



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

PROYECTO TÉCNICO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

TEMA:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA PESADA Y VEHÍCULOS LIVIANOS DEL GADM SANTIAGO DE PÍLLARO APLICANDO UN SOFTWARE LIBRE”

AUTOR: MARIO GUSTAVO VASCO ROBAYO

TUTOR: ING. MG. CHRISTIAN BYRON CASTRO MINUGUANO

Ambato-Ecuador

2016

Certificación del tutor

En mi calidad de Tutor de trabajo de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, con el tema “IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA PESADA Y VEHÍCULOS LIVIANOS DEL GADM SANTIAGO DE PÍLLARO APLICANDO UN SOFTWARE LIBRE”, elaborado por el Sr. Mario Gustavo Vasco Robayo, portador de la cédula de ciudadanía: 180445165-4, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Mecánica.

Certifico:

- El presente trabajo técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos.
- Está concluido en su totalidad

Ambato, Noviembre, 2016

.....
Ing. Mg. Christian Byron Castro Miniguano

Tutor

Autoría

Yo Mario Gustavo Vasco Robayo, portador de la cedula de identidad número 180445165-4. Egresado de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, en pleno uso de mis razones declaro, que el trabajo **“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA PESADA Y VEHÍCULOS LIVIANOS DEL GADM SANTIAGO DE PÍLLARO APLICANDO UN SOFTWARE LIBRE”**, presentado como proyecto previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico , es completamente de mi persona, por lo tanto las tablas, gráficos, conclusiones y recomendaciones son totalmente responsabilidad mía, como autor del estudio, exceptuando los trabajos citados en la bibliografía correspondiente del mismo, ya que el material nombrado es fundamental para el desarrollo inicial del proyecto.

Autor

.....
Mario Gustavo Vasco Robayo

CI: 180445165-4

Derechos de autor

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este Documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor

Ambato, Noviembre 2016

AUTOR

.....
Mario Gustavo Vasco Robayo

CI: 180445165-4

Aprobación del tribunal de grado

Los miembros del tribunal de grado aprueban el trabajo técnico realizado por el estudiante Mario Gustavo Vasco Robayo de la carrera de Ingeniería Mecánica, bajo el tema: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA PESADA Y VEHÍCULOS LIVIANOS DEL GADM SANTIAGO DE PÍLLARO APLICANDO UN SOFTWARE LIBRE”**

Ambato, Enero 2017

Para constancia firman:

.....

Ing. Mg. Jorge Guamanquispe

.....

Ing. Mg. Francisco Peña

Dedicatoria

El presente trabajo va dedicado para todas las personas que supieron apoyarme y brindarme toda su confianza a lo largo de toda mi vida estudiantil, y que hicieron posible que se cumpla esta meta, como lo es mi familia.

A mi padre el Sr. Ermes Isaías Vasco Robayo por haberme brindado su apoyo de manera incondicional, tanto económicamente y moralmente, a lo largo de toda mi vida.

A mi madre la Sra. Mercedes Robayo López quien supo estar a mi lado en las buenas y en las malas, cuando más la necesitaba, ya que con su cariño, amor y ejemplo ha hecho de mí una persona con valores para así de este modo llegar a cumplir una de mis metas de vida, que hoy en día es una realidad.

A mis hermanos, quienes son pilar fundamental en mi vida, ya que supieron brindarme su apoyo y confianza en los momentos que más lo necesitado durante toda mi vida.

A mis sobrinos en especial a mi sobrina Maricela Chico Moya, ya que es para mí un ejemplo por su valentía a pesar de todos los obstáculos en su vida a seguido adelante, espero que Dios te bendiga y sigas con las mismas fuerzas y cumplas todas tus metas gracias por brindarme apoyo en todo momento, y también por brindarme su confianza.

Agradecimiento

En primer lugar quiero agradecer a Dios, quien es el pilar fundamental en toda familia, ya que sin su amor no seríamos unas personas de bien. Posteriormente quiero agradecer a mis padres Ermes Vasco y Mercedes Robayo ya que gracias a ellos he logrado cumplir una de mis metas ya que con su apoyo esto se pudo hacer una realidad, igualmente a mis hermanos, a quienes también les agradezco de corazón por brindarme su apoyo cuando más lo necesitaba, y estar a mi lado en todo momento.

También quiero agradecer a todos mis familiares por brindarme su apoyo incondicional durante toda mi vida estudiantil.

A mis profesores quienes desde el inicio de mi carrera universitaria supieron compartir sus conocimientos. Agradezco a mi tutor el Ing. Christian Castro quien supo guiarme a lo largo del proceso de mi proyecto.

INDICE DE CONTENIDO

Certificación del tutor	II
Autoría.....	III
Derechos de autor.....	IV
Aprobación del tribunal de grado.....	V
Dedicatoria	VI
Agradecimiento	VII
Indice de contenido	VIII
Indice de tablas.....	XI
CAPÍTULO I.....	1
1 EL PROBLEMA	1
1.1 Tema.....	1
1.1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación.....	6
1.3 Objetivo General:	6
1.4 Objetivos Específicos:.....	7
CAPITULO II	8
2 FUNDAMENTACIÓN	8
2.1 Investigaciones Previas	8
2.1.1 Investigaciones Micro	8
2.1.2 Antecedentes Macro	12
2.2 Fundamentación Legal	14
2.2.1 NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE	14
2.3 Fundamentación Teórica	14
2.3.1 Mantenimiento	14
2.3.2 Historia del mantenimiento	14
2.3.3 Objetivos del mantenimiento	17
2.3.4 Tipos y modelos de mantenimiento	17
2.3.5 Tipos de mantenimiento	18
2.3.6 Indicadores del mantenimiento	21
2.3.7 El análisis modal de fallos y efectos (AMFE).....	22
2.3.8 Tipos deAMFE	24

2.3.9	Metodología	25
2.3.10	Identificación del modo de fallo.....	25
2.4	Clasificación de los equipos existentes en el patio automotriz del GADM Santiago de Píllaro.	26
2.4.1	Tipos de maquinaria y vehículos existentes