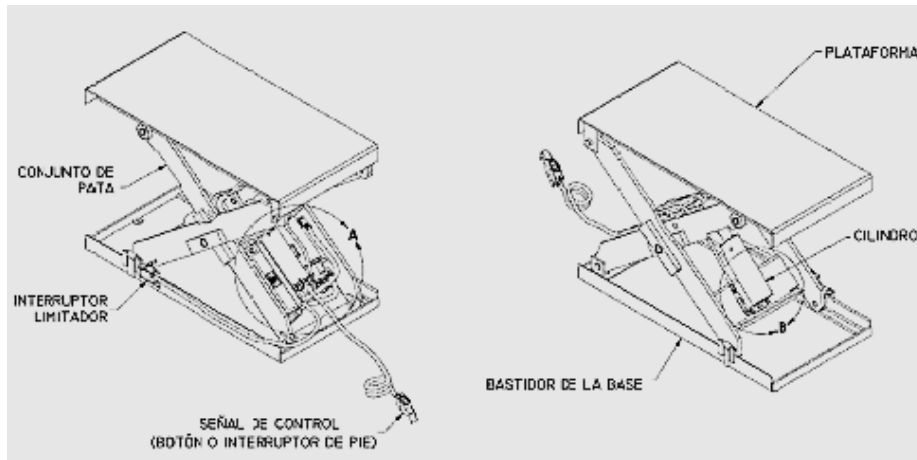
Figura 56. Subsistemas del Elevador Electrohidráulico de Tijeras



Fuente: Elaboración Propia con base en la información de los equipos

En la descripción del modelo del Elevador electro-hidráulico de doble tijera este tiene dos pistones de carga de 3.2 Toneladas, y rampas extensibles, dispositivo de alarma y auto lubricación. Su instalación es empotrada.

Figura 57. Elevador Electrohidráulico Tijeras



Fuente: Manual de Elevador de Vehículos de tijeras

Hay muchos diseños especiales cuyas especificaciones pueden variar con respecto a las publicadas para los modelos estándar. La capacidad nominal de carga está estampada en una placa de identificación metálica sujeta al elevador. Esta cifra es una capacidad nominal neta para un elevador suministrado con una plataforma estándar. Si se instalan artículos opcionales en el elevador después de salir del fabricante, reste el peso de éstos de la carga nominal para obtener la capacidad neta.

No exceda la capacidad nominal del elevador. La carga del elevador más allá de su capacidad nominal es peligrosa, acortará la duración de la operación del elevador y anulará la garantía.

Los siguientes subsistemas serán los definidos a continuación:

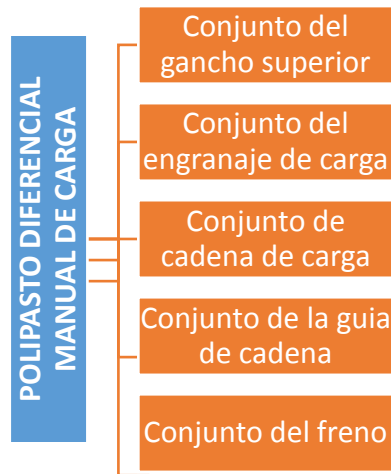
Tabla 19. Descripción del subsistema del Elevador Electrohidráulico de Tijeras

SUBSISTEMA	FUNCION	COMPONENTE
ESTRUCTURA	Soporta todos los componentes del sistema y de carga; mediante la extensión de las tijeras. Soportar el platón y las rampas extensibles.	<i>PLATAFORMA-DOBLE TIJERAS-RAMPAS EXTENSIBLES-BASE</i>
SISTEMA MECANICO	Mecanismo por el cual se transporta el movimiento y asegura la carga	<i>SEGUROS AUTOMATICOS-CORREDERA</i>
SISTEMA HIDRAULICO	Transmitir la potencia a los cilindros hidráulicos para el sistema de elevación. Regular el flujo de aceite y la presión del sistema. Asegurar la carga mediante la presión del sistema	<i>BOMBA-SISTEMA DE VALVULA DE ALIVIO-VALVULA REGULADORA DE CAUDAL-VALVULA DIRECCIONAL-ACTUADORES HIDRAULICOS-MANGUERAS-RACORES-FILTROS-DEPOSITO</i>
SISTEMA ELECTRICO	Transmitirle el movimiento al sistema hidráulico y a la bomba para que el flujo empiece a moverse y a transmitirle fuerza y potencia al sistema de elevación. Controlar todo el movimiento tanto de subir y de bajar la carga. Proteger al sistema de cortocircuitos con polo a tierra.	<i>COMANDO ELECTRICO Y ELECTRONICO-MOTOR ELECTRICO</i>

Fuente: Elaboración Propia con base en la información del equipo

5.7.4. Contexto operacional del diferencial manual de carga Para la división de este equipo se hizo necesaria la clasificación de cinco subsistemas definidos dentro del campo de la ingeniería mecánica dado que es un equipo con mecanismo de engranajes.

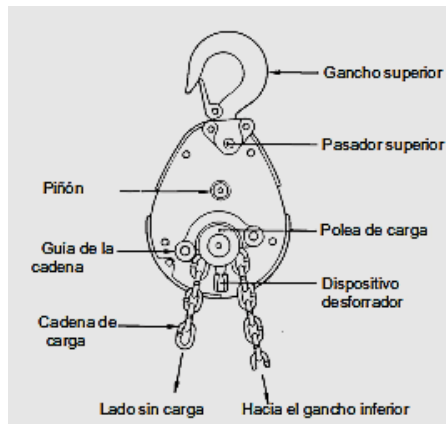
Figura 58. Subsistemas del Polipasto Diferencial Manual de Carga



Fuente: Elaboración Propia con base en la información de los equipos

Dentro de la carcasa del polipasto de cadena hay dos engranajes. Uno de ellos es más pequeño que el otro, uno mide 20 cm y el otro 25 cm y están unidos de manera que cuando uno se mueve, el otro también. La cadena se enrolla sobre el engranaje más pequeño y cuelga de un lazo (del que tiras). Luego la cadena pasa por el engranaje más grande y hacia abajo hasta un punto u otro lazo, dependiendo del tipo de polipasto que estás utilizando. El operador tira de la parte de la cadena que se enlaza sobre el engranaje más pequeño.

Figura 59. Diferencial Manual de Carga



Fuente: Manual Instructivo del Polipasto

Los siguientes subsistemas serán los definidos a continuación:

Tabla 20. Descripción del subsistema del Polipasto Diferencial Manual de Carga

SUBSISTEMA	FUNCION	COMPONENTE
CONJUNTO DEL GANCHO SUPERIOR	Es donde se cuelga del caballete y se asegura con el mismo	<i>CONJUNTO GANCHO SUPERIOR-CONJUNTO DE CERROJO</i>
CONJUNTO DEL ENGRANE DE CARGA	Sistema por el cual mueve o desplaza la cadena	<i>RODAMIENTO DE BOLAS-POLEA DE CARGA-ENGRANE DE CARGA</i>
CONJUNTO DE LA CADENA DE CARGA	Es donde se ajusta la carga que se desea elevar	<i>CADENA DE CARGA-GANCHO INFERIOR</i>
CONJUNTO DE LA GUIA DE CADENA	Mantener la cadena en su lugar y que esta no se salga de la guía	<i>GUIA DE LA CADENA-DISPOSITIVO DESFORRADOR</i>
CONJUNTO DEL FRENO	Asegurar el sistema de carga. Evitar caída libre de la carga.	<i>CONJUNTO DEL TRINQUETE-DISCOS DE FRICCION O FRENADO</i>

Fuente: Elaboración Propia con base en la información del equipo


5.8. RESULTADOS DEL ESTUDIO DEL PROCESO FMEA

De acuerdo a los siete equipos de mayor criticidad, se realizó el despiece por subconjuntos estableciendo las condiciones reales de funcionamiento, reuniéndose los datos técnicos de cada equipo dentro de la ficha técnica.

Se realizó también un estudio sobre el funcionamiento de cada máquina con el fin de obtener una comprensión para realizar el estudio del proceso.

Con base en la información compilada en la empresa y en los manuales y catálogos de los equipos críticos se muestra a continuación los resultados del análisis FMEA, y ya que la empresa no cuenta actualmente con un programa de mantenimiento preventivo; esto resulta no ser suficiente para garantizar de manera continua la actualización de la información por equipo y para prevenir el estado por medio del cual la cuantificación de las horas de trabajo estén preestablecidas. Para ello se establece un mecanismo práctico pero bien elaborado.

Tabla 21. FMEA del Compresor de Aire

		FORMATO PARA ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS (FMEA)					CODIGO			
							REVISION			
							FECHA			
							PAGINA			
EQUIPO	COMPRESOR DE AIRE DE DOS PISTONES					NUMERO DE INVENTARIO				
MODELO	RELIANCE ELECTRIC									
TALLER	TALLER DE VEHICULOS PESADOS					CODIGO MANUAL				
JEFE DE TALLER										
INGENIERO DE SERVICIO			INSPECTOR DE DAIMLER			INGENIERO DE MANTENIMIENTO				
SISTEMA	COMPONENTE	FUNCION	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"O"	"G"	"D"	"IPR"
SISTEMA ELECTRICO	MOTOR ELECTRICO	Es la máquina que convierte energía en movimiento o trabajo mecánico transportando esta energía a los pistones por medio de poleas y correa	El compresor no arranca después de conectarlo	Imposibilidad de transmitirle movimiento a los pistones	El interruptor de encendido está apagado	Conecte la alimentación	5	7	8	280
					La alimentación de corriente es incorrecta	Comprobar que recibe corriente				
					El fusible esta quemado o contactor magnético averiado	Cambie el interruptor sin fusible o el contactor averiado				
					El guarda motor se ha activado	Desconectar el compresor, esperar unos instantes, pulsar el disyuntor. Volver a conectar el compresor y ver si se activa				

SISTEMA	COMPONENTE	FUNCION	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"O"	"G"	"D"	"IPR"
						nuevamente				
			El motor zumba pero no gira		Hay mucha tensión en las correas	Destensionar las correas de la transmisión	6	6	7	252
					Motor defectuoso debido a desequilibrio en el voltaje de los terminales de salida	Inspección o cambio del motor				
				Convertidor defectuoso debido al desequilibrio de la tensión en los bornes de salida	Inspección o cambio del inversor					
			Motor esta sobrecalentado		Obstrucción en el sistema de enfriamiento	Eliminar los obstáculos del sistema o cambiar el motor	7	6	6	252
SISTEMA DE TRANSMISION	POLEA INDUCTORA-POLEA INDUCIDA	Sistema de transmisión por correa con el fin de transmitir la fuerza y la velocidad al eje del cigüeñal y colocar en funcionamiento el compresor	El compresor no arranca estando en movimiento el motor	Imposibilidad de transmitirle movimiento a los pistones	Polea desajustada	Inspeccionar y ajustar cuña de la polea	7	6	5	210
	CORREAS TRAPEZOIDALES EN V				Correa averiada o destensionada	Cambiar correa o simplemente ajustarla				
SISTEMA COMPRESOR	GRUPO COMPRESOR DE AIRE	El aire es extraído del medio y se	No hay suficiente aire en el tanque del compresor	No es posible obtener aire del compresor de	Recalentamiento en los émbolos de los pistones	Cambiar aceite del compresor	5	7	7	245

SISTEMA	COMPONENTE	FUNCION	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"O"	"G"	"D"	"IPR"
		comprime en una primera fase, se refrigera y se vuelve a comprimir en una segunda fase permitiendo un elevadísimo rendimiento y luego es enviado al depósito por la línea de descarga o prellenado	El compresor pierde de forma continua	manera continua	Las herramientas y equipos neumáticos de la red de aire comprimido tienen un consumo de aire demasiado elevado	Comprobar el consumo de aire de la herramienta neumática o el equipo neumático	6	5	6	180
	Fuga en el compresor				Localizar la fuga; ponerse en contacto con el servicio técnico					
	Red de aire comprimido inestancable				Comprobar la red de aire comprimido; obturar la fuga					
			El grupo de compresión se calienta demasiado		El aire de entrada no es suficiente	Asegúrese de que haya suficiente aireación/ventilación (distancia con respecto a la pared mínimo 40 cm)	7	5	5	175
					Aletas de refrigeración del cilindro (culata) sucias	Limpiar las aletas de refrigeración del cilindro (culata)				
					El nivel de aceite aumenta sin que se haya agregado aceite	Acumulación de condensados en el aceite	El compresor está sobredimensionado (póngase en contacto con el servicio técnico)	2	7	4
	FILTRO DE AIRE	Limpiar el aire de impurezas al ser	El compresor pierde de forma	Filtro de aspiración muy	Limpiar o sustituir el filtro de aspiración	7	7	5	245	


SISTEMA	COMPONENTE	FUNCION	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"O"	"G"	"D"	"IPR"
		extraído	continua		sucio					
	LINEA DE DESCARGA A TANQUE	Enviar el aire comprimido al tanque y activar el reóstato	Durante el funcionamiento sale aire comprimido por la manguera que alimenta al tanque		Manguera taponada, averiada o rota	Limpiar o sustituir la manguera de alimentación al tanque	4	7	4	112
DEPOSITO	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	Es quien almacena el aire comprimido por el compresor hasta lograr la presión deseada o presión máxima de trabajo marcada por el manómetro; luego el presostato desenergiza el motor eléctrico hasta que la presión vuelva a decaer debido a la descarga de aire de trabajo.	El compresor se conecta frecuentemente	No se obtiene aire de manera continua en las unidades de mantenimiento de aire comprimido	Exceso de condensación en el depósito de presión	Vaciar el condensado (procurar eliminar el condensado respetando el medio ambiente)	5	6	8	240
			El compresor no arranca después de conectarlo		Sobrecarga del compresor	Evacuar el condensado a través de la válvula de purga de condensado	6	8	5	240
					La presión del depósito es mayor que la presión de conexión	Purgar la presión del depósito hasta que el presostato se conecte automáticamente				
	PRESOSTATO	Aparato que cierra o abre el circuito eléctrico dependiendo de la lectura de presión del aire	No hay arranque en el compresor	No hay continuidad en el suministro de aire	Preostato averiado	Sustituir el preostato	5	7	2	70

SISTEMA	COMPONENTE	FUNCION	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"O"	"G"	"D"	"IPR"
	VALVULA ANTIRRETORNO	Ajustar la sensibilidad de disparo del presostato al aplicar más o menos fuerza sobre el pistón a través del resorte. Usualmente tienen dos ajustes independientes: la presión de encendido y la presión de apagado.	Durante el funcionamiento sale aire comprimido por la válvula de descompresión situada debajo del presostato		Válvula de descompresión inestancable	Limpiar o sustituir la válvula de descompresión	5	7	3	105
El aire comprimido se escapa a través de la válvula de descompresión situada debajo del presostato hasta alcanzar la presión de conexión			Inactividad en el compresor	Pieza insertada de la válvula antirretorno inestancable o averiada	Limpiar o sustituir la válvula antirretorno. <i>Atención:</i> El depósito está bajo presión; en primer lugar, evacuar la presión	5	7	4	140	
La válvula de seguridad sopla				La presión del depósito es superior a la presión de desconexión ajustada	Se debe reajustar o sustituir el presostato.	5	6	8	240	
		Válvula de seguridad averiada	Reemplazar o ponerse en contacto con el servicio técnico							
	MANOMETRO	Es un indicador o medidor de presión	No marca la presión del tanque o marca la presión de manera incorrecta según	Compresor se carga de manera inestable	Manómetro averiado	Ajustar, calibrar o reemplazar	7	5	3	105

SISTEMA	COMPONENTE	FUNCION	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"O"	"G"	"D"	"IPR"
			el ajuste de presión del tanque							
	VALVULA DE DRENAJE (PURGA)	Es la purga o drenaje de la condensación en el tanque	Al evacuar el condesado a través de la válvula de purga no drena	No hay continuidad en el suministro de aire	Válvula de purga taponada o averiada	Limpiar o sustituir la válvula de purga	5	6	4	120
	VALVULA DE DESCARGA DE AIRE DE TRABAJO	Es la encargada de alimentar las líneas de suministro de aire	Cuando se abre la válvula de suministro está muy apretada o muy suelta		Válvula de descarga taponada o averiada	Ajustar o sustituir la válvula de descarga	4	6	4	96

Fuente: Elaboración Propia con base en la información compilada en MOTORES MOTORS S.A.

Tabla 22. FMEA del Elevador Electrohidráulico de dos Columnas

		FORMATO PARA ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS (FMEA)						CODIGO			
								REVISION			
								FECHA			
								PAGINA			
EQUIPO	ELEVADOR ELECTROHIDRAULICO DE DOS COLUMNAS						NUMERO DE INVENTARIO				
MODELO	ROTARY LIFT/LAUNCH/HYNTEC VALVE										
TALLER	TALLER DE VEHICULOS LIVIANOS						CODIGO MANUAL				
JEFE DE TALLER											
INGENIERO DE SERVICIO				INSPECTOR DE DAIMLER				INGENIERO DE MANTENIMIENTO			
SISTEMA	COMPONENTE	FUNCION	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"O"	"G"	"D"	"IPR"	
SISTEMA ELECTRICO	COMANDO ELECTRICO Y ELECTRONICO	Proteger al sistema de cortocircuitos con polo a tierra.	El elevador no sube teniendo el pulsador presionado	Imposibilidad de transmitir corriente al motor	Fusible quemado	Cambiar el fusible	6	5	5	150	
					No llega la corriente de línea	Restablecer la conexión					
					Avería en la instalación eléctrica: - microinterruptor roto	Llamar el servicio de asistencia					
			El elevador, liberando el pulsador de subida, continua a subir		Pulsador defectuoso	Quitar la línea y sustituir el pulsador; Llamar el servicio de asistencia	6	5	2	60	
			El elevador no desciende		Avería en la instalación eléctrica	Llamar el servicio de asistencia	6	5	4	120	


SISTEMA	COMPONENTE	FUNCION	MODO DE FALLA	EFFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"O "	"G "	"D "	"IPR "	
	MOTOR ELECTRICO	Transmitirle el movimiento y la fuerza de potencia al sistema de elevación. Controlar todo el movimiento tanto de subir y de bajar la carga.	El elevador no sube teniendo el pulsador presionado	No gira el motor	Avería en la instalación eléctrica: - motor roto	Llamar el servicio de asistencia	6	7	4	168	
			El motor de la centralita se recalienta		Avería en el motor	Llamar el servicio de asistencia	7	6	4	168	
					Voltaje incorrecto	Comprobar el voltaje					
SISTEMA HIDRAULICO	BOMBA	Transmitir la potencia a los cilindros hidráulicos para el sistema de elevación.	La bomba hace ruido	Hay cavitación en la línea de bomba	Aceite contaminado	Cambiar el aceite	6	7	5	210	
					Montaje equivocado	Llamar el servicio de asistencia					
	ELECTROVALVULA DE DESCARGA	Es quien realiza la descarga de aceite de los actuadores		El elevador no desciende	El elevador se bloquea al bajar o al subir	Electroválvula bloqueada	Reemplazar la electroválvula (llamar el servicio de asistencia)	5	6	5	150
						La válvula de descarga no cierra porque está sucia	Accionar contemporáneamente la subida y la bajada para limpiar la válvula	6	7	4	168
						Válvula de descarga defectuosa	Llamar el servicio de asistencia				
						El elevador no sube teniendo el pulsador presionado	El motor gira pero no asciende la carga	Electroválvula de descarga abierta	Controlar las conexiones o cambiarlas	7	6
	VALVULA DE SEGURIDAD	Regular el flujo de aceite y la presión del sistema. Asegurar la carga mediante la presión del sistema		El elevador no desciende	Hay atascamiento o de la carga al ser bajada	Los carros se apoyan en el límite de seguridad	Efectuar la correcta secuencia de bajada	6	7	2	84
						Entra en función la válvula de bloqueo	Reparar el circuito oleodinámico				

SISTEMA	COMPONENTE	FUNCION	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"O "	"G "	"D "	"IPR "
	MANGUERAS- RACORES- FILTROS	Son todas las líneas de paso y perdidas del fluido del sistema	El elevador no sube teniendo el pulsador presionado	El motor gira levemente	Pérdidas en la línea hidráulica	Reparar la línea	7	5	5	175
			El elevador no desciende		Objeto extraño	Quitar el objeto	7	5	6	210
			Pérdida de aceite		Suciedad en el instalación	Limpia los componentes.	6	6	5	180
	ACTUADORES HIDRAULICOS	Son los que elevan la carga	Pérdida de aceite en el cilindro hidráulico	El elevador no asciende ni desciende con eficiencia	Guarniciones deterioradas	Reemplazar las guarniciones deterioradas	7	5	4	140
					Suciedad en el instalación	Limpia los componentes. Verificar que las válvulas no estén dañadas				
	DEPOSITO	Es donde se deposita el aceite del sistema	El elevador no sube teniendo el pulsador presionado	El motor gira pero no asciende la carga	Aceite insuficiente	Reponer el nivel de aceite	7	6	5	210
					El elevador no sube hasta la posición máxima	No gira el motor al mantener el pulsador presionado	Falta de aceite	Agregar aceite	6	6
	ESTRUCTUR A	BRAZO EXTENSIBLE CON PROTECTOR DE PIES	Se ajusta en los puntos de contacto del vehículo	Al elevarse el vehículo hay un ruido en los brazos extensibles	El vehículo no asciende con seguridad	Unión de brazos extensibles deformados por exceso de carga	Corregir la estructura de los brazos en sus uniones o reemplazarlas	7	8	4
TACO DE GOMA VASCULANTE		Es donde se amortigua la carga	El taco de goma está desgastado			Cambiar los tacos de gomas				

SISTEMA	COMPONENTE	FUNCION	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"O"	"G"	"D"	"IPR"
	DOS COLUMNAS	Son los carriles de desplazamiento	El elevador sube con ruido	El motor gira atascado	No hay suficiente grasa en las columnas	Lubricar las columnas del elevador	7	8	4	224
SISTEMA MECANICO	CORREDERA	Transmisión que desplaza la carga	Al ascender el elevador hay un zumbido	El motor zumba estando girando	No están lubricadas las cadenas del elevador	Lubricar las cadenas del elevador	7	5	6	210
	CUÑAS DE SEGURIDAD	Se activan en caso de que falle los actuadores del sistema	Hay un desajuste en la cuña de seguridad	En caso de que falle los actuadores no frenara la carga del sistema	El sistema de seguridad esta desajustado	Revisar el sistema de cuñas periódicamente	6	7	5	210

Fuente: Elaboración Propia con base en la información compilada en MOTORES MOTORS S.A.

Tabla 23. FMEA del Elevador Electrohidráulico de Tijeras

		FORMATO PARA ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS (FMEA)					CODIGO			
							REVISION			
							FECHA			
							PAGINA			
EQUIPO	ELEVADOR ELECTROHIDRAULICO DE TIJERAS					NUMERO DE INVENTARIO				
MODELO	LAUNCH									
TALLER	TALLER DE VEHICULOS LIVIANOS					CODIGO MANUAL				
JEFE DE TALLER										
INGENIERO DE SERVICIO			INSPECTOR DE DAIMLER			INGENIERO DE MANTENIMIENTO				
SISTEMA	COMPONENTE	FUNCION	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"O"	"G"	"D"	"IPR"
SISTEMA ELECTRICO	COMANDO ELECTRICO Y ELECTRONICO	Es de donde se comanda el elevador de carga y se transmite la energía del sistema; es la fuente de alimentación eléctrica y evita la sobrecarga o cortocircuitos	El elevador no sube.	Imposibilidad de transmitir corriente al motor	El voltaje puede ser demasiado bajo para hacer funcionar la bomba con la carga existente...	Compruebe midiendo el voltaje en los terminales del motor, o tan cerca de los mismos como sea posible, mientras la bomba funcione bajo carga.	5	6	6	180
					Las conexiones inadecuadas o incorrectas pueden subalimentar el motor cuando el voltaje de la fuente es amplio	Corrija según sea necesario				

SISTEMA	COMPONENTE	FUNCION	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"O"	"G"	"D"	"IPR"
			El elevador no se baja. (continua modo anterior)	No gira el motor	La bobina del solenoide puede estar mal conectada, quemada, no tener el voltaje nominal adecuado o el voltaje de la línea puede ser excesivamente bajo.	Compruebe el voltaje cerca de la bobina.				
			El elevador no se baja.	Motor atascado o inmóvil	El fusible de velocidad puede estar trabado.	<p>No trate de quitar el fusible de velocidad. Se deben seguir estos pasos:</p> <p>1. Quite la carga del elevador. Inspeccione todas las conexiones, mangueras y otros componentes hidráulicos para ver si hay fugas o daños.</p> <p>2. Si no se observan fugas o daños, trate de someter a presión el cilindro de levantamiento pulsando el botón de "SUBIDA" del controlador durante unos pocos segundos. Suelte inmediatamente el</p>	7	7	5	245

SISTEMA	COMPONENTE	FUNCION	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"O"	"G"	"D"	"IPR"
						<p>botón de "SUBIDA" y pulse el botón de "BAJADA". Si empieza a bajar el elevador, siga pulsando el botón de "BAJADA" hasta que se baje completamente el elevador.</p>				
			El elevador no desciende (continua modo anterior)	El motor sigue atascado (continua modo anterior)	El fusible de velocidad no funciona	<p>3. Si el elevador no se baja después de probar el Paso 2, espere aproximadamente 10 – 15 minutos para que se iguale la presión en el sistema hidráulico. Después, pulse el botón de "BAJADA" hasta que el elevador esté completamente bajado.</p> <p>4. Una vez que se haya bajado completamente el elevador, mantenga pulsado el botón de</p>				

SISTEMA	COMPONENTE	FUNCION	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"O"	"G"	"D"	"IPR"
						<p>"BAJADA" durante aproximadamente 60 segundos para purgar el aire del sistema. Tal vez sea necesario repetir este paso varias veces para eliminar completamente el aire del sistema subiendo el elevador al 50% de su recorrido y bajándolo.</p> <p>Si los pasos anteriores no corrigen el problema, póngase en contacto con el servicio de mantenimiento</p>				
	MOTOR ELECTRICO	Transmitirle el movimiento y la fuerza de potencia al sistema de elevación. Controlar todo el movimiento tanto de subir y	El motor funciona de forma irregular o se calienta excesivamente.	La carga se eleva con atascamiento del motor y hay peligro de quemarse	<p>El voltaje puede ser bajo.</p> <p>Las conexiones inadecuadas pueden subalimentar el motor incluso cuando el voltaje de la fuente es amplio.</p>	Compruebe el voltaje en los terminales del motor mientras la bomba funciona con carga	7	7	4	196

SISTEMA	COMPONENTE	FUNCION	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"O"	"G"	"D"	"IPR"
		de bajar la carga.			No observar en el diagrama de conexiones de la placa de identificación las conexiones apropiadas del voltaje	Observar el manual de instalación				
			El elevador se eleva.	El motor se mueve o separa de repente	El motor puede ser monofásico. El motor produce un zumbido o se funden los fusibles de los dispositivos de protección de sobrecarga.	Compruebe los cables, fusibles, etc. Compruebe los cables, fusibles, etc.	5	6	6	180
			El elevador no sube (continua anterior)	El motor no se mueve	Se puede invertir la rotación de un motor trifásico.	Invierta la conexión de dos cables eléctricos del motor.				
SISTEMA HIDRAULICO	BOMBA	Transmitir la potencia a los cilindros hidráulicos para el sistema de elevación.	El elevador asciende	La bomba no se mueve o gira atascada	La bomba se puede agarrotar si el motor produce un zumbido o se funden los fusibles de los dispositivos de protección de sobrecarga.	Quite la bomba. La bomba puede hacerse girar con la mano a menos que esté agarrotada. Compruebe si hay grietas en la caja.	4	6	5	120

SISTEMA	COMPONENTE	FUNCION	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"O"	"G"	"D"	"IPR"
			El elevador se sube y luego se baja lentamente	No es posible elevar la carga y mantenerla estable	Es posible que no se asiente la válvula de retención del conjunto de bomba. Esto viene indicado por el eje de la bomba y el motor girando hacia atrás por su propia cuenta sin la corriente conectada. Por lo general se puede oír esta condición.	Reemplace el conjunto de bomba.	4	6	4	96
	ELECTROVALVULA DE DESCARGA	Es quien realiza la descarga de aceite de los actuadores	El elevador se sube y luego se baja lentamente.	La elevación no es estable	Es posible que el solenoide de bajada no se asiente.	Quite la bobina del solenoide y compruebe. Si el elevador no se mantiene con la bobina del solenoide quitada, quite y limpie el cartucho de la válvula de bajada o reemplace según sea necesario.	6	6	2	72
			El elevador no sube.	El elevador se bloquea al bajar o al subir	La válvula de bajada puede activarse debido a conexiones defectuosas o por estar atascada en la posición abierta. El vástago de la válvula de solenoide de bajada puede estar doblado, haciendo que la válvula se atasque en posición	Quite el solenoide y compruebe. Reemplace la válvula del solenoide de bajada.	6	4	4	96

SISTEMA	COMPONENTE	FUNCION	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"O"	"G"	"D"	"IPR"
					abierta.					
	VALVULA DE SEGURIDAD	Regular el flujo de aceite y la presión del sistema. Asegurar la carga mediante la presión del sistema	El elevador no desciende	Hay atascamiento de la carga al ser bajada	Los carros se apoyan en el límite de seguridad	Efectuar la correcta secuencia de bajada	5	4	4	80
					Entra en función la válvula de bloqueo	Reparar el circuito oleodinámico				
	MANGUERAS-RACORES-FILTROS	Son todas las líneas de paso y perdidas del fluido del sistema	El elevador no sube.	Motor gira levemente	Pérdidas en la línea hidráulica	Compruebe si hay fugas en las tuberías o mangueras	7	4	3	84
			No asciende el elevador	No hay continuidad en la elevación	Puede haber una fuga de aire en la tubería de succión debido a una conexión suelta.	Apriete según sea necesario.	7	3	4	84
			El elevador baja lentamente.	El solenoide de bajada no funciona	Debido a los residuos o a los daños.	Compruebe si hay un tubo o una manguera aprisionados. Compruebe si hay obstrucciones en las tuberías.	5	4	7	140
			El elevador se sube y luego se baja lentamente.	No hay continuidad en la elevación	La tubería de aceite, la manguera o la conexión pueden presentar fugas.	Compruebe y repare si es necesario.	5	5	3	75
	ACTUADORES HIDRAULICOS	Son los que elevan la carga	Pérdida de aceite en el cilindro hidráulico	El elevador no asciende ni desciende con eficiencia	Guarniciones deterioradas	Reemplazar las guarniciones deterioradas	4	6	3	72
					Suciedad en el instalación	Limpia los componentes. Verificar que las				

SISTEMA	COMPONENTE	FUNCION	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"O"	"G"	"D"	"IPR"
						válvulas no estén dañadas				
	DEPOSITO	Es donde se deposita el aceite del sistema	No hay movimiento continuo en el elevador	El elevador baja lentamente	Aceite espeso debido a bajas temperaturas ambientales.	Añada o reemplace por aceite de menor consistencia que no se espese a bajas temperaturas (5W-15, etc.)	8	5	4	160
El elevador desciende con problemas			Se ve espuma en el aceite del tanque		Compruebe si hay una conexión aflojada en la tubería de succión entre la bomba y el tanque. Apriete las conexiones.	6	4	3	72	
El motor gira pero no asciende la carga			El elevador no sube.	Compruebe si el nivel de aceite es bajo en el depósito.	Añada aceite especificado según sea necesario.	7	5	5	175	
No gira el motor al mantener el pulsador presionado				La rejilla de succión puede estar obstruida, subalimentando la bomba.	Quite y limpie la rejilla. Drene y reemplace el aceite.					
					Los agujeros del respiradero en el tapón de llenado pueden estar dañados.	Quite y limpie.	4	5	4	80

SISTEMA	COMPONENTE	FUNCION	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"O"	"G"	"D"	"IPR"
ESTRUCTURA	CONJUNTO DE LA PLATAFORMA	Se ajusta en los puntos de contacto del vehículo	Las plataformas no se extienden	Es imposible subir el vehículo cuando está arriba el elevador	No están lubricados o están desajustadas los componentes del conjunto de la plataforma	Lubricar o ajustar los componentes de la plataforma	6	4	5	120
SISTEMA MECANICO	CONJUNTO DE LAS TIJERAS	Es donde se amortigua la carga	El elevador sube con ruido	El motor gira atascado	No hay suficiente grasa o están desajustadas los componentes del conjunto de tijeras	Lubricar o ajustar los componentes del elevador	5	10	5	250

Fuente: Elaboración Propia con base en la información compilada en MOTORES MOTORS S.A.

Tabla 24. FMEA del Diferencial Manual (Polipasto)

		FORMATO PARA ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS (FMEA)					CODIGO			
							REVISION			
							FECHA			
							PAGINA			
EQUIPO	DIFERENCIAL MANUAL					NUMERO DE INVENTARIO				
MODELO	CM LODESTAR									
TALLER	TALLER DE VEHICULOS PESADOS					CODIGO MANUAL				
JEFE DE TALLER										
INGENIERO DE SERVICIO				INSPECTOR DE DAIMLER			INGENIERO DE MANTENIMIENTO			
SISTEMA	COMPONENTE	FUNCION	MODOS DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"O"	"G"	"D"	"IPR"
CONJUNTO DEL GANCHO SUPERIOR	CONJUNTO GANCHO SUPERIOR	Es donde se cuelga del caballete y se asegura con el mismo	El polipasto no se eleva todo su recorrido (polipastos de caída múltiple)	No se eleva la carga	Gancho superior volteado	Vuelva a ajustar el gancho volteado.	3	2	2	12
	CONJUNTO DE CERROJO		No ajusta el polipasto con el caballete	Se cae el diferencial	Resorte del cerrojo deformado	Cambiar resorte	5	4	2	40
CONJUNTO DEL ENGRANE DE CARGA	RODAMIENTO DE BOLAS	Sistema por el cual mueve o desplaza la cadena	El polipasto no eleva la carga de modo uniforme.	La carga no es elevada correctamente y de modo seguro	Un rodamiento roto o sin lubricación correcta.	Cambie el rodamiento o simplemente lubríquelo.	5	7	3	105
	ENGRANE DE CARGA		No se eleva la carga continuamente		Un ensamblado inadecuado del engrane o falta de lubricarlos	Desmonte y vuelva a ensamblar el tren de engranes	5	5	4	100

SISTEMA	COMPONENTE	FUNCION	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"O"	"G"	"D"	"IPR"
	POLEA DE CARGA		Durante la operación, el polipasto marcha a ralenti o se arrastra la carga		Un contacto pobre entre la polea de carga y la cadena de carga provocada por un paso inadecuado de la cadena.	Vuelva a ensamblar de modo apropiado y asegúrese de que la elevación sea adecuada antes de volver a usar el polipasto.	3	5	3	45
CONJUNTO DE LA CADENA DE CARGA	CADENA DE CARGA	Es donde se ajusta la carga que se desea elevar	Cuando se está operando, el diferencial de carga se arrastra o tiene poca marcha	No hay continuidad en la elevación de la carga	Un contacto pobre entre la polea de carga y la cadena de carga provocada por un paso inadecuado de la cadena.	Vuelva a ensamblar de modo apropiado y asegúrese de que la elevación sea adecuada antes de volver a usar el polipasto.	6	6	4	144
	CONJUNTO GANCHO INFERIOR	Es donde se asegura la carga	No ajusta el polipasto con la carga	No se puede asegurar la carga	Resorte del cerrojo deformado	Cambiar resorte	6	5	4	120
CONJUNTO DE LA GUIA DE CADENA	GUIA DE LA CADENA	Mantener la cadena en su lugar y que esta no se salga de la guía	La cadena se desencadena	No hay enrolamiento al tirar la cadena	La cadena se sale de la guía	Enrolar la cadena y engrasarla	5	5	2	50
CONJUNTO DEL FRENO	CONJUNTO DEL TRINQUETE	Asegurar el sistema de carga. Evitar caída libre de la carga.	El polipasto no se eleva - Se escucha un ligero clic	El trinquete no se engancha con el disco del trinquete	Ensamblado incorrecto del disco del trinquete, el disco se instaló hacia atrás y presenta un contacto incorrecto con el trinquete.	Vuelva a ensamblar el trinquete y el disco del trinquete de modo apropiado. Asegúrese de que se escuche el clic antes de volver a usar el polipasto.	4	4	4	64

SISTEMA	COMPONENTE	FUNCION	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"O"	"G"	"D"	"IPR"
			El polipasto no se eleva - No se escucha clic		Hay residuos o corrosión entre el trinquete y la flecha del trinquete.	Limpie y lubrique el trinquete y la flecha del trinquete	5	5	4	100
					El resorte del trinquete está defectuoso	Cambie el resorte del trinquete.				
					El resorte del trinquete del selector está suelto	Realice el mantenimiento del polipasto.				
			El polipasto se eleva de modo intermitente - Hay un clic ligero o irregular	El movimiento del trinquete es defectuoso	Debido a un resorte del trinquete defectuoso. El resorte está suelto o dañado.	Realice el mantenimiento y/o reparación.	6	4	3	72
					Mal ensamblado del resorte del trinquete	Vuelva a ensamblarlo de manera apropiada y asegúrese de que se revise el sonido del clic del trinquete antes de volver a usarlo.				
	DISCOS DE FRICCION O FRENADO	Es la encargada del frenado de la carga y evita el enbalamiento de la misma	La carga no desciende	No hay movimiento en la elevación de la carga	El freno se ha apretado de modo excesivo. Se ha dejado el polipasto cargado por un periodo largo Ha habido un	Tire hacia abajo con fuerza (posiblemente con ayuda de dos personas) del lado de la cadena manual para aflojar el	2	7	6	84

SISTEMA	COMPONENTE	FUNCION	MODO DE FALLA	EFFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"O"	"G"	"D"	"IPR"
					impacto durante el funcionamiento	freno.				
					El freno se ha oxidado y ha quedado apretado	Cambie las partes oxidadas y realice el mantenimiento del polipasto.				
			La carga se desvía o desliza mientras se hace descender.	La carga no frena correctamente	Hay un objeto extraño entre las superficies de fricción.	Retire el objeto y limpie las superficies. Cambie la superficie de fricción si se ha marcado.	2	7	7	98
					Se ha provocado un deslizamiento del freno debido a una oxidación significativa	Cambie la parte oxidada y realice el mantenimiento del polipasto.				
					Se han ensamblado mal las placas de fricción, por ejemplo se han omitido algunas placas de fricción en uno de los extremos.	Vuelva a ensamblar de modo apropiado, además de asegurarse que el polipasto funciona de modo adecuado antes de volver a usarlo.				
					La placa de fricción está agrietada debido a una carga excesiva	La placa de fricción está agrietada debido a una carga excesiva				

SISTEMA	COMPONENTE	FUNCION	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"O"	"G"	"D"	"IPR"
					La placa de fricción está desgastada por un periodo de uso frecuente y prolongado.	Realice el mantenimiento del polipasto.				

Fuente: Elaboración Propia con base en la información compilada en MOTORES MOTORS S.A.

5.8.1. Síntesis del proceso de evaluación mediante FMEA

Tabla 25. IPR Compresor de Aire

INDICES DE PRIORIDAD DE RIESGO CRITICOS				
COMPRESOR DE AIRE DE DOS PISTONES				
SISTEMA	MODO DE FALLA	IPR	ACCIONES CORRECTIVAS	RESPONSABLE
SISTEMA ELECTRICO	El compresor no arranca después de conectarlo	280	Revisar periódicamente automatismo de arranque, circuitos y protecciones del motor eléctrico	Técnico de mantenimiento
	Motor esta sobrecalentado	252	Inspeccionar obstáculos físicos en el motor antes de encenderlo diariamente	Técnico de mantenimiento
	El motor zumba pero no gira	252	Revisar e inspeccionar la tensión de las correas y el estado del inversor cada semana	Técnico de mantenimiento
FILTRO DE AIRE	El compresor pierde de forma continua	245	Efectuar limpieza o soplando de los filtros de aire periódicamente; tanto del compresor como de las unidades de mantenimiento	Técnico de mantenimiento

INDICES DE PRIORIDAD DE RIESGO CRITICOS				
COMPRESOR DE AIRE DE DOS PISTONES				
SISTEMA	MODO DE FALLA	IPR	ACCIONES CORRECTIVAS	RESPONSABLE
GRUPO COMPRESOR DE AIRE	No hay suficiente aire en el tanque del compresor	245	Llevar control del nivel y de la calidad del aceite utilizando las horas de servicio del equipo	Técnico de mantenimiento
DEPOSITO	La válvula de seguridad sopla	240	Revisar y reajustar periódicamente el conjunto de preostato	Técnico de mantenimiento
	El compresor se conecta frecuentemente	240	Estar revisando diariamente y efectuando la purga en el deposito	Técnico de mantenimiento

Fuente: Elaboración Propia con base en la información compilada en MOTORES MOTORS S.A.

Tabla 26. IPR Elevador Electrohidráulico de dos Columnas

INDICES DE PRIORIDAD DE RIESGO CRITICOS				
ELEVADOR ELECTROHIDRAULICO DE DOS COLUMNAS				
SISTEMA	MODO DE FALLA	IPR	ACCIONES CORRECTIVAS	RESPONSABLE
ESTRUCTURA	Al elevarse el vehículo hay un ruido en los brazos extensibles	224	Revisar periódicamente los tacos de goma y realizar el ajuste de las tuercas de anclaje, tornillos y pernos de la estructura	Técnico de mantenimiento
	El elevador sube con ruido	224	Engrasar frecuentemente las	Técnico de mantenimiento

INDICES DE PRIORIDAD DE RIESGO CRITICOS				
ELEVADOR ELECTROHIDRAULICO DE DOS COLUMNAS				
SISTEMA	MODO DE FALLA	IPR	ACCIONES CORRECTIVAS	RESPONSABLE
			columnas de la estructura	
SISTEMA HIDRAULICO	El elevador no sube hasta la posición máxima	216	Revisar mensual el nivel de aceite o según el uso frecuente dado	Técnico de mantenimiento
	El elevador no sube teniendo el pulsador presionado	210	Reponer frecuentemente o según el caso, el nivel de aceite gastado y perdido en los mantenimientos o mangueras rotas	Técnico de mantenimiento
	La bomba hace ruido	210	Supervisar el régimen de vibración y que no existan variaciones de ruido del conjunto de la bomba	Técnico de mantenimiento
	El elevador no desciende	210	Verificar el apretado y fijación de los racores, y el estado de las mangueras	Técnico de mantenimiento
SISTEMA MECANICO	Hay un desajuste en la cuña de seguridad	210	Controlar el estado de funcionamiento y la eficacia de la seguridad como el estado de las cuñas y los componentes de ajuste del sistema	Técnico de mantenimiento

INDICES DE PRIORIDAD DE RIESGO CRITICOS				
ELEVADOR ELECTROHIDRAULICO DE DOS COLUMNAS				
SISTEMA	MODO DE FALLA	IPR	ACCIONES CORRECTIVAS	RESPONSABLE
	Al ascender el elevador hay un zumbido	210	Lubricar y engrasar las partes móviles, cables y cadenas periódicamente	Técnico de mantenimiento

Fuente: Elaboración Propia con base en la información compilada en MOTORES MOTORS S.A.

Tabla 27. IPR Elevador Electrohidráulico de Tijeras

INDICES DE PRIORIDAD DE RIESGO CRITICOS				
ELEVADOR ELECTROHIDRAULICO DE TIJERAS				
SISTEMA	MODO DE FALLA	IPR	ACCIONES CORRECTIVAS	RESPONSABLE
SISTEMA MECANICO	El elevador sube con ruido	250	Lubricar frecuentemente pasadores y partes	Técnico de mantenimiento
SISTEMA ELECTRICO	El elevador no se baja.	245	Revisar frecuentemente el circuito y las protecciones eléctricas de la unidad de potencia	Técnico de mantenimiento
	El motor funciona de forma irregular o se calienta excesivamente.	196	Inspeccionar obstáculos físicos en el motor antes de encenderlo	Técnico de mantenimiento
	El elevador no sube o no baja	180	Revisar la conexión de los cables eléctricos periódicamente	Técnico de mantenimiento
	El elevador se eleva.	180	Revisar periódicamente automatismo de arranque, circuitos y protecciones del motor eléctrico	Técnico de mantenimiento

INDICES DE PRIORIDAD DE RIESGO CRITICOS				
ELEVADOR ELECTROHIDRAULICO DE TIJERAS				
SISTEMA	MODO DE FALLA	IPR	ACCIONES CORRECTIVAS	RESPONSABLE
SISTEMA HIDRAULICO	El motor gira pero no asciende la carga	175	Inspeccionar diariamente el nivel de aceite o según el uso frecuente dado	Técnico de mantenimiento
	No hay movimiento continuo en el elevador	160	Comprobar el estado y calidad del aceite mensualmente	Técnico de mantenimiento
	El elevador baja lentamente.	140	Verificar el apretado y fijación de los racores, y el estado de las mangueras	Técnico de mantenimiento
ESTRUCTURA	Las plataformas no se extienden	120	Lubricar frecuentemente pasadores y partes móviles	Técnico de mantenimiento

Fuente: Elaboración Propia con base en la información compilada en MOTORES MOTORS S.A.

Tabla 28. IPR Diferencial Manual (Polipasto)

INDICES DE PRIORIDAD DE RIESGO CRITICOS				
DIFERENCIAL MANUAL				
SISTEMA	MODO DE FALLA	IPR	ACCIONES CORRECTIVAS	RESPONSABLE
CONJUNTO DE LA CADENA DE CARGA	Cuando se está operando, el diferencial de carga se arrastra o tiene poca marcha	144	Inspeccionar la lubricación de la cadena de carga con regularidad	Técnico de mantenimiento
	No ajusta el polipasto con la carga	120	Lubricar frecuentemente los pasadores de suspensión	Técnico de mantenimiento

INDICES DE PRIORIDAD DE RIESGO CRITICOS				
DIFERENCIAL MANUAL				
SISTEMA	MODO DE FALLA	IPR	ACCIONES CORRECTIVAS	RESPONSABLE
CONJUNTO DEL ENGRANE DE CARGA	El polipasto no eleva la carga de modo uniforme.	105	Limpiar y lubricar los rodamientos periódicamente	Técnico de mantenimiento
	No se eleva la carga continuamente	100	Revisar y controlar las lubricaciones de los engranajes por periodos	Técnico de mantenimiento
CONJUNTO DEL FRENO	El polipasto no se eleva - No se escucha clic	100	Limpiar y lubricar el trinquete y la flecha del trinquete periódicamente	Técnico de mantenimiento
	La carga se desvía o desliza mientras se hace descender.	98	Mantener inspección regular sobre la placa de fricción del disco de frenado	Técnico de mantenimiento

Fuente: Elaboración Propia con base en la información compilada en MOTORES MOTORS S.A.

6. MANUAL DEL USUARIO DEL SISTEMA DE INFORMACION PARA LA EMPRESA MOTORESTE MOTORS S.A.

Este sistema de información para el mantenimiento cuenta con 6 módulos principales y estos a su vez se dividen en diferentes secciones o submódulos, que reúnen la información, la procesan y generan las diferentes salidas para asegurar una eficiente gestión del mantenimiento.

Este Software fue desarrollado por el ingeniero de Sistemas de la empresa.

6.1 INGRESO AL SISTEMA

El ingreso al software SCAM MOTORS solo lo pueden realizar los jefes de los talleres de alistamiento y el gerente de servicios en sus respectivos computadores, por tanto para ingresar a la plataforma no se maneja nombre de usuario ni contraseña.

En la figura 60 se muestra la pantalla de inicio del software:

Figura 60. Pantalla Inicial



A continuación se definirá cada uno de los módulos detalladamente y la información que administran, teniendo en cuenta las diferentes pestañas, formatos, registros, gráficos, vistas previas, elementos de acceso rápido y opciones de impresión.

6.2 MAESTRO DE EQUIPOS

Este módulo contiene toda la información correspondiente a General (fichas técnicas), Historial (hojas de vida), valores de referencia, rutinas, procedimientos de mantenimiento y fotos de los diferentes equipos en los talleres de alistamiento. Para ingresar al módulo Maestro de equipos (Máquinas) se da click en Equipos (Ver figura 61).

Figura 61. Módulo Maestro de equipos (Máquinas)



En el módulo Maestro de equipos (Máquinas) se pueden ver los equipos que están en los talleres de alistamiento (Ver figura 62).

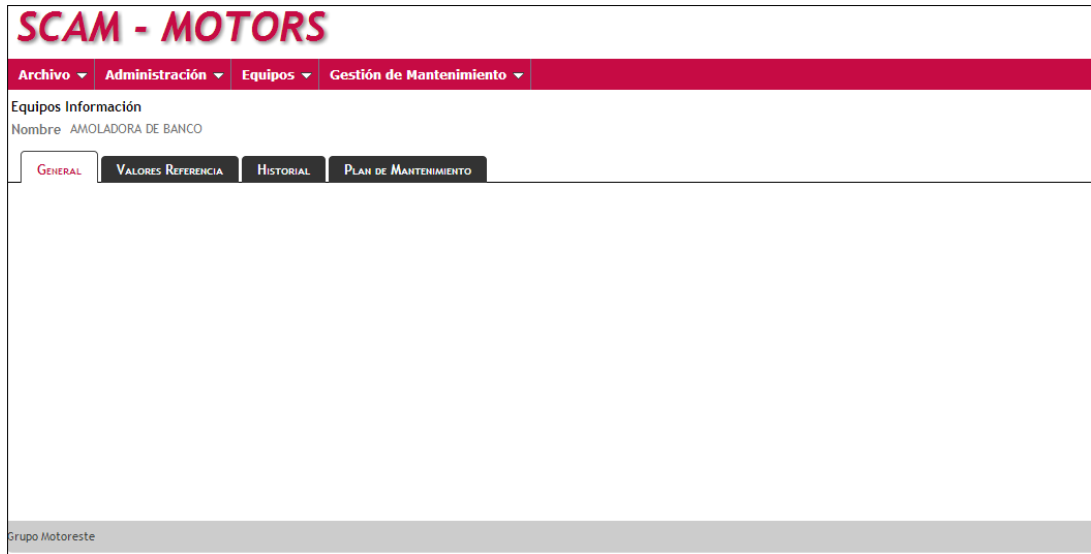
Figura 62. Equipos en los talleres de alistamiento

The screenshot shows the SCAM - MOTORS software interface displaying a list of equipment in the workshop. The interface includes a navigation bar with 'Archivo', 'Administración', 'Equipos', and 'Gestión de Mantenimiento'. Below the navigation bar, there is a section titled 'Trabajar con Equipos' with a search box labeled 'Nombre'. The main content area displays a table with the following data:

Cod.	Nombre	Foto	Marca	Prestado	Estado
3	AMOLADORA DE BANCO		GLADIATOR	NO	FUNCIONA
2	CENTRO PUNTO		STANLEY	NO	FUNCIONA
5	COMPRESOR DE AIRE		RELIANCE ELECTRIC	NO	FUNCIONA
6	DIFERENCIAL DE CARGA		CM® LODESTAR	NO	FUNCIONA

Para observar las secciones que pertenecen a: General (Fichas técnicas), Valores de Referencia, Historial (Hojas de vida) y Plan de mantenimiento (Mantenimiento Preventivo), se da click en cualquier equipo (Ver figura 63).

Figura 63. Secciones del módulo Maestro de equipos (Máquinas)



6.2.1 General En esta pestaña se encuentra la información técnica referente a los equipos de la empresa. La información se recopila de forma visual y buscando en la web catálogos y/o manuales suministrados por los fabricantes (Ver figura 64).

Figura 64. Formato de Ficha General



6.2.2 Valores de referencia Tiene información sobre todo lo que tenga que ver con unidades de medida en los equipos, las unidades de medida están dadas en el Sistema Internacional (S.I.) (Ver figura 65).

Figura 65. Formato de Valores de Referencia

SCAM - MOTORS

Archivo ▾ Administración ▾ Equipos ▾ Gestión de Mantenimiento ▾

Equipos Información
Nombre AMOLADORA DE BANCO

GENERAL VALORES REFERENCIA HISTORIAL PLAN DE MANTENIMIENTO

Valor Referencia	Valor	Unidad de Medida
1	19,00	Kg
5	110,00	V
7	600,00	W

Grupo Motoreste

6.2.3 Historial Aquí se encuentra toda la información de los mantenimientos realizados a los equipos (Ver figura 66).

La información se proporciona automáticamente por medio de la retroalimentación de las órdenes de trabajo ejecutadas en cada equipo.

Figura 66. Formato de Historial (Hoja de Vida)

SCAM - MOTORS

Archivo ▾ Administración ▾ Equipos ▾ Gestión de Mantenimiento ▾

Equipos Información
Nombre AMOLADORA DE BANCO

GENERAL VALORES REFERENCIA HISTORIAL PLAN DE MANTENIMIENTO

Cod. Prestamo	Fecha Prestamo	Responsable	Fecha Entrega	Entregado Por	Observaciones
---------------	----------------	-------------	---------------	---------------	---------------

Grupo Motoreste

6.2.4 Plan de mantenimiento Contiene las actividades de mantenimiento preventivo que se debe realizar a cada equipo en la empresa. Este submodulo

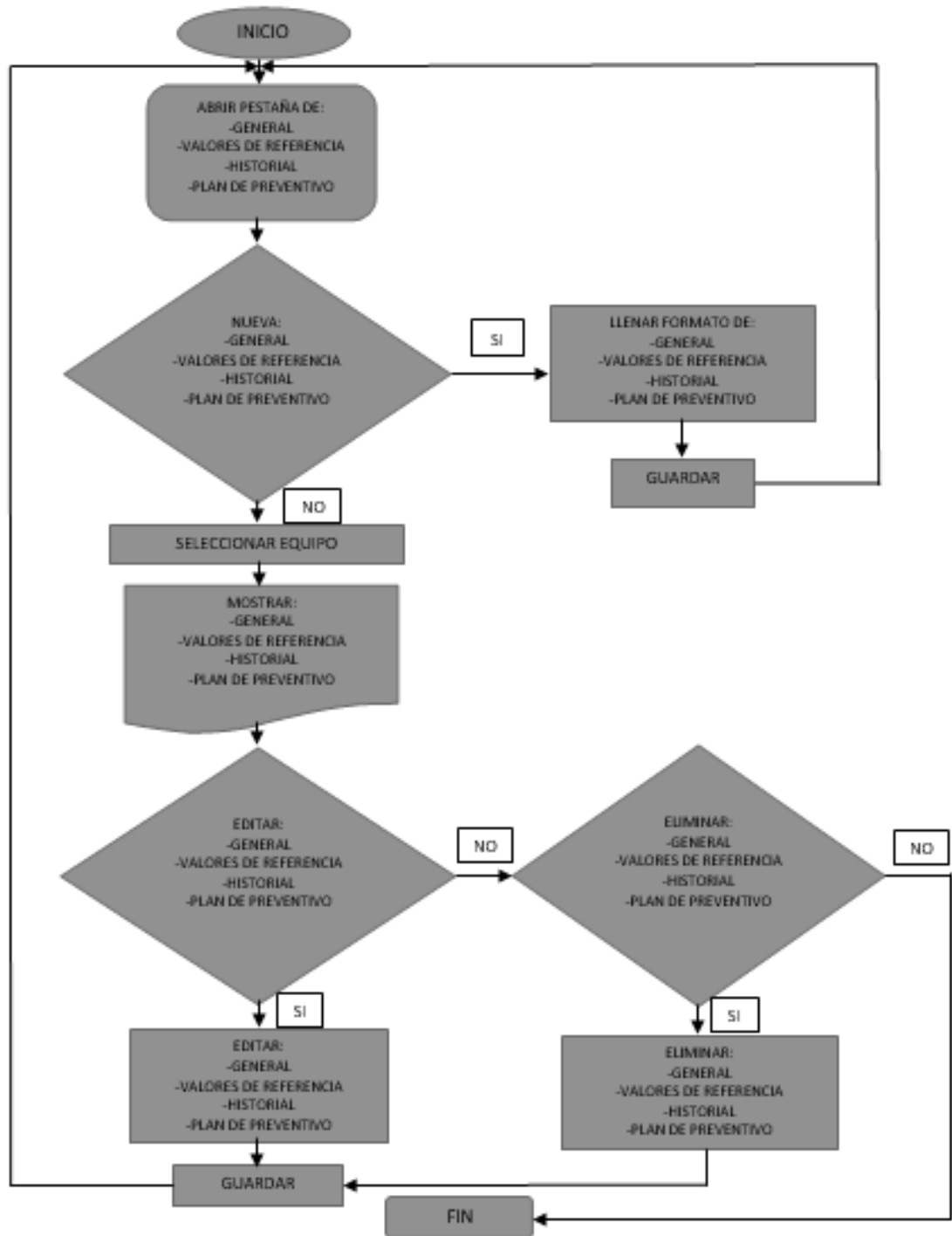
describe actividades de limpieza, de tipo lubricación o mecánico y las clasifica por periodos de tiempo o periodos de operación (Ver figura 67).

Figura 67. Formato de Plan de Mantenimiento (Mantenimiento Preventivo)

The screenshot shows the SCAM - MOTORS software interface. At the top, the title "SCAM - MOTORS" is displayed in large, bold, red letters. Below the title is a navigation menu with four items: "Archivo", "Administración", "Equipos", and "Gestión de Mantenimiento", each with a downward arrow. The main content area is titled "Trabajar con Plan de Mantenimientos". Below this title is a text input field labeled "Nombre". Underneath the input field is a table header with five columns: "Cod. Equipo", "Nombre", "Marca", "Fecha Mantenimiento", and "Realizado?". The table header is highlighted in red. At the bottom of the interface, there is a grey footer bar with the text "Grupo Motoreste".

La figura 68 muestra el diagrama de flujo del Módulo de Maquinas

Figura 68. Diagrama de flujo del Módulo de Maquinas



6.3 ORDENES DE TRABAJO

En este módulo se generan las órdenes de trabajo provenientes de la programación sistemática del mantenimiento dentro de los talleres, además de las órdenes de trabajo que resuelven imprevistos de última hora. Permite alimentar información a las hojas de vida de los equipos, sobre las labores efectuadas, fechas de solicitud y realización de la actividad, aprobación, repuestos, costos de mano de obra y materiales.

Para ingresar al módulo órdenes de trabajo se da click en gestión de mantenimiento (Ver figura 69).

Figura 69. Módulo Órdenes de Trabajo



El módulo de orden de trabajo conecta la información a través de las siguientes secciones: Solicitudes de servicio, Orden de trabajo, Planeación y Programación (Ver figura 70).

Figura 70. Secciones del Módulo Ordenes de trabajo



6.3.1 Solicitud de servicio Este módulo se usa para tramitar algún requerimiento ya sea programado o por algún imprevisto de ultima de hora.

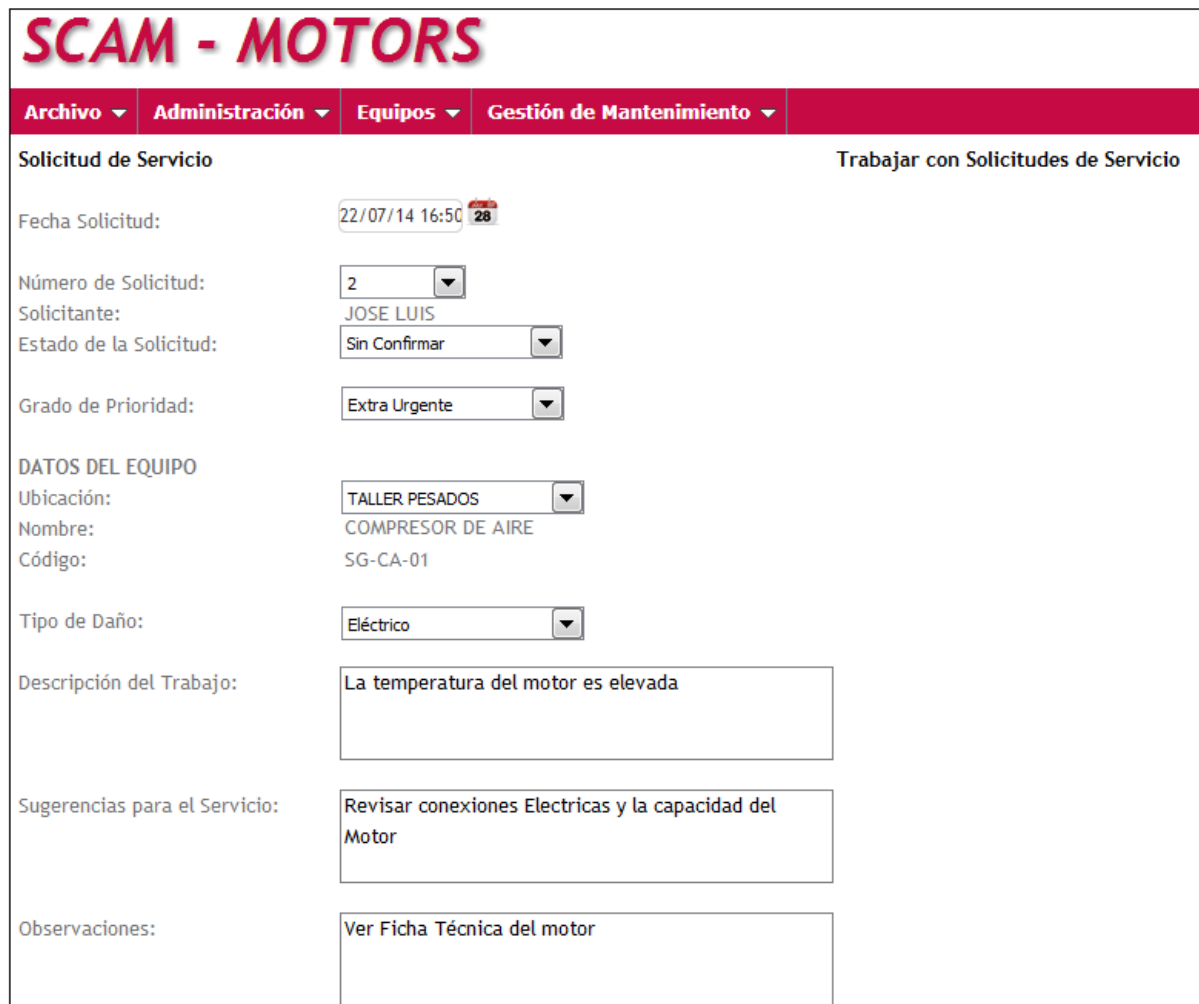
Después de realizada la solicitud de servicio debe verificarse para gestionar la orden de trabajo correspondiente. La figura 71 muestra la sección solicitud de servicio.

Figura 71. Modulo Solicitud de Servicio



La figura 72 muestra los datos que se deben completar para hacer una solicitud de servicio.


Figura 72. Ingresar una Solicitud de Servicio



SCAM - MOTORS

Archivo ▾ Administración ▾ Equipos ▾ Gestión de Mantenimiento ▾

Solicitud de Servicio Trabajar con Solicitudes de Servicio

Fecha Solicitud: 22/07/14 16:50  28

Número de Solicitud: 2 ▾

Solicitante: JOSE LUIS

Estado de la Solicitud: Sin Confirmar ▾

Grado de Prioridad: Extra Urgente ▾

DATOS DEL EQUIPO

Ubicación: TALLER PESADOS ▾

Nombre: COMPRESOR DE AIRE

Código: SG-CA-01

Tipo de Daño: Eléctrico ▾

Descripción del Trabajo: La temperatura del motor es elevada

Sugerencias para el Servicio: Revisar conexiones Electricas y la capacidad del Motor

Observaciones: Ver Ficha Técnica del motor

6.3.2 Orden de trabajo La orden de trabajo contiene la información que detalla el tipo de actividad y describe el procedimiento que se llevara a cabo. La orden de trabajo permite estimar y consignar los tiempos de ejecución de las actividades, recursos y costos empleados en el mantenimiento. Después de que se ejecuta una orden de trabajo, la información que allí se encuentra alimentara

automáticamente la hoja de vida y el módulo de indicadores de gestión (Ver figura 73).

El formulario de orden de trabajo organiza la información de la siguiente forma:

- **DATOS GENERALES:** Se encuentran los datos más buscados en la orden de trabajo como: Datos del equipo al que se realizara la actividad, estado de la orden y las fechas correspondientes.

- **DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD:** Hace alusión a la descripción de la actividad de la orden de trabajo en donde se expresa cual es el tipo de mantenimiento, cuales son las condiciones y el alcance que tendrá esta orden.

- **RECURSOS ESTIMADOS:** Chequea la posible cantidad de recursos que se van a utilizar, solicitadas por las órdenes de trabajo para cada equipo.

- **RECURSOS EMPLEADOS:** Chequea los recursos reales que se emplean para la realización de la labor de mantenimiento.

Figura 73. Formato de Orden de Trabajo

SCAM - MOTORS

Archivo ▾ Administración ▾ Equipos ▾ Gestión de Mantenimiento ▾

Orden de Trabajo Trabajar con Solicitudes

Código OT: 1 ▾
Revisado por: SERGIO
Fecha Apertura: / / 00:00 28
Fecha Ejecución: / / 00:00 28
Tipo de Mantenimiento: Mto Preventivo ▾

DATOS DEL EQUIPO
Ubicación: TALLER PESADOS ▾
Nombre: COMPRESOR DE AIRE
Código: SG-CA-01
Sistema: Eléctrico ▾
Condición del Equipo: En Servicio ▾ y/o Afecta Producción ▾
Disponibilidad del Equipo: Siempre ▾
Fecha de Disponibilidad Desde: / / 00:00 28 Hasta: / / 00:00 28

Descripción del Trabajo/Procedimiento:
Hacer revisión técnica del motor. Inspección visual de los conectores eléctricos y pruebas para asegurarse de la causa en relación al análisis FMEA.

Materiales e Insumos: Cable calibre 16 rojo y negro, Cinta negra

6.3.3 Planeación Aquí se realiza la planeación de los procedimientos de mantenimiento imprescindible para garantizar la disponibilidad del equipo, su funcionamiento correcto y aumentar la vida útil del mismo.

A continuación se muestra la figura 74 con el formato de Planeación.

Figura 74. Formato de planeación

SCAM - MOTORS

Archivo ▾ Administración ▾ Equipos ▾ Gestión de Mantenimiento ▾

Trabajar con Planeación Plan de Mantenimiento

Fecha: / / 00:00 28

Código Plan: 103 ▾

Procedimiento: Inspeccionar ▾

DATOS DEL EQUIPO

Ubicación: TALLER PESADOS ▾

Nombre: COMPRESOR DE AIRE
Código: TVP-CA-01

DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO | DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

Horas Estimadas: 3 ▾

Paneó: SERGIO
Aprobó: Ing. URIEL

Tarea	Normas de Seguridad	Herramientas	Materiales	Observaciones
-------	---------------------	--------------	------------	---------------

Este formato posee dos entradas, Descripción del procedimiento y Descripción de la actividad:

- **DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO:** Esta entrada explica de manera específica cuales aspectos se deben tener en cuenta para la realización de la planeación como herramientas, materiales e insumos.
- **DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD:** Informa sobre la actividad de mantenimiento, el alcance y las condiciones que puede tener la planeación.

6.3.4 Programación En este formato se define las fechas en las que se realizara el mantenimiento. En la programación se puede establecer un periodo de flexibilidad para el procedimiento, el cual acuerda el momento de visualización de

una alarma para recordar la orden de trabajo. En la figura 75 se muestra el formulario de programación.

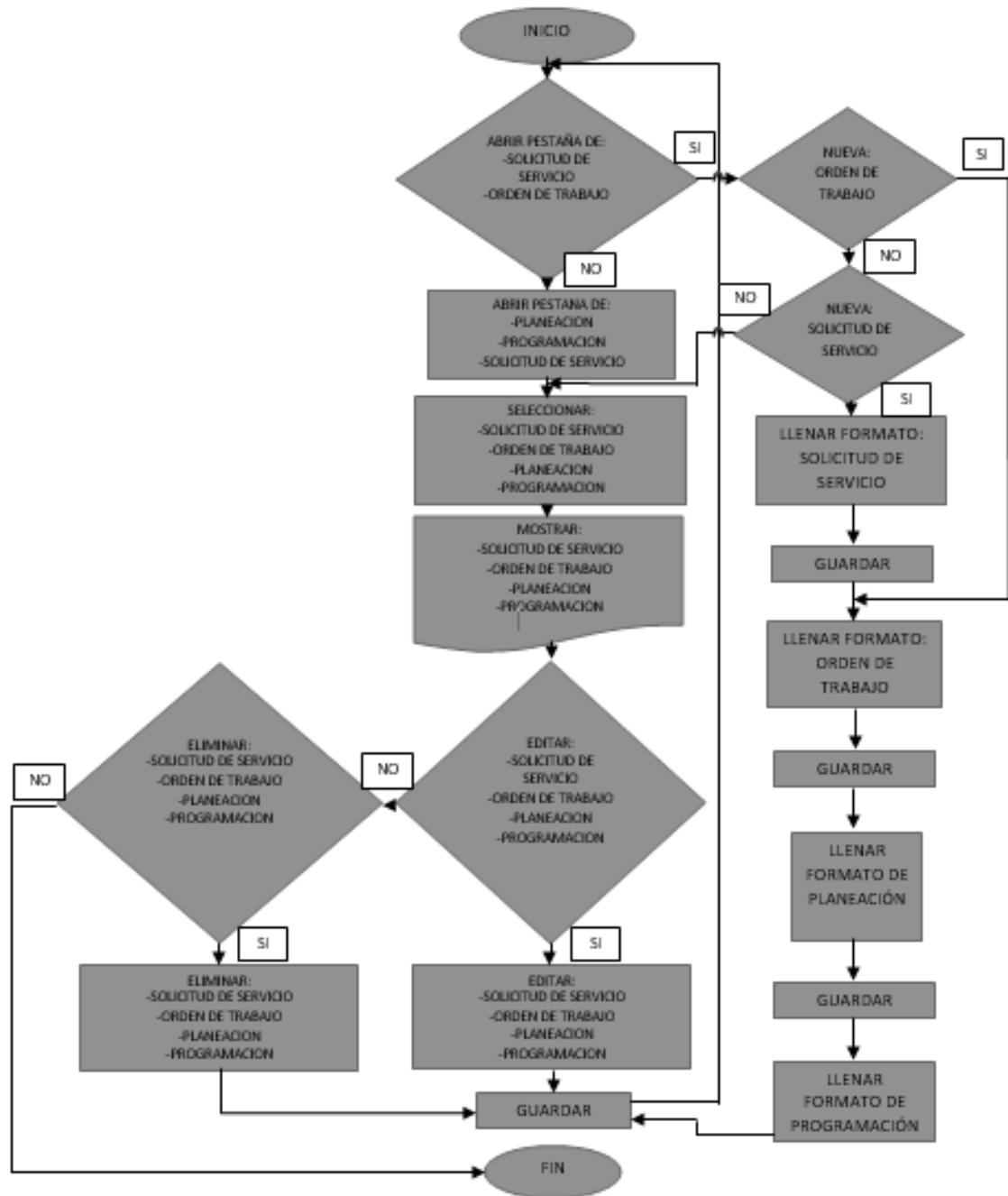
Figura 75. Formato de Programación

The screenshot shows the 'SCAM - MOTORS' software interface. At the top, there is a navigation menu with 'Archivo', 'Administración', 'Equipos', and 'Gestión de Mantenimiento'. Below this, the main header reads 'Trabajar con Programación' and 'Plan de Mantenimiento'. The form contains the following fields and options:

- Ubicación: TALLER PESADOS (with an empty input box)
- Nombre: COMPRESOR DE AIRE
- Código: TVP-CA-01
- Navigation tabs: AJUSTES (selected), ACTIVIDADES, MANO DE OBRA, REPUESTOS, INSUMOS, HERRAMIENTAS, VARIOS
- Orden de Trabajo: 1 (dropdown)
- DATOS DEL PROCEDIMIENTO section:
 - Fecha de Inicio: / / 00:00 (calendar icon)
 - Código Plan: 103 (dropdown)
 - Procedimiento: Inspeccionar (dropdown)
 - Tipo de Frecuencia: Quincenal (dropdown)
 - Margen para Alarma: 4 (dropdown) and Día(s) (dropdown)
 - Observaciones: (empty text area)

La figura 76 muestra el diagrama de flujo del Módulo Órdenes de Trabajo

Figura 76. Diagrama de flujo del Módulo Órdenes de Trabajo



6.4 ALARMAS

Permite recordar a los encargados del mantenimiento en los talleres la programación de labores, lubricación, inspección y limpieza de los equipos. Otra característica es que indica el vencimiento de pólizas y seguros de los equipos (Ver figura 77).

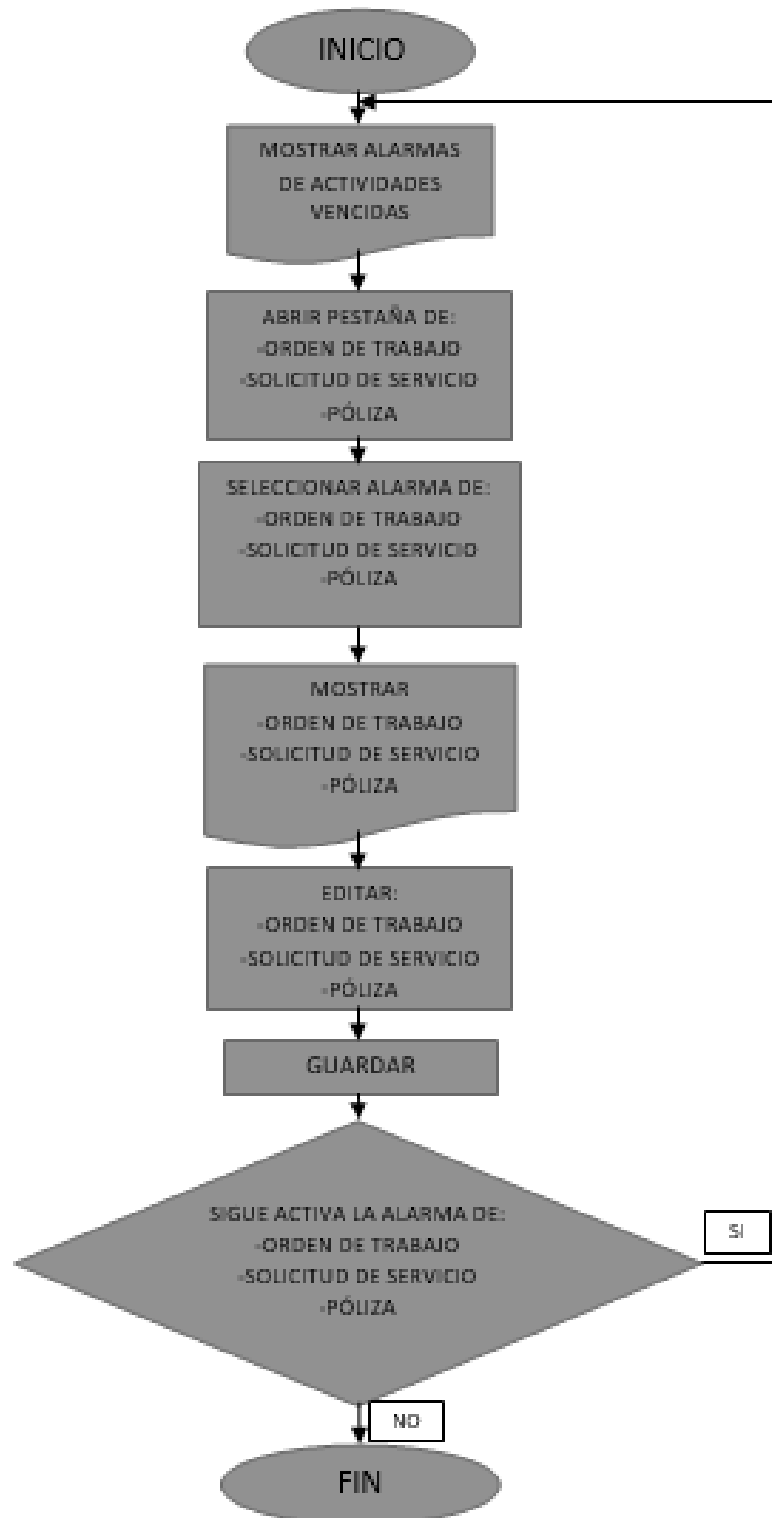
Figura 77. Módulo de Alarmas

Referencia	Fecha Programación	Equipo	Tipo de Servicio	Prioridad	Estado
Con S.S.	22/07/2014	TVP-GG-01	Correctivo	Normal	Sin Confirmar
Con S.S.	14/07/2014	TVP-AB-01	Correctivo	Urgente	Sin O.T.
Con S.S.	28/07/2014	TVP-DM-01	Correctivo	Urgente	Sin O.T.
Programado	16/07/2014	TVL-EL-04	Preventivo	Extra Urgente	Sin O.T.
Programado	23/07/2014	TVL-EL-01	Preventivo	Extra Urgente	Sin O.T.
Programado	29/07/2014	TVL-CB-01	Preventivo	Extra Urgente	Sin O.T.
Programado	29/07/2014	SG-CA-01	Preventivo	Extra Urgente	Sin O.T.
Con O.T.	17/06/2014	TVP-AB-01	Correctivo	Urgente	Vencida
Con O.T.	08/06/2014	TVP-UA-06	Correctivo	Urgente	Vencida
Con O.T.	20/05/2014	TVP-UA-04	Correctivo	Urgente	Vencida

El software comunica a través de diferentes tipos de alarmas: Órdenes de Trabajo, Actividades Vencidas, Solicitud de Servicio y las alarmas provenientes de las pólizas.

En la figura 78 se muestra el diagrama de flujo que corresponde al manejo de la información que soporta el Modulo de Alarmas.

Figura 78. Diagrama de flujo del Módulo de Alarmas



6.5 INDICADORES

Este módulo presenta la información sobre el comportamiento del mantenimiento, a través de factores como la mantenibilidad, disponibilidad y confiabilidad, además de estadísticas útiles para la administración y gestión del mantenimiento como las gráficas de costos (Ver figura 79).

Figura 79. Módulo de Indicadores



6.5.1 Indicadores de gestión En esta sección se tiene una vista previa de los indicadores de gestión mostrados en la Tabla 29.

Tabla 29. Indicadores de Gestión del Sistema de Información

INDICADOR	FUNCIÓN
DISPONIBILIDAD	Tiempo total durante el cual el equipo está operando satisfactoriamente, más el tiempo que está en receso.
MANTENIBILIDAD	Indica el tiempo promedio requerido para arreglar un equipo.

INDICADOR	FUNCIÓN
CONFIABILIDAD	Presenta el tiempo promedio estadísticamente entre fallas de un equipo.

Matemáticamente los indicadores de gestión se pueden expresar como:

$$\text{Indicador de Disponibilidad} \rightarrow ID = \frac{TPEF}{TPEF+TPPR}$$

$$\text{Indicador de Mantenibilidad} \rightarrow TPPR = \frac{\sum_1^{NO} TFS}{NP}$$

$$\text{Indicador de Confiabilidad} \rightarrow TPEF = \frac{\sum_1^{NO} TEO}{NO}$$

- **Registro de Tiempos:** Para poder realizar el cálculo de los indicadores es necesario ingresar el valor de algunas variables temporales.

En la figura 80 se encuentra el formulario para realizar el registro de tiempos, estos son necesarios para la evaluación de los indicadores de gestión.

- **Indicadores de gestión:** Se puede obtener una vista preliminar de los indicadores de gestión desde aquí, también se puede imprimir la información clasificada, bien sea por áreas, planta o para un equipo específico.

Figura 80. Formato de Registro de Tiempos

SCAM - MOTORS

Archivo ▾
Administración ▾
Equipos ▾
Gestión de Mantenimiento ▾

Trabajar con Indicadores de Gestión

REGISTROS

DISPONIBILIDAD

MANTENIBILIDAD

CONFIABILIDAD

RELACION DE COSTOS

Talleres de Alistamiento

Ubicación:

Equipo:

REGISTRO DE TIEMPOS

Rango de Fechas

Desde:

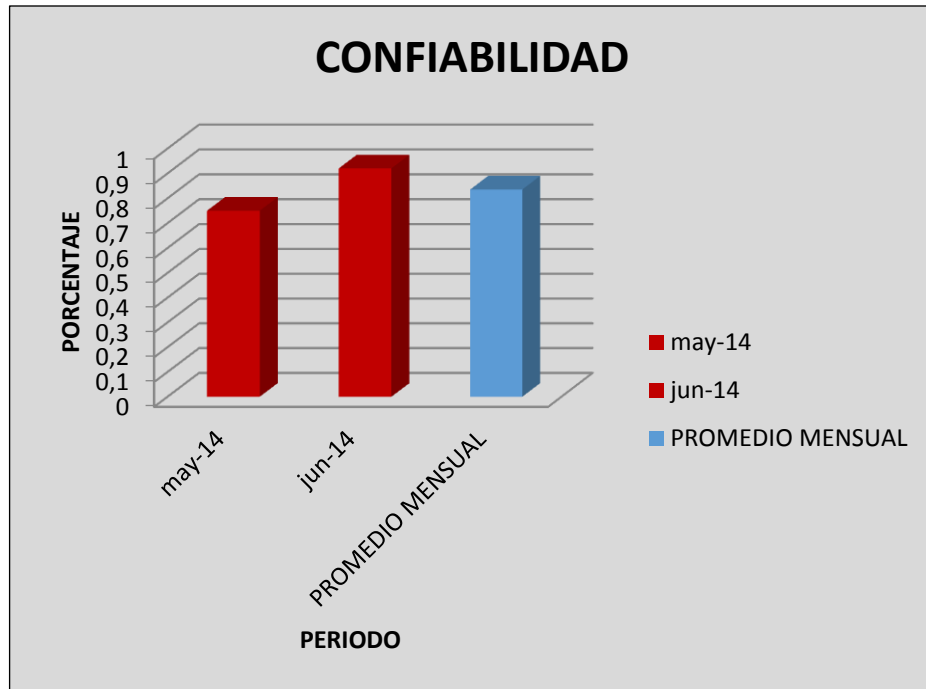
Hasta:

	TBD	TFS	TPP	NO	NP	TOP	TEO	TEA	TDE
Semana 1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Semana 2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Semana 3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Semana 4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
PROMEDIO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Confirmar
Cancelar

En la figura 81 se encuentra una vista preliminar del gráfico de indicadores de gestión.

Figura 81. Gráfico de Indicadores de Gestión



La Tabla 30 muestra la nomenclatura de las variables usadas en los cálculos de los indicadores.

Tabla 30. Nomenclatura para el cálculo de los indicadores

SIGLA	SIGNIFICADO
TBD	Tiempo Bruto Disponible. Tiempo total del periodo de evaluación.
TPP	Tiempo de Paradas Programadas
TOP	Tiempo de Operación Programado. Es el tiempo requerido = TBD - TPP
TFS	Tiempo Fuera de Servicio por paradas no programadas.
TEO	Tiempo del Equipo en Operación. Tiempo en funcionamiento = TOP - TFS
TEA	Tiempo que el Equipo está Apagado pero listo para operar. TEA = TDE - TEO

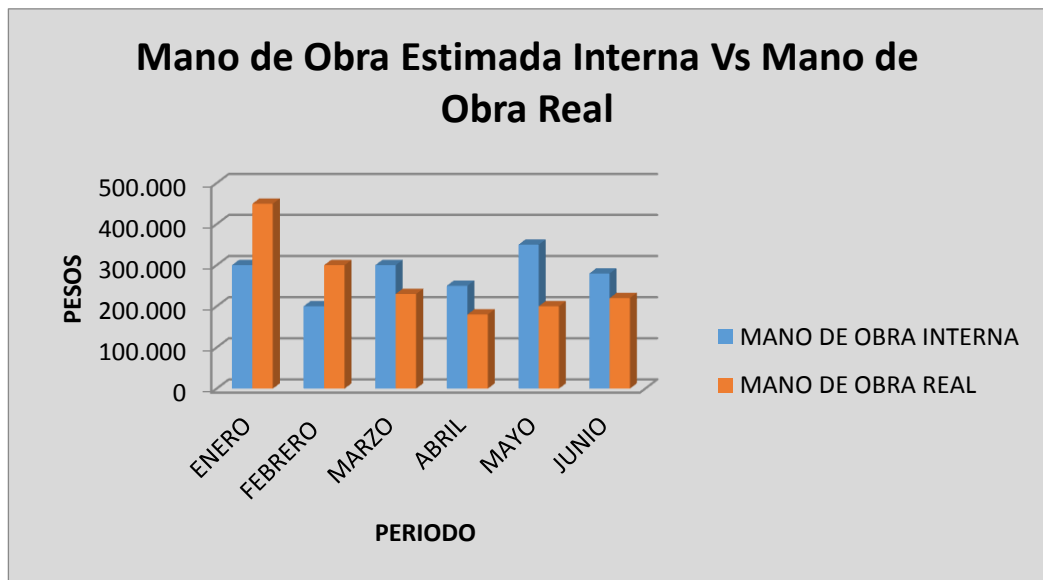
SIGLA	SIGNIFICADO
TDE	Tiempo Disponible del Equipo = TBD - TFS
NO	Número de veces que el equipo estaba Operando
NP	Número de veces que el equipo estuvo en paradas no Programadas
TPEF	Tiempo Promedio Entre Fallas
TPPR	Tiempo Promedio Para Reparar
ID	Índice de Disponibilidad

Fuente: Adaptado de GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ, Carlos Ramón. Mantenimiento y Montajes. En: Asignatura de Mantenimiento y Montajes.

6.5.1 Costos Aquí se puede observar el comportamiento de los costos del mantenimiento en la empresa, esto permite examinar las variables que influyen en el incremento de los gastos durante el mantenimiento para reducirlos y corregirlos.

- **Relación de costos:** Aquí se muestran las posibles relaciones entre los Costos estimados Vs Costos reales y los costos reales de mano de obra interna Vs Mano de obra contratada (Ver figura 82).

Figura 82. Gráfico de Relación de Costos



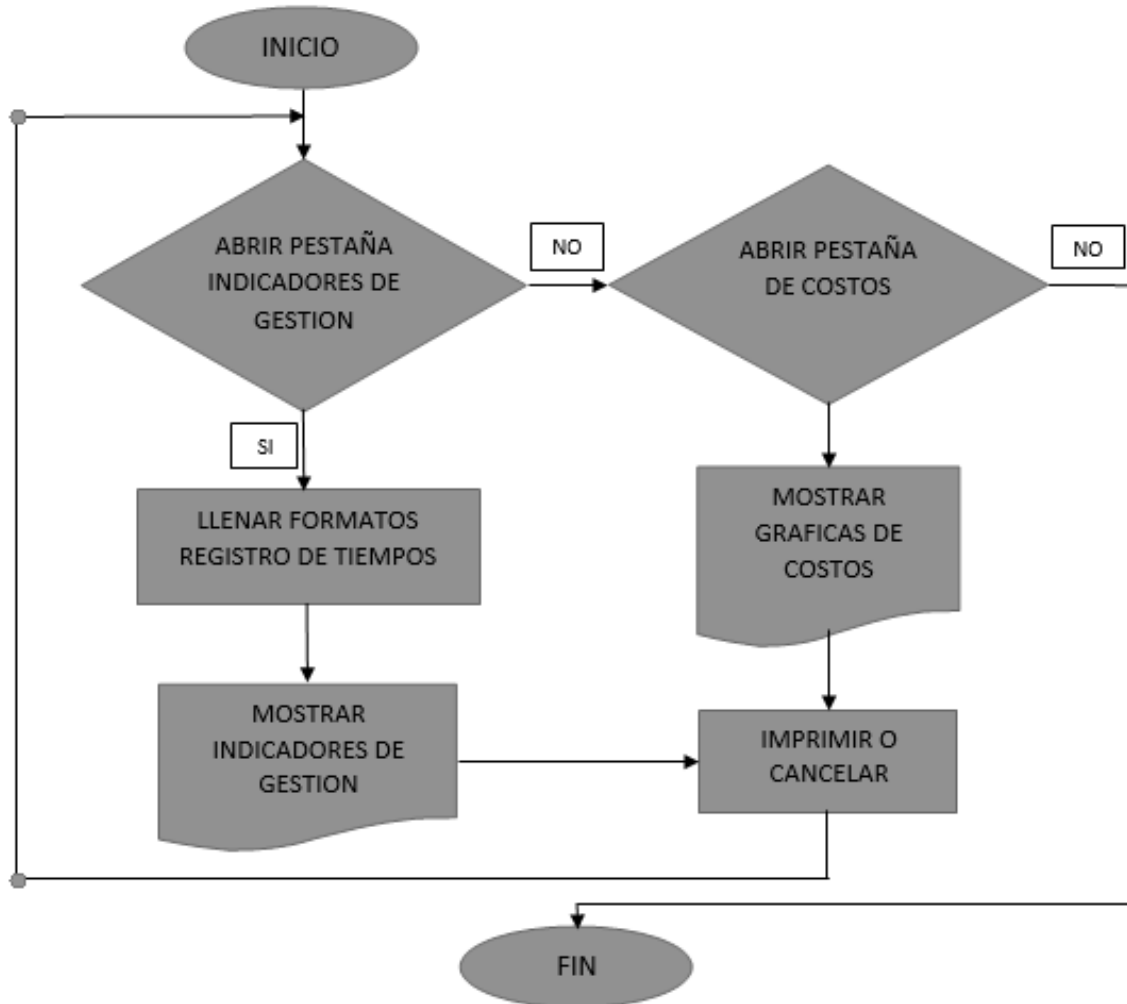
- **Costos por mantenimiento:** Este formato permite observar el comportamiento de los costos por los diferentes mantenimientos, ya sean correctivos o preventivos (Ver figura 83).

Figura 83. Gráfico de Costos por Mantenimiento



La figura 84 muestra el diagrama de flujo del Módulo de Indicadores

Figura 84. Diagrama de Flujo del Módulo de Indicadores



6.6 ALMACEN

Este módulo comprende la información sobre los inventarios de repuestos, suministros, lubricantes, combustibles y herramientas del área de mantenimiento, así como la opción de manejo y control de estos inventarios (Ver figura 85).

Figura 85. Módulo de Almacén



6.6.1 Repuestos Esta pestaña incluye información detallada sobre cada uno de los elementos que se encuentran en el almacén de repuestos (Ver figura 86).

Figura 86. Formato de Repuestos



- Ingresar Nuevos Repuestos (Ver figura 87):

Figura 87. Sección Ingresar Nuevos Repuestos

SCAM - MOTORS

Archivo ▾ Administración ▾ Equipos ▾ Gestión de Mantenimiento ▾

Repuestos

Nombre: RODAMIENTOS

Ubicación:

Código: 3 ▾

Tipo: Mecánico ▾

Stock Mínimo: ▾

Características de uso:

Observaciones:

Confirmar Cancelar

6.6.2 Materiales e insumos Este formato contiene información sobre los componentes necesarios para llevar a cabo las actividades de mantenimiento el formato se observa en la figura 88.

Figura 88. Formato de Materiales e Insumos

The screenshot shows the SCAM - MOTORS software interface. At the top, there is a navigation bar with four menu items: 'Archivo', 'Administración', 'Equipos', and 'Gestión de Mantenimiento'. Below this, the main heading reads 'Trabajar con Materiales e Insumos'. There are three tabs: 'REPUESTOS', 'MATERIALES E INSUMOS' (which is selected), and 'HERRAMIENTAS'. Below the tabs, there is a text input field labeled 'Nombre'. Underneath the input field are three icons: a green plus sign, a document with a pencil, and a document with a red X. At the bottom, there is a table header with five columns: 'Nombre', 'Código', 'Ubicación', 'Tipo de Servicio', and 'Proveedor'.

- Ingresar Materiales e insumos (Ver figura 89):

Figura 89. Sección Ingresar Materiales e insumos

The screenshot shows the SCAM - MOTORS software interface for entering materials and supplies. The navigation bar is the same as in Figure 88. The main heading is 'Materiales e Insumos'. The form contains the following fields:

- Nombre: ACEITE W-50
- Ubicación:
- Código: 5 (dropdown menu)
- Tipo: Hidráulico (dropdown menu)
- Stock Mínimo: (input field with up/down arrows)
- Características de uso: (text area)
- Observaciones: (text area)

At the bottom, there are two buttons: 'Confirmar' and 'Cancelar'.

6.6.3 Herramientas El formato de herramientas fue creado con el fin de registrar las herramientas existentes en el taller de mantenimiento (Ver figura 90).

Figura 90. Formato de Herramientas

SCAM - MOTORS

Archivo ▾ Administración ▾ Equipos ▾ Gestión de Mantenimiento ▾

Trabajar con Herramientas

REPUESTOS MATERIALES E INSUMOS HERRAMIENTAS

Nombre

Nombre	Código	Ubicación	Tipo de Servicio	Proveedor
--------	--------	-----------	------------------	-----------

- Ingresar Herramientas (Ver figura 91):

Figura 91. Sección Ingresar Herramientas

SCAM - MOTORS

Archivo ▾ Administración ▾ Equipos ▾ Gestión de Mantenimiento ▾

Herramientas

Nombre: LLAVE 3/8

Ubicación:

Código:

Tipo:

Stock Mínimo:

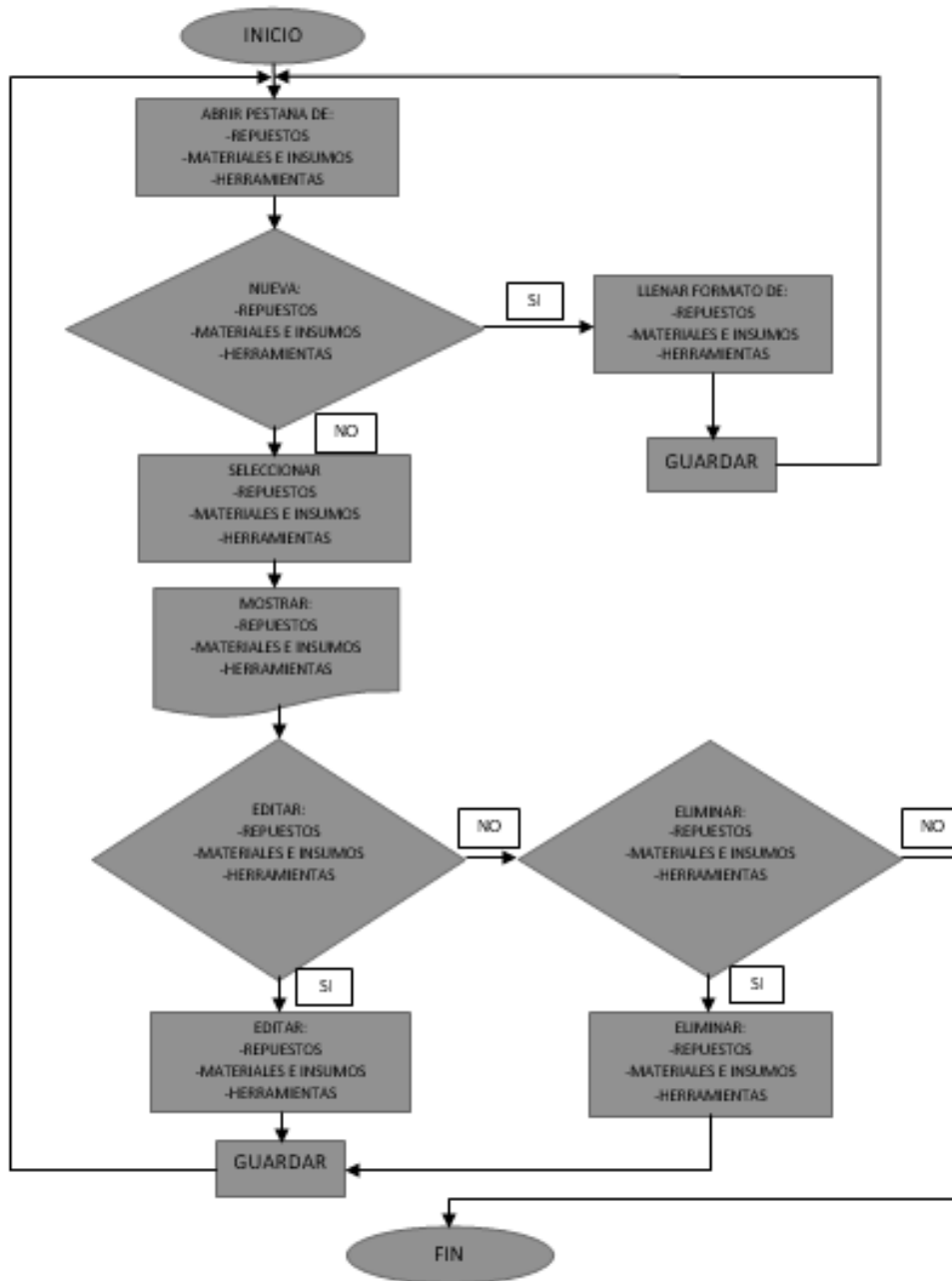
Características de uso:

Observaciones:

Confirmar Cancelar

La figura 92 muestra el diagrama de flujo del Módulo de Almacén.

Figura 92. Diagrama de flujo del Módulo de Almacén



6.7 EMPRESA

En esta pestaña se encuentra la información sobre los empleados, proveedores y datos generales de la empresa.

6.7.1 Proveedores y/o contratistas En esta sección se puede disponer de la información sobre proveedores, contratistas y distribuidores de una manera rápida y sencilla (Ver figura 93).

Figura 93 Formato de Proveedores y/o Contratistas

The screenshot displays the SCAM - MOTORS software interface. At the top, there is a navigation bar with the following menu items: Archivo, Administración, Equipos, and Gestión de Mantenimiento. Below the navigation bar, the main heading reads 'Trabajar con Proveedores y/o Contratistas'. There are two tabs: 'PROVEEDORES Y/O CONTRATISTAS' (which is active) and 'EMPLEADOS'. Below the tabs, there is a search field labeled 'Nombre' and three icons representing file operations: a green plus sign, a document with a pencil, and a document with a red X. At the bottom, there is a table header with the following columns: Nombre, Tipo, Teléfono, E-mail, Ciudad, and Empresa.

- Ingresar Proveedores y/o Contratistas (Ver figura 94):

Figura 94. Sección Ingresar Proveedores y/o Contratistas

The screenshot shows a web application interface for 'SCAM - MOTORS'. At the top, there is a navigation menu with four items: 'Archivo', 'Administración', 'Equipos', and 'Gestión de Mantenimiento', each with a dropdown arrow. Below the menu, the main heading is 'Proveedores y/o Contratistas'. The form contains several input fields: 'Empresa' (a dropdown menu with 'ELECTROVAL' selected), 'Ciudad', 'País', 'Tipo' (a dropdown menu with 'Proveedor' selected), 'Dirección', 'Teléfono', 'Fax', 'E-mail', and 'NIT'. There are two large text areas: 'Productos y Servicios' and 'Observaciones'. At the bottom, there is a section titled 'DATOS PERSONA DE CONTACTO' with fields for 'Nombre', 'E-mail', 'Teléfono', and 'Cargo'. Two buttons, 'Confirmar' and 'Cancelar', are located at the bottom left of the form area.

6.7.2 Empleados En esta pestaña se almacena la información que corresponde al personal del área del mantenimiento, o personal que esté relacionado de alguna manera a la misma (Ver figura 95).

Figura 95 Formato de Empleados

The screenshot displays the SCAM - MOTORS software interface. At the top, the title "SCAM - MOTORS" is prominently displayed in a large, bold, red font. Below the title is a navigation menu with four items: "Archivo", "Administración", "Equipos", and "Gestión de Mantenimiento", each with a downward-pointing arrow. The main content area is titled "Trabajar con Empleados". Below this title, there are two tabs: "PROVEEDORES Y/O CONTRATISTAS" (highlighted in black) and "EMPLEADOS" (highlighted in red). Under the "EMPLEADOS" tab, there is a text input field labeled "Nombre". Below the input field are three icons: a green plus sign on a document, a document with a pencil, and a document with a red X. At the bottom of the interface, there is a red header bar for a table with the following columns: "Nombre", "Tipo", "Teléfono", "E-mail", "Ciudad", and "Empresa".

- Ingresar Empleados (Ver figura 96):


Figura 96. Sección Ingresar Empleados

SCAM - MOTORS

Archivo ▾ Administración ▾ Equipos ▾ Gestión de Mantenimiento ▾


Empleados

Nombre:
Apellido:
C.C.:
E-mail:
Genero: Masculino Femenino

Fecha Nacimiento: / / 00:00  28

Edad:

Cargo:
Ciudad:
Teléfono:
Dirección Residencia:
E-mail:

Foto: 

Confirmar **Cancelar**

Dentro de este formato se encuentra la información dispuesta en dos secciones: Datos Básicos y Datos Generales.

- **Datos básicos:** Agrupa la información básica del empleado como: nombre completo, documento de identidad, fecha de nacimiento, edad, cargo, estado civil, ciudad, dirección de residencia, teléfono, una referencia de tipo personal o laboral, y adicionalmente es posible subir una foto para identificar a la persona.
- **Datos generales:** Contiene datos que corresponden a la seguridad social y la formación académica, capacitación, experiencia y habilidades del empleado.

6.8 REQUERIMIENTOS DE HARDWARE Y SOFTWARE

Para garantizar un buen desempeño del sistema de mantenimiento preventivo en los talleres de alistamiento de la empresa MOTORESTE MOTORS S.A. se debe cumplir con las siguientes especificaciones:

6.8.1 Requerimientos del hardware

- Procesador Intel Pentium II 450 MHz o superior.
- 128 MB de memoria RAM o superior.
- 12 MB de espacio libre en disco duro (mas el espacio ocupado por la información que se ingrese a la base de datos).
- Unidad lectora de CD-ROM (para la instalación del software).
- Resolución de pantalla de 800 X 600 pixeles o superior.
- Monitor, mouse y teclado.

6.8.2 Requerimientos del software


- Sistema operativo: Windows 98 SE, Windows 2000 SP3, Windows XP SP2 o superior.
- Adobe Acrobat Reader 6.0

- Windows Installer 3.1.
- iReports
- MySQL 5.1
- JRE (Java Runtime Environment)

A continuación se entregan los planes de mantenimiento preventivos de los equipos caracterizados previamente como críticos:


CRONOGRAMAS DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Figura 97. Plan de Mantenimiento Preventivo para el Compresor de Aire

	CRONOGRAMA DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO	CÓDIGO MANUAL	PERÍODO DE INSPECCIÓN			Fecha Inicio:	DD	MM	AA	Fecha finalización:	DD	MM	AA	
	<i>COMPRESOR DE AIRE DE DOS PISTONES</i>	MICAI	FRECUENCIAS											
	<i>RELIANCE ELECTRIC</i>		DÍAS DE OPERACIÓN			MESES DE OPERACIÓN								
COMPONENTE	OPERACIÓN DE MANTENIMIENTO	Páginas	1	8	15	1	3	6	12	24	36			
SISTEMA ELECTRICO	REVISAR AUTOMATISMO DE ARRANQUE, DEL CIRCUITO Y PROTECCIONES DEL MOTOR ELECTRICO.	MICAI págs. 15-18				X								
	REVISIÓN GENERAL DEL MOTOR ELECTRICO (VOLTAJE, POTENCIA DE SALIDA, TEMPERATURA, CABLES Y CONEXIONES ELECTRICAS INTERNAS Y ESTERNAS)								X					
	MEDIR VOLTAJE Y AMPERIMETRO DEL MOTOR			X										
	LIMPIAR CON AIRE COMPRIMIDO SECO EXTERIORES DEL MOTOR		X											
FILTRO DE AIRE	LIMPIAR Y SOPLAR LOS FILTROS DE AIRE	MICAI págs. 15-18		X										
	COMPROBAR EL ESTADO FISICO DEL FILTRO DE ASPIRACIÓN			X										
	CAMBIAR EL FILTRO DE AIRE DE ASPIRACIÓN								X					
SISTEMA LUBRICACIÓN	CONTROLAR E INSPECCIONAR EL NIVEL DE ACEITE (EL NIVEL DE ACEITE TIENE QUE ENCONTRARSE ENTRE LA MARCA DE MÍNIMO Y MÁXIMO)	MICAI págs. 15-18	X											
	CAMBIO DE ACEITE POR ACEITE MINERAL (VER TABLA DE LUBRICANTES)									X				
	CAMBIO DE ACEITE POR ACEITE SINTÉTICO (VER TABLA DE LUBRICANTES)											X		
VÁLVULA ANTIRRETORNO	LIMPIAR EL ASIENTO DEL DISCO DE GOMA EN LA VÁLVULA ANTIRRETORNO; SI NO ES POSIBLE LIMPIAR EL ASIENTO DE LA VÁLVULA ENTONCES SE DEBE SUSTITUIR.	MICAI págs. 15-18										X		
	INSPECCIONAR SI EL DISCO DE GOMA DE LA PIEZA INSERTADA DE LA VÁLVULA ANTIRRETORNO ESTÁ DEMASIADO DESGASTADO, PARA CAMBIAR LA PIEZA INSERTADA COMPLETAMENTE.											X		
VÁLVULA DE PURGA	VACIAR EL TANQUE ABIRIENDO LA VÁLVULA DE PURGA DE CONDENSADO DÁNDOLE VUELTA Y MEDIA Y DEJANDO QUE SALGA BAJO PRESIÓN.	MICAI págs. 15-18	X											
	LIMPIAR EL INSERTO FILTRANTE EVACUANDO PREVIAMENTE EL CONDENSADO				X									
DEPOSITO	REVISAR EL ESTADO FISICO DEL TANQUE OBSERVANDO QUE NO EXISTA PRESENCIA DE CORROSIÓN	MICAI págs. 15-18			X									
	LIMPIAR TANQUE CON CUIDADO				X									
SISTEMA DE TRANSMISIÓN	TENSAR LAS CORREAS DE TRANSMISIÓN	MICAI págs. 15-18							X					
	CAMBIAR LAS CORREAS DE TRANSMISIÓN											X		
ELEMENTOS DE UNIÓN Y RACORES	COMPROBAR QUE LAS UNIONES ATORNILLADAS (P. EJ., TORNILLO DE CABEZA CILÍNDRICA) ESTEN BIEN APRETADAS.	MICAI págs. 15-18			X									
	INSPECCIONAR EL ESTADO DE LOS ACOPLÉS, ANCLAJES Y CAUCHOS AMORTIGUADORES								X					
OBSERVACIONES														
INGENIERO DE MANTENIMIENTO				INGENIERO DE CALIDAD				JEFE DE TALLER						


Fuente: Los Autores con base en la información colectada de MOTORESTE MOTORS S.A.

Figura 98. Plan de Mantenimiento Preventivo para el Elevador Electrohidráulico de Columnas

	CRONOGRAMA DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MANUAL	PERÍODO DE INSPECCIÓN	Fecha Inicio:		DD	MM	AA			
	ELEVADOR ELECTROHIDRAULICO DE DOS COLUMNAS				Fecha finalización:		DD	MM	AA			
	ROTARY LIFT/LAUNCH/HYNTEC VALVE				FRECUCENCIAS							
COMPONENTE	OPERACIÓN DE MANTENIMIENTO	EELA-MIEL-IGEL	DÍAS DE OPERACIÓN			MESES DE OPERACIÓN						
			Páginas	1	8	15	1	3	6	12	24	36
ELEMENTOS ESTRUCTURALES	COMPROBAR EL AJUSTE DE LOS TORNILLOS DE FIJACIÓN DE LA VIGA TRANSVERSAL DE LAS COLUMNAS	IGEL pág. 34, EELA págs. 1-3			X							
	APRETAR LAS TUERCAS DE ANCLAJE, TORNILLOS Y PERNOS DE LA ESTRUCTURA.						X					
	INSPECCIONAR LOS COMPONENTES METÁLICOS VERIFICANDO LA AUSENCIA DE INCONVENIENTES Y EVENTUALIDADES ANORMALES.									X		
BRAZOS EXTENSIBLES	CAMBIAR CAUCHOS DE SOPORTE DE VEHICULO	IGEL pág. 34					X					
	VERIFICAR EL CORRECTO NIVEL DE LOS BRAZOS EXTENSIBLES.				X							
COLUMNAS VERTICALES	LIMPIEZA DE PARTICULAS DE POLVO Y OTROS RESIDUOS	IGEL pág. 34, EELA págs. 1-3		X								
	LUBRICACIÓN DEL CABLE INTERNO DE LA COLUMNA VERTICAL								X			
	CORREGIR CORROSIÓN Y PINTAR LA ESTRUCTURA (SI SE NECESITA)								X			
	INSPECCIÓN VISUAL DEL CABLE INTERNO DE LA COLUMNA VERTICAL								X			
	REAJUSTE DE PERNOS DE TENSIÓN DEL CABLE								X			
	VERIFICACIÓN Y LUBRICACIÓN DEL EJE GUÍA INTERNO								X			
SISTEMA DE SEGURIDAD	COMPROBAR EL AJUSTE DE LOS TACOS DE FIJACIÓN DE LA BASE DE LAS COLUMNAS	IGEL pág. 34					X					
	CONTROLAR EL ESTADO DE FUNCIONAMIENTO Y LA EFICACIA DE LA SEGURIDAD, EL ESTADO DE LAS CUÑAS Y DE SUS CORRESPONDIENTES PERNOS					X						
	LUBRICAR LOS PERNOS DE LAS CUÑAS						X					
	SUSTITUIR LAS CUÑAS Y/O LOS PERNOS EN CASO DE DESGASTE EXCESIVO						X					
	COMPROBAR EL ESTADO DE LOS TACOS DE FIJACION DE LAS COLUMNAS AL SUELO MEDIANTE LLAVE DINAMOMÉTRICA						X					
	LIMPIAR Y LUBRICAR LAS GUÍAS INTERIORES DE LAS COLUMNAS Y LOS CORRESPONDIENTES PATINES DE LOS CARROS				X							
	COMPROBAR EL APRIETE DE TODOS LOS TORNILLOS				X							
	COMPROBAR LA EFICIENCIA DEL SISTEMA DE BLOQUEO DE LOS CARROS						X					
	ENGRASAR TODAS LAS PARTES MÓVILES						X					
	AJUSTE Y LUBRICACION DE LOR TOPES DE SEGURIDAD MECÁNICO								X			
	VERIFICACION DEL FUNCIONAMIENTO DEL TOPE DE PARO AUTOMATICO DEL FINAL DE CARRERA DE SUBIDA								X			
	SISTEMA DE TRANSMISIÓN		COMPROBAR EL ESTADO DE LAS POLEAS Y LOS CORRESPONDIENTES CANALES	IGEL pág. 34						X		
COMPROBAR EL ESTADO DE LOS CABLES VERIFICANDO EL DIÁMETRO Y EVENTUALIDADES DE ROTURA Y OTROS DAÑOS Y ALTERACIONES DE RELEVANCIA.								X				
ENGRASAR A BROCHA LOS M CABLES CON GRASA PARA EVITAR CORROSIONES Y/O ROTURAS POR OXIDACIONES									X			
LUBRICAR POLEAS Y PIVOTES									X			
LIMPIAR LAS CADENAS DE LAS COLUMNAS										X		
LUBRICAR CABLES DE LA COLUMNA DE SOPORTE DE LA PISTA										X		
CILINDRO PRINCIPAL DE SIMPLE EFECTO	VERIFICAR EL AJUSTE DEL CILINDRO	IGEL pág. 34						X				
	VERIFICAR LAS FUGAS EN CAÑERÍA PRINCIPAL							X				
	VERIFICAR EL DESGASTE DE LOS SELLOS DEL CILINDRO			X								
	CAMBIAR EL SELLO DEL CILINDRO SEGÚN DESGASTE					X						
	LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN DEL CILINDRO DE ELEVACIÓN											
SISTEMA ELECTRICO	VERIFICAR FUNCIONAMIENTO ELECTRICO EN EL INTERRUPTOR DE SUBIDA Y BAJADA	IGEL pág. 34; EELA págs. 1-3						X				
	REVISAR CIRCUITO Y PROTECCIONES ELECTRICAS DE LA UNIDAD DE POTENCIA HACER UN CONTROL GENERAL DEL EQUIPO ELECTRICO, COMPRENDIENDO EL MOTOR DE LA CENTRALITA, CABLES, FINALES DE CARRERA, LOS ELECTROIMÁNES, CUADRO DE MANDO.							X				
CENTRALITA HIDRAULICA	VERIFICAR EL NIVEL DE ACEITE CENTRALITA Y REPONER EL NIVEL CORRECTO	IGEL pág. 34		X								
	CONTROLAR EL NIVEL DE ACEITE MEDIANTE LA CORRESPONDIENTE VARILLA DE CONTROL, SOLIDARIA CON EL TAPON RELLENO. SI ES NECESARIO AÑADIR ACEITE POR EL TAPON (VER TABLA DE LUBRICANTES).					X						
	CONTROLAR EL GRADO DE OBSTRUCCION DEL FILTRO Y EL GRADO DE CONTAMINACION DEL ACEITE (LIMPIAR EL FILTRO Y REEMPLAZAR EL ACEITE SI ESTUBIESE MUY CONTAMINADO)					X						
CIRCUITO HIDRAULICO	SUSTITUIR ACEITE DEL SISTEMA HIDRAULICO	IGEL pág. 34; MIEL págs. 1-7									X	
	CONTROLAR QUE EL CIRCUITO (ENTRE LA CENTRALITA Y EL CILINDRO); Y EN EL CILINDRO, NO EXISTAN PERDIDAS DE ACEITE.				X							
BOMBA HIDRAULICA	VERIFICAR EL ESTADO DE LAS GUARNICIONES Y, SI ES NECESARIO, SUSTITUIRLAS.	IGEL pág. 34; EELA págs. 1-3; MIEL págs. 1-7		X								
	LIMPIEZA DE PARTICULAS DE POLVO Y OTROS RESIDUOS							X				
	REAJUSTAR EL CONJUNTO BOMBA-MOTOR								X			
	CAMBIO DE ACEITE EN EL SISTEMA HIDRAULICO									X		
	CONTROLAR QUE A REGIMEN NO EXISTA VARIACIONES DE RUIDO EN LA BOMBA Y VERIFICAR EL APRETADO DE LA TORNILLERÍA DE FIJACIÓN								X			
	CONTROLAR EL ESTADO DE CONTAMINACION O DE ENVEJECIMIENTO DEL ACEITE. EL ACEITE CONTAMINADO ES LA CAUSA PRINCIPAL DE MAL FUNCIONAMIENTO DE LAS VÁLVULAS Y DE UNA DURACIÓN CORTA DE LA BOMBA								X			
OBSERVACIONES												
INGENIERO DE MANTENIMIENTO			INGENIERO DE CALIDAD			JEFE DE TALLER						


Fuente: Los Autores con base en la información colectada de MOTORESTE MOTORS S.A.

Figura 99. Plan de Mantenimiento Preventivo para el Elevador Electrohidráulico de tijeras

	CRONOGRAMA DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MANUAL	PERÍODO DE INSPECCIÓN		Fecha Inicio: DD MM AA			Fecha finalización: DD MM AA				
	ELEVADOR ELECTROHIDRAULICO DE TIJERAS			FRECUENCIAS									
	LAUNCH		ETLA-MIETJ	DÍAS DE OPERACIÓN			MESES DE OPERACIÓN						
COMPONENTE	OPERACIÓN DE MANTENIMIENTO		Páginas	1	8	15	1	3	6	12	24	36	
SISTEMA ELECTRICO	VERIFICAR FUNCIONAMIENTO ELECTRICO EN EL INTERRUPTOR DE SUBIDA Y BAJADA		MIETJ pág.29; ETLA págs. 1-2						X				
	REVISAR CIRCUITO Y PROTECCIONES ELECTRICAS DE LA UNIDAD DE POTENCIA							X					
	HACER UN CONTROL GENERAL DEL EQUIPO ELECTRICO, COMPRENDIENDO EL MOTOR DE LA CENTRALITA, CABLES, FINALES DE CARRERA, LOS ELECTROIMÁNES, CUADRO DE MANDO.										X		
CENTRALITA HIDRAULICA	VERIFICAR EL NIVEL DE ACEITE CENTRALITA Y REPONER EL NIVEL CORRECTO		MIETJ pág.29; ETLA págs. 1-2		X								
	CONTROLAR EL NIVEL DE ACEITE MEDIANTE LA CORRESPONDIENTE VARILLA DE CONTROL, SOLIDARIA CON EL TAPON RELLENO. SI ES NECESARIO AÑADIR ACEITE POR EL TAPON (VER TABLA DE LUBRICANTES).						X						
	CONTROLAR EL GRADO DE OSTRUCCION DEL FILTRO Y EL GRADO DE CONTAMINACION DEL ACEITE (LIMPIAR EL FILTRO Y REEMPLAZAR EL ACEITE SI ESTUBIESE MUY CONTAMINADO)							X					
	SUSTITUIR ACEITE DEL SISTEMA HIDRAULICO											X	
CIRCUITO HIDRAULICO	CONTROLAR QUE EL CIRCUITO (ENTRE LA CENTRALITA Y EL CILINDRO); Y EN EL CILINDRO, NO EXISTAN PERDIDAS DE ACEITE.		MIETJ pág.29;				X						
	VERIFICAR EL ESTADO DE LAS GUARNICIONES Y, SI ES NECESARIO, SUSTITUIRLAS.						X						
BOMBA HIDRAULICA	LIMPIEZA DE PARTICULAS DE POLVO Y OTROS RESIDUOS		MIETJ pág.29; ETLA págs. 1-2						X				
	REAJUSTAR EL CONJUNTO BOMBA-MOTOR									X			
	CAMBIO DE ACEITE EN EL SISTEMA HIDRAULICO											X	
	CONTROLAR QUE A REGIMEN NO EXISTA VARIACIONES DE RUIDO EN LA BOMBA Y VERIFICAR EL APRETADO DE LA TORNILLERÍA DE FIJACIÓN									X			
	CONTROLAR EL ESTADO DE CONTAMINACION O DE ENVEJECIMIENTO DEL ACEITE. EL ACEITE CONTAMINADO ES LA CAUSA PRINCIPAL DE MAL FUNCIONAMIENTO DE LAS VÁLVULAS Y DE UNA DURACIÓN CORTA DE LA BOMBA									X			
ELEMENTOS ESTRUCTURALES	COMPROBAR TODAS LAS JUNTAS DE PIVOTE Y COJINETES DE RODILLO PARA VER SI HACEN RUIDO Y PRODUCEN DESGASTE		MIETJ pág.29	X									
	COMPROBAR LA CONDICION GENERAL DE LA UNIDAD (ES DECIR, CURVAS, ROTURAS, TORNILLOS QUE FALTEN O ESTEN SUELTOS.			X									
	INSPECCIONA TODOS LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y MECANICOS PARA VER SI HAY SOLDADURAS AGRIETADAS O ROTAS Y CUALQUIER DEFORMACIÓN CAUSADA POR LA COLISIÓN, LA SOBRECARGA U OTROS USOS INDEBIDOS.			X									
	INSPECCIONA LOS ANILLOS DE RESORTE/PERNOS EN LOS RODILLOS Y PUNTOS DE PIVOTE PARA VER SI RETIENEN BIEN Y ESTÁN APRETADOS			X									
	INSPECCIONA SI SE DETIENE DEBIDAMENTE EL PASADOR DEL MUÑON DEL CILINDRO			X									
	OBSERVE SI HAY RUIDOS Y VIBRACIONES; QUITAR LOS PASADORES DE LOS CILINDROS DE LEVANTAMIENTO, PASADORES DE PIVOTE Y COJINETES DE RODILLOS. INSPECCIONA PARA VER SI HAY DESGASTE Y REEMPLAZE SEGÚN SEA NECESARIO								X				
	COMPRUEBE SI HAY DEFORMACIONES MECÁNICAS PERMANENTES							X					
OBSERVACIONES													
INGENIERO DE MANTENIMIENTO				INGENIERO DE CALIDAD				JEFE DE TALLER					

Fuente: Elaboración Propia con base en la información colectada de MOTORESTE MOTORS S.A.


Figura 100. Plan de Mantenimiento Preventivo para el Diferencial Manual

	CRONOGRAMA DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PREVENTIVO		CÓDIGO MANUAL	PERÍODO DE INSPECCIÓN	Fecha Inicio: DD MM AA			Fecha finalización: DD MM AA					
	DIFERENCIAL MANUAL				FRECUCIAS								
	CM LODESTAR		DFLO-MPOL	DÍAS DE OPERACIÓN			MESES DE OPERACIÓN						
COMPONENTE	OPERACIÓN DE MANTENIMIENTO	Páginas		1	8	15	1	3	6	12	24	36	
ELEMENTOS DEL MECANISMO EN GENERAL	INSPECCIONAR TODOS LOS MECANISMOS DE OPERACION FUNCIONAL PARA VER SI FUNCIONAN APROPIADAMENTE, QUE SE ENCUENTREN AJUSTADOS DE MANERA ADECUADA, QUE NO HAYA AJUSTES EQUIVOCADOS O RUIDOS EXTRAÑOS.	MPOL págs. 4-8	X										
	INSPECCIONAR DAÑOS EN EL SOPORTE DEL POLIPASTO			X									
	VERIFICAR EL AJUSTE DE LOS PERNOS, TUERCAS O REMECHES FLOJOS						X						
	INSPECCIONAR LA EVIDENCIA DE PARTES DESGASTADAS, CORROÍDAS, AGRIETADAS O DISTORSIONADAS TALES COMO LOS BLOQUES DE CARGA, EL ALOJAMIENTO DE LA SUSPENSIÓN, FLECHAS, ENGRANES, RODAMIENTOS, PASADORES, RODILLOS, ASÍ COMO DISPOSITIVOS DE BLOQUEO Y ABRAZADERAS.			X									
	INSPECCIONAR EL DESGASTE EN SUJECIONES DE LA CADENA, HORQUILLAS, YUGOS, PERNOS DE LA SUSPENSIÓN.							X					
	INSPECCIONAR DAÑOS EN LA ESTRUCTURA DEL SOPORTE DEL POLIPASTO							X					
CONJUNTO DEL FRENO	INSPECCIONAR LA CORRECTA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE FRENADO DEL POLIPASTO	DFLO pág. 10-13	X										
	INSPECCIONAR LA EVIDENCIA DE DISCOS DE FRICCIÓN DESGASTADOS, VIDRIADOS O CONTAMINADOS CON ACEITE.					X							
	REVISAR EL DESGASTE EN LOS TRINQUETES, LEVAS O TAMBORES DENTADOS; CORROSION, ALARGAMIENTOS O RUPTURAS EN LOS RESORTES DEL TRINQUETE DEL MECANISMO DE FRENO.					X							
MIEMBROS DE RETENCIÓN	INSPECCIONAR LA EVIDENCIA DE DAÑOS A LAS TUERCAS DE RETENCIÓN DEL GANCHO O COLLARES Y PASADORES, Y SOLDADURAS O REMACHES USADOS PARA ASEGURAR LOS MIEMBROS DE RETENCIÓN	MPOL págs. 6-8					X						
GANCHOS Y CERROJOS	INSPECCIONAR LOS GANCHOS Y CERROJOS DE ACUERDO A LA SEGURIDAD INDUSTRIAL Y AL SERVICIO QUE INVOLUCRA DENTRO O FUERA DE LOS LÍMITES	MPOL pág. 5		X									
	INSPECCIONAR LA OPERACIÓN DEL CERROJO DEL GANCHO SUPERIOR E INFERIOR		X										
CONJUNTO DE POLEA Y CADENA DE CARGA	INSPECCIONAR LA CADENA DE CARGA DE ACUERDO A LOS REQUERIMIENTOS EXIGIDOS	MPOL págs. 5-6			X								
	INSPECCIONAR EL PASO DE LA CADENA DE CARGA POR LA POLEA PARA CUMPLIR CON LA SEGURIDAD PREVENTIVA DEL EQUIPO.				X								
	INSPECCIONAR LA EVIDENCIA DE DAÑOS O DESGASTE EXCESIVO DE LAS POLEAS DE CARGA Y DE GIRO LIBRE							X					
	LUBRICAR LA CADENA DE CARGA					X							
	VERIFICAR LA CONEXIÓN DEL EXTREMO DE LA CADENA DE CARGA ESTEN AJUSTADAS.			X									
OBSERVACIONES													
INGENIERO DE MANTENIMIENTO			INGENIERO DE CALIDAD				JEFE DE TALLER						

Fuente: Elaboración Propia con base en la información colectada de MOTORESTE MOTORS S.A.


A continuación se entregan los formatos de fichas técnicas, inspección de equipos, solicitud de servicio, órdenes de trabajo, y hoja de vida de los equipos; como soporte de ayuda para la gestión de mantenimiento realizado por el SCAM MOTORS.

Figura 101. Formato de Ficha Técnica del Equipo

		FICHA TECNICA DEL EQUIPO		Codigo:	
				Version:	
UBICACIÓN					
CODIGO					
EQUIPO					
FABRICANTE					
PROVEEDOR					
DIRECCION					
TELEFONOS					
DESCRIPCION DEL EQUIPO:					
		CATALOGOS			
CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS					
ESPECIFICACIONES PROPIAS DE CADA EQUIPO:					
ACCESORIOS DEL EQUIPO					
ANEXOS Y OBSERVACIONES					


Fuente: Elaboración Propia con base en la información colectada de MOTORESTE MOTORS S.A.

Figura 103. Formato Solicitud de Servicio

		FORMATO SOLICITUD DE SERVICIO					Codigo:	
							Version:	
CODIGO						Nº SOLICITUD		
EQUIPO								
TIPO DE DAÑO:	MECANICO	ELECTRICO	HIDRAULICO	NEUMATICO	REFRIGERACION	LUBRICACION	OTRO ¿Cuál?	
DESCRIPCION DEL TRABAJO								
GRADO DE PRIORIDAD:	EXTRA URGENTE	URGENTE	NORMAL					
SUGERENCIAS PARA EL SERVICIO:								
OBSERVACIONES:								
FECHA DE SOLICITUD								
FECHA CUMPLIMIENTO								
SOLICITA:						APRUEBA:		

Fuente: Elaboración Propia con base en la información colectada de MOTORESTE MOTORS S.A.

Figura 104. Formato Orden de Trabajo

		FORMATO ORDEN DE TRABAJO						No.
FECHA APERTURA	DIA	MES	AÑO	FECHA EJECUCIÓN	DIA	MES	AÑO	TIPO DE MANTENIMIENTO
EQUIPO				CÓDIGO			UBICACIÓN	
CONDICIÓN DEL EQUIPO				DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO			RESPONSABLE DEL MANTENIMIENTO	
EN SERVICIO	<input type="checkbox"/>	AFECTA PRODUCCIÓN	<input type="checkbox"/>	SIEMPRE		EN PARADA		
FUERA DE SERVICIO	<input type="checkbox"/>	NO AFECTA PRODUCCIÓN	<input type="checkbox"/>	FECHA DEL		AL		
SISTEMA			MATERIALES E INSUMOS					
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO/PROCEDIMIENTO								
OBSERVACIONES					NORMAS DE SEGURIDAD			
REVISADO:					APROBADO:			

Fuente: Elaboración Propia con base en la información colectada de MOTORESTE MOTORS S.A.

7. CONCLUSIONES

- Se realizó un diagnóstico del estado actual del mantenimiento en la empresa MOTORESTE MOTORS S.A., y se pudo constatar que el mantenimiento estuvo dinamizado por acciones correctivas.
- Se desarrolló un inventario de 82 equipos (31 equipos de talleres livianos, 45 equipos de talleres pesados y 6 equipos de servicios generales) con su respectiva codificación sobre los equipos existentes en los talleres de alistamiento de la empresa MOTORESTE MOTORS S.A.
- Se diseñó una base de información en Excel para el área de mantenimiento de los equipos encontrados en los talleres de alistamiento de vehículos pesados y vehículos livianos de la empresa MOTORESTE MOTORS S.A. que contiene hojas de vida de la máquinas, manuales de las máquinas, formato para el informe técnico de mantenimiento para empezar un historial del equipo y repuestos en stock.
- Se crearon manuales y guías para el proceso de aprendizaje del personal con sus respectivos niveles de seguridad para facilitar el correcto uso de las labores del mantenimiento y prevenir accidentes.
- Se realizó un análisis de criticidad a 4 equipos, mediante un formato de encuestas que se le hicieron a los técnicos y jefes de taller, esto con el fin de saber cuál es el método de mantenimiento más conveniente para cada equipo.
- Con el análisis de modos y efectos de falla (FMEA) se pudo establecer que ninguno de los 4 equipos fallo por diseño, los 4 equipos son: compresor de aire, elevador de columnas, elevador de tijeras, diferencial manual; por tanto el tiempo de vida de los equipos es el principal causante de fallas, debido a esto fue necesario implementar un plan de mantenimiento preventivo que alargue la vida de los equipos.

- Se diseñó, desarrollo e implemento los siguientes módulos: Módulo Máquinas, Módulo Orden de Trabajo, Módulo Alarmas, Módulo Indicadores de gestión, Módulo Almacén y Módulo Empresa en un software llamado SCAM-MOTORS, para disponer de manera ágil la información en la toma de decisiones relacionadas a la inversión de recursos y definición de políticas para el área de mantenimiento.

Las especificaciones del software son:

- + **Tomcat** es el servidor Web que tiene como desarrollador a **Java** para poder ejecutarse.
- + PostgreSQL es la base de datos.
- + La licencia que tiene el software es **OpenSource**.

8. OBSERVACIONES

- Se efectuó una capacitación a los técnicos y jefes de taller de la empresa con el fin de dar a conocer el funcionamiento del programa y de esta forma facilitar el adecuado uso de este en las actividades de mantenimiento.
- Aunque el software no tiene clave de acceso, solo será usado por los jefes de taller y el gerente de servicios, esto es debido a que ellos administran las tareas en los talleres de alistamiento.
- Se recomienda archivar los catálogos y manuales en un lugar en óptimas condiciones para evitar deteriorarlos por la contaminación.
- Se ejecutó las respectivas pruebas al software de mantenimiento, basándose en: pruebas de requisitos de hardware y software, pruebas de validación e integración del sistema, se encontraron unos errores que fueron corregidos y validados.

BIBLIOGRAFIA

AMENDOLA, Luis. Mantenimiento centrado en confiabilidad RCM. [En línea]. Disponible en: <http://www.mailxmail.com/curso-confiabilidad-operacional/mantenimiento-centrado-confiabilidad-rcm-introduccion>. [Citado el 18 de Agosto de 2014].

BARRINGER, Paul – An Overview of Reliability Engineering Principles – [en línea]. Febrero 1996. [citado en 27 Agosto de 2012]. Disponible en Internet: <http://www.barringer1.com/pdf/Oview_REP.pdf>.

CONFIABILIDAD.NET, la cultura de la confiabilidad. Desarrollando un plan demantenimiento.<URL:http://www.confiabilidad.net/invitados/desarrollando_un_plan.htm>.

DOMENECH, José Manuel. Calidad y Análisis de Modos y Efectos de Falla. [En línea]. Disponible en: <http://www.jomaneliga.es/PDF/Administrativo/Calidad/AMFE.pdf>. [Citado el 25 de Abril de 2014].

DOUNCE VILLANUEVA, Enrique; LOPEZ DE LEON Carlos; DOUNCEPEREZ Tagle, Productividad en el mantenimiento industrial, Compañía Editorial Continental. 2000, México., p 34-36.

DUFFUAA Salih O, RAOUF A. Y DIXON Campbell Jhon. Sistemas de Mantenimiento, Planeación y Control, México; Limusa Wiley S.A, 1a ed 2000.

GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ, Carlos Ramón. Mantenimiento y montajes. En: Asignatura de mantenimiento y montajes. (2010: Bucaramanga). Lecturas y diapositivas de la asignatura mantenimiento y montajes. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2011.

GROSSO, Juan Carlos. Programa de Mantenimiento basado en RCM para los Hidrogeneradores de la Central La Guaca. Posgrado en Gerencia de Mantenimiento, Universidad Industrial de Santander.2004.

HERNANDEZ MORENO, Seimar Felipe y PABON NEIRA, Victor Alfonso. Diseño de un sistema de mantenimiento preventivo para la planta de mecanizado de Industrias Tanuzi S.A. basado en análisis de criticidad y análisis de modos y efectos de falla (FMEA). Trabajo de Grado Ingeniero Mecánico. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería Fisico-Mecanicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. 2012. Pág. 41.

HUERTA MENDOZA, Rosendo. Club de mantenimiento. Publicación periódica página 12: "El Análisis de Criticidad, una metodología para mejorar la confiabilidad operacional". Aplicación del Análisis de Criticidad en Petróleos de Venezuela. PDVSA E & P Occidente. Autor.

KNEZEVIC, Jezdimir, "Mantenibilidad", Isdefe, Cuarta Edición, Madrid España 1996., p.32.

LEZANA GARCIA, Emilio, Curso superior de mantenimiento industria, Comisión Latinoamericana de Productividad y Medio Ambiente, CAPLAM edición 2001.a. 2010., p. 32

LLORENTE, José Luis. Análisis de Modos y Efectos de Falla. [En línea]. Disponible en: <http://www.gestion-calidad.com/archivos%20web/AMFE.pdf>. [Citado el 25 de Abril de 2014].

LUDWIN SWARD, Fredick, Mantenimiento de las maquinas herramientas, Editorial Blume, 1972, Barcelona.,p 98.

MORA GUTIÉRREZ. Luis Alberto. Mantenimiento, planeación, ejecución y control. Alfa Omega S.A. Bogotá 2009., p 34, 36-39.

MOUBRAY, John. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad. RCM II. Traducción por Ellman Suerios y Asociados. Buenos Aires, Argentina – Madrid, España. Edición en español. USA: Lillington, North Carolina. 2004.

NAVARRO ELOLA Luis; PASTOR TEJEDOR, Ana; MUGABURU LACABRERA, Jaime, Gestión de mantenimiento, Compañía Editorial Marcombo S.A., Primera edición, Barcelona España 1997., p. 45.

NTC-IEC 60812 Norma Técnica Colombiana. Sistemas de Gestión. Técnicas de análisis de confiabilidad de sistemas. Procedimiento para análisis de modo de falla y efecto (AMFE).

PITA MANAYALLE, Alberto. Sistema de criticidad para los equipos. [En línea]. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/70966184/Sistema-de-Criticidad-Para-Los-Equipos>. [Citado el 18 de Agosto de 2014].

RITTMEISTER, Haroldo. Mantenimiento: Conceptos Básicos 17a. Mesa Redonda de Manutenção – IBP. Cabo Frio – 1975., p 78.

SANTAMARIA TELLEZ Javier Alexander CONSUEGRA TORRES, Juan Pablo.
Diseño del sistema de información para la administración del mantenimiento en la
empresa Maquinados y Montajes LTDA. Trabajo de Grado Ingeniero Mecánico.
Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería Fisico-
Mecanicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. 2009. Pág. 32.

ANEXOS

ANEXO A: CUESTIONARIO PARA CONOCER EL PERFIL ACTUAL DE MANTENIMIENTO DE LOS TALLERES DE MOTORESTE MOTORS S.A.

		I	S	B	MB	
Gestión del Mantenimiento	Información Técnica	Codificación de Equipos	◆			
		Catálogos		◆		
		Lista de Componentes		◆		
		Cartillas de inspección y chequeo	◆			
	Mantenimiento correctivo	Avisos de avería, actividad, solicitud MT	◆			
		Orden de trabajo		◆		
		Programación de trabajo			◆	
		Solicitudes de repuestos y materiales			◆	
	mantenimiento preventivo	Definición de repuestos críticos		◆		
		Programación de paradas		◆		
		Hojas de ruta	◆			
	Controles técnicos	Planes de mantenimiento		◆		
		Historiales de mantenimiento correctivo		◆		
		Historiales de mantenimiento programados	◆			
		Historiales de consumo de repuestos		◆		
		Control de HIH en mantenimiento y reparación		◆		
	Adquisiciones	Control de daños y causas.		◆		
		Políticas de reposición			◆	
Ejecución del mantenimiento	Facilidades	Reposición de repuestos críticos		◆		
		Taller en la planta			◆	
		Equipos de apoyo			◆	
		Instrumentos y herramientas			◆	
	Personal	Almacén de repuestos en la planta			◆	
		Calidad				◆
		Calificación				◆
		Experiencia			◆	
		Disponibilidad			◆	
	Procedimientos	Capacitación			◆	
		Asignación de responsabilidades			◆	
		Canales de comunicación			◆	
	Servicio de terceros	Asignación de tareas			◆	
		Repuestos		◆		
		Asistencia técnica		◆		
	Operación de la maquinaria	Operadores	Conocimiento de la oferta			◆
			Experiencia			◆
			Calificación			◆
Políticas de capacitación		Asignación de tareas específicas de mantenimiento		◆		
		Entrenamiento continuo		◆		
	Capacitación formal			◆		

I: Insuficiente

S: Suficiente

B: Bueno

MB: Muy Bueno

ANEXO B: FORMATO DE ENCUESTAS PARA CUESTIONARIO DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD

FORMATO PARA ENCUESTAS ANALISIS DE CRITICIDAD
--

PERSONA:	
AREA O SECCION:	FECHA:
1. FRECUENCIA DE FALLA (TODO TIPO DE FALLA)	2. IMPACTO OPERACIONAL
A ALTA (Mayor a 5 fallas al año)	A No afecta la productividad
B PROMEDIO (Un promedio de 2 a 4 fallas al año)	B Impacta en niveles de inventario o calidad
C BAJA (Mas o menos entre 1 a 2 fallas al año)	C Parada del sistema o subsistema
D EXCELENTE (Menor a una falla al año)	D Perdida de la producción
3. COSTOS DE MANTENIMIENTO	4. FLEXIBILIDAD OPERACIONAL
A Mayor o igual a 2.000.000 pesos	A No hay opción de producción y no hay función repuesto
B Inferior a 2.000.000 pesos	B Hay opción de repuesto pero es compartido o no es propio
5.IMPACTO EN SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE (SAH)	
A	Afecta la seguridad humana tanto interna como externa y requiere la notificación a entes externos a la empresa
B	Afecta el medio ambiente/instalaciones
C	Afecta las instalaciones ocasionando daños severos
D	Provoca accidentes menores al personal interno o al medio ambiente
E	No provoca ningún daño a las personas, instalaciones o al medio ambiente

**ANEXO C: HOJA DE RESULTADOS PARA EL ANALISIS DE CRITICIDAD DE
LOS EQUIPOS DE LOS TALLERES DE SERVICIO**

PERSONA:	
CARGO:	FECHA:

EQUIPO:					EQUIPO:					EQUIPO:							
Nº	RESPUESTA				Nº	RESPUESTA				Nº	RESPUESTA						
1	A	B	C	D	1	A	B	C	D	1	A	B	C	D			
2	A	B	C	D	2	A	B	C	D	2	A	B	C	D			
3	A		B		3	A		B		3	A		B				
4	A	B	C		4	A	B	C		4	A	B	C				
5	A	B	C	D	E	5	A	B	C	D	E	5	A	B	C	D	E
EQUIPO:					EQUIPO:					EQUIPO:							
Nº	RESPUESTA				Nº	RESPUESTA				Nº	RESPUESTA						
1	A	B	C	D	1	A	B	C	D	1	A	B	C	D			
2	A	B	C	D	2	A	B	C	D	2	A	B	C	D			
3	A		B		3	A		B		3	A		B				
4	A	B	C		4	A	B	C		4	A	B	C				
5	A	B	C	D	E	5	A	B	C	D	E	5	A	B	C	D	E
EQUIPO:					EQUIPO:					EQUIPO:							
Nº	RESPUESTA				Nº	RESPUESTA				Nº	RESPUESTA						
1	A	B	C	D	1	A	B	C	D	1	A	B	C	D			
2	A	B	C	D	2	A	B	C	D	2	A	B	C	D			
3	A		B		3	A		B		3	A		B				
4	A	B	C		4	A	B	C		4	A	B	C				
5	A	B	C	D	E	5	A	B	C	D	E	5	A	B	C	D	E

EQUIPO:					EQUIPO:					EQUIPO:							
Nº	RESPUESTA				Nº	RESPUESTA				Nº	RESPUESTA						
1	A	B	C	D	1	A	B	C	D	1	A	B	C	D			
2	A	B	C	D	2	A	B	C	D	2	A	B	C	D			
3	A		B		3	A		B		3	A		B				
4	A	B	C		4	A	B	C		4	A	B	C				
5	A	B	C	D	E	5	A	B	C	D	E	5	A	B	C	D	E
EQUIPO:					EQUIPO:					EQUIPO:							
Nº	RESPUESTA				Nº	RESPUESTA				Nº	RESPUESTA						
1	A	B	C	D	1	A	B	C	D	1	A	B	C	D			
2	A	B	C	D	2	A	B	C	D	2	A	B	C	D			
3	A		B		3	A		B		3	A		B				
4	A	B	C		4	A	B	C		4	A	B	C				
5	A	B	C	D	E	5	A	B	C	D	E	5	A	B	C	D	E
EQUIPO:					EQUIPO:					EQUIPO:							
Nº	RESPUESTA				Nº	RESPUESTA				Nº	RESPUESTA						
1	A	B	C	D	1	A	B	C	D	1	A	B	C	D			
2	A	B	C	D	2	A	B	C	D	2	A	B	C	D			
3	A		B		3	A		B		3	A		B				
4	A	B	C		4	A	B	C		4	A	B	C				
5	A	B	C	D	E	5	A	B	C	D	E	5	A	B	C	D	E
EQUIPO:					EQUIPO:					EQUIPO:							
Nº	RESPUESTA				Nº	RESPUESTA				Nº	RESPUESTA						
1	A	B	C	D	1	A	B	C	D	1	A	B	C	D			
2	A	B	C	D	2	A	B	C	D	2	A	B	C	D			
3	A		B		3	A		B		3	A		B				
4	A	B	C		4	A	B	C		4	A	B	C				
5	A	B	C	D	E	5	A	B	C	D	E	5	A	B	C	D	E

ANEXO D: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD PONDERADOS DE LAS ENTREVISTAS


Nº	CODIGO EQUIPO	NOMBRE	CRITERIO					CONSECUENCIA	CRITICIDAD TOTAL
			FRECUENCIA DE FALLAS	IMPACTO OPERACIONAL	COSTOS DE MTO	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	IMPACTO EN SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE (SAH)		
			A B C D	A B C D	A B	A B C	A B C D E		
			1 2 3 4	1 4 7 10	1 2	1 2 4	1 3 5 8		
3	TVL-EL-05	ELEVADOR ELECTROHIDRAULICO DE DOS COLUMNAS	3,8	7,6	1,6	2,8	4,2	27,08	102,90
4	TVL-EL-06-07	ELEVADOR ELECTROHIDRAULICO DE TIJERAS (Launch)	3	5,8	5	4	5	33,2	99,60
5	TVL-EB-01	ESMERIL DE BANCO	2,4	5,2	1	3,2	1,4	19,04	45,70
6	TVL-HL-01	HIDROLIMPIADORA	3	4,6	1,4	2,8	1,8	16,08	48,24
7	TVL-AS-01	ASPIRADORA Y SECADORA	2,8	4,6	1	2,8	1,8	15,68	43,90
8	TVL-CB-01	CARGADOR DE BATERIAS	3,8	5,8	1,6	2,2	2	16,36	62,17
9	TVL-SD-01	ESCANER DE VEHICULOS	2,2	6,4	1,6	3,2	1	23,08	50,78
10	TVL-CR-01	COMPRESOR DE RESORTES	1,6	3,4	1	1	1,4	5,8	9,28
11	TVL-DF-01	DIFERENCIAL MANUAL	3,2	4,6	1	3,2	2,6	18,32	58,62

Nº	CODIGO EQUIPO	NOMBRE	CRITERIO					CONSECUENCIA	CRITICIDAD TOTAL													
			FRECUENCIA DE FALLAS				IMPACTO OPERACIONAL				COSTOS DE MTO		FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			IMPACTO EN SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE (SAH)						
			A	B	C	D	A			B	C	D	A	B	A	B	C	A	B	C	D	E
			1	2	3	4	1			4	7	10	1	2	1	2	4	1	3	5	8	
12	TVL-GG-01	GATO HIDRÁULICO DE GARAJE	1,4				1				1				1				3	4,20		
13	TVL-PB-01	PRENSA DE BANCO	1,8				2,2				1				1				4,2	7,56		
14	TVL-UA-01-04	UNIDAD DE MTTO DE AIRE COMPRIMIDO	2,8				5,8				5,5				2				27,22	76,22		
15	TVL-BO-01	BOMBA NEUMATICA DE ACEITE	1,8				1,4				1				1,4				3,8	6,84		
16	TVL-PO-01-04	PISTOLA DE SUMINISTRO DE ACEITE	1,8				2,8				1				1,4				5,2	9,36		
17	TVL-PN-01-03	PISTOLA NEUMATICA	2,6				3,4				1				1				8,12	21,11		
18	TVL-PA-01-03	PISTOLA DE SUMINISTRO DE AIRE	1,6				2,2				1				1				5,52	8,83		
19	TVP-AB-01	AMOLADORA DE BANCO	2,4				4,6				1				1,8				17,52	42,05		
20	TVP-DF-01	DIFERENCIAL MANUAL	3,2				6,4				4				2,6				29,64	94,85		
21	TVP-DF-02	DIFERENCIAL DE CARGA	2,8				5,2				2				2,6				23,32	65,30		
22	TVP-GP-01	GATO PLANCHA	1,8				2,8				1,6				1				7,08	12,74		

N°	CODIGO EQUIPO	NOMBRE	CRITERIO					CONSECUENCIA	CRITICIDAD TOTAL													
			FRECUENCIA DE FALLAS				IMPACTO OPERACIONAL				COSTOS DE MTO		FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			IMPACTO EN SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE (SAH)						
			A	B	C	D	A			B	C	D	A	B	A	B	C	A	B	C	D	E
			1	2	3	4	1			4	7	10	1	2	1	2	4	1	3	5	8	
23	TVP-GG-01	GATO HIDRAULICO DE GARAJE	3,4				5,2				3,4		2,8			3					20,96	71,26
24	TVP-GN-01	GATO NEUMATICO	1,8				3,4				1		1,6			2,2					8,64	15,55
25	TVP-GB-01	GATO BOTELLA	1,6				2				1		1,8			2,2					6,8	10,88
26	TVP-PN-01	PISTOLA NEUMATICA	3				2,8				2		2,2			2,6					10,76	32,28
27	TVP-PG-01	PISTOLA SUMINISTRO DE GRASA	1,8				2,2				1		1,6			1,4					5,92	10,66
28	TVP-PO-01	PISTOLA SUMINISTRO DE ACEITE	1,6				2,8				1		1,6			1					6,48	10,37
29	TVP-BG-01	BOMBA GRASERA NEUMATICA	1,4				2,2				1		2			1					6,4	8,96
30	TVP-BO-01	BOMBA NEUMATICA DE ACEITE	1,8				1,6				1		1,8			1					4,88	8,78
31	TVP-ES-01	EQUIPO DE SOLDADURA	1,6				2,8				1		1,4			1,8					6,72	10,75
32	TVP-BM-01	BOMBA MANUAL DE ACEITE	1,6				1,6				1		2			1					5,2	8,32
33	TVP-UA-01	UNIDAD DE MTTO DE AIRE COMPRIMIDO	2,8				4,6				1,4		2,4			2,2					14,64	40,99
34	TVP-PH-01	PRENSA HIDRAULICA	3				5,2				1		2,8			1,4					16,96	50,88

N°	CODIGO EQUIPO	NOMBRE	CRITERIO					CONSECUENCIA	CRITICIDAD TOTAL											
			FRECUENCIA DE FALLAS				IMPACTO OPERACIONAL			COSTOS DE MTO		FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			IMPACTO EN SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE (SAH)					
			A	B	C	D	A			B	C	D	A	B	C	A	B	C	D	E
			1	2	3	4	1			4	7	10	1	2	1	2	4	1	3	5
35	TVP-TB-01	TALADRO DE BANCO	2,4				5,2		1		2,8			2,2					17,76	42,62
36	SG-CA-01	COMPRESOR DE AIRE	3,6				7,6		1,8		3,2			3,4					29,52	106,27
37	SG-AA-01	UNIDAD DE AIRE ACONDICIONADO	2,8				5,2		1		2,2			2					14,44	40,43
38	SG-TM-01	TANQUE MOVIL	2				3,4		1		2,4			1,8					10,96	21,92


ANEXO E: INSTRUCTIVO: DRENAJE DE COMPRESORES

	INSTRUCTIVO		CÓDIGO: SG-CA-01
	DRENAJE DE COMPRESORES		HOJA 1 de 1
DEPARTAMENTO: Posventa	PROCESO: Aseguramiento de Calidad	RESPONSABLE: Técnico Mecánico	VERSION: Uno
PROPÓSITO			
ELIMINAR LAS CONDESACIONES DE AGUA DE LOS TANQUES DE LOS COMPRESORES DE AIRE			
POLÍTICAS			
EL DRENADO SOLO PUEDE SER REALIZADO POR UNA PERSONA ENCARGADA DEL MANTENIMIENTO			
DEFINICIONES			
COMPRESOR DE AIRE: MÁQUINA DE FLUIDO QUE ESTÁ CONSTITUIDA PARA AUMENTAR LA PRESION Y DESPLAZAR CIERTO TIPO DE FLUIDOS LLAMADOS COMPRESIBLES, TAL COMO LOS GASES Y EL VAPOR.			
CONDENSACIÓN: ES EL CAMBIO DE ESTADO QUE OCURRE CUANDO UNA SUSTANCIA PASA DEL ESTADO VAPOR AL LIQUIDO, POR DISMINUCIÓN DE LA TEMPERATURA			
PREOSTATO: APARATO QUE CIERRA O ABRE UN CIRCUITO ELÉCTRICO DEPENDIENDO DE LA LECTURA DE PRESIÓN DE UN FLUIDO.			
RECOMENDACIONES			
ANTES DE REALIZAR LA OPERACIÓN DE MANTENIMIENTO DESENERGICE COMPLETAMENTE EL EQUIPO			
HERRAMIENTAS			
MANGUERA			
ACTIVIDADES			
1. DESENERGIZAR EL PREOSTATO DEL COMPRESOR A DRENAR Y DEJAR OTRO EN FUNCIONAMIENTO			
2. CERRAR LA LLAVE DE DESCARGA DEL AIRE DEL TANQUE			
3. POSICIONAR LA MANGUERA EN EL SIFÓN			
4. ABRIR LA LLAVE DEL DRENAJE HASTA QUE ESTÉ TOTALMENTE DESPRESURIZADO			
5. CERRAR LA LLAVE DE DRENAJE Y ABRIR LA LLAVE DE DESCARGA DE AIRE			
6. ENERGIZAR DE NUEVO EL COMPRESOR			
7. REALIZAR LA MISMA OPERACIÓN CON EL SEGUNDO COMPRESOR			

ANEXO F: INSTRUCTIVO: DRENAJE DE UNIDAD DE “ACOPLE RÁPIDO” DE AIRE

	INSTRUCTIVO		CÓDIGO: SG-CA-01
	DRENAJE DE UNIDAD DE "ACOPLAMIENTO RÁPIDO" DE AIRE		HOJA 1 de 1
DEPARTAMENTO: Posventa	PROCESO: Aseguramiento de Calidad	RESPONSABLE: Técnico Mecánico	VERSION: Uno
PROPÓSITO			
ELIMINAR LAS CONDENSACIONES DE AGUA DE LAS UNIDADES DE ACOPLAMIENTO RÁPIDO			
POLÍTICAS			
EL DRENADO SOLO PUEDE SER REALIZADO POR LA PERSONA ENCARGADA DEL MANTENIMIENTO			
DEFINICIONES			
UNIDAD DE ACOPLAMIENTO RÁPIDO: ES UTILIZADA PRINCIPALMENTE DONDE LA OPERACIÓN MANUAL DE CONEXIÓN Y DESCONEXIÓN DE MANGUERAS SE REPITE CON BASTANTE FRECUENCIA			
CONDENSACIÓN: ES EL CAMBIO DE ESTADO QUE OCURRE CUANDO UNA SUSTANCIA PASA DEL ESTADO DE VAPOR AL LÍQUIDO, POR DISMINUCIÓN DE LA TEMPERATURA.			
RECOMENDACIONES			
UTILIZAR UN BALDE PARA LA RECOLECCIÓN DE LOS CONDENSADOS.			
ACTIVIDADES			
<i>CADA DIA</i>			
1. CERRAR LA LLAVE DE PASO DEL SISTEMA DE LA UNIDAD DE ACOPLAMIENTO RÁPIDO DE AIRE.			
2. CERRAR LA LLAVE DE LA EXTENSIÓN DE LA RED NEUMÁTICA HACIA EL ÁREA DE ALINEACIÓN			
3. ABRIR LA LLAVE DE DRENAJE HASTA QUE ESTÉ TOTALMENTE DESPRESURIZADO Y SIN CONDENSADOS			
4. ABRIR LA LLAVE DEL FLOTADOR HASTA QUE ESTÉ TOTALMENTE DESPRESURIZADO Y SIN CONDENSADOS			
5. CERRAR LA LLAVE DE DRENAJE Y LA LLAVE DEL FLOTADOR			

ANEXO G: PRÁCTICAS SEGURAS DE OPERACIÓN: ELEVADOR ELECTROHIDRAULICO DE DOS COLUMNAS

	PRACTICAS SEGURAS DE OPERACIÓN ELEVADOR ELECTROHIDRAULICO DE DOS COLUMNAS
---	--

Equipo de Protección Personal



Equipo de Uso Frecuente en Operaciones de Mantenimiento Preventivo de Vehículos



CALZADO DE SEGURIDAD



LENTE DE SEGURIDAD



PROTECCIÓN AUDITIVA



PROTECCIÓN FACIAL










GUANTES



PROTECCIÓN RESPIRATORIA

Precauciones

<ul style="list-style-type: none">  Leer los Manuales de Operación y Seguridad Antes de Utilizar el Elevador  Mantenimiento e Inspección Apropiadados son Necesarios para una Operación Segura  No Operar un Elevador Dañado  Elevador para ser Utilizado Solo por el Operador Autorizado  Solo Personal Autorizado en el Área de Elevación  Mantener los Pies Alejados del Elevador Mientras Descienda 	<ul style="list-style-type: none">  Despejar el Área si el Vehículo Esta en Peligro de Caer  Mantener las Manos Alejadas de los Puntos de Pellizco Cuando el Elevador Este en Movimiento  Permanecer Alejado del Elevador Cuando Ascienda o Descienda el Vehículo  Asegurar la Ruedas para Prevenir Movimiento del Vehículo  No Omitir los Controles de Elevación de Seguro Automático
--	---


Recomendaciones de Uso

- Verificar el Correcto Uso de los IPP (Implementos de Protección Personal)
 - No Colocar las Manos (Dedos) en Lugares Donde Puedan Ser Remordidos o Golpeados
 - Verificar la Posición de las Bases de Acuerdo al Tipo de Vehículo
 - Ubicar el Vehículo en la Posición Correcta
 - Elevar el Vehículo y Accionar el Bloqueo de Seguridad del Elevador
 - Verificar que No Haya Personas Cerca del Elevador
 - Bajar el Vehículo y Retirarlo de la Bahía

Acciones Incorrectas

- Trabajar sin los IPP
 - Jugar Cerca del Elevador
 - Uso sin Autorización
 - Dejar el Vehículo Elevado en Horas del Almuerzo o Refrigerio

ANEXO H: PRÁCTICAS SEGURAS DE OPERACIÓN: ELEVADOR ELECTROHIDRAULICO DE TIJERAS

 <p>Motoreste Su mejor decisión</p>	<p>PRACTICAS SEGURAS DE OPERACIÓN</p> <p>ELEVADOR ELECTROHIDRAULICO DE TIJERAS</p>
---	--

Equipo de Protección Personal



Equipo de Uso Frecuente en Operaciones de Mantenimiento Preventivo de Vehículos



CALZADO DE SEGURIDAD



LENTE DE SEGURIDAD



PROTECCIÓN AUDITIVA



PROTECCIÓN FACIAL











GUANTES



PROTECCIÓN RESPIRATORIA

Precauciones

<ul style="list-style-type: none">  Leer los Manuales de Operación y Seguridad Antes de Utilizar el Elevador  Mantenimiento e Inspección Apropiadados son Necesarios para una Operación Segura  No Operar un Elevador Dañado  Elevador para ser Utilizado Solo por el Operador Autorizado  Solo Personal Autorizado en el Área de Elevación  Mantener los Pies Alejados del Elevador Mientras Descienda 	<ul style="list-style-type: none">  Despejar el Área si el Vehículo Esta en Peligro de Caer  Mantener las Manos Alejadas de los Puntos de Pellizco Cuando el Elevador Este en Movimiento  Permanecer Alejado del Elevador Cuando Ascienda o Descienda el Vehículo  Asegurar la Ruedas para Prevenir Movimiento del Vehículo  No Omitir los Controles de Elevación de Seguro Automático
--	---

Recomendaciones de Uso

- Verificar el Correcto Uso de los IPP (Implementos de Protección Personal)
- No Colocar las Manos (Dedos) en Lugares Donde Puedan Ser Remordidos o Golpeados
- Verificar la Posición de las Bases de Acuerdo al Tipo de Vehículo
- Ubicar el Vehículo en la Posición Correcta
- Elevar el Vehículo y Accionar el Bloqueo de Seguridad del Elevador
- Verificar que No Haya Personas Cerca del Elevador
- Bajar el Vehículo y Retirarlo de la Bahía

Acciones Incorrectas

- Trabajar sin los IPP
- Jugar Cerca del Elevador
- Uso sin Autorización
- Dejar el Vehículo Elevado en Horas del Almuerzo o Refrigerio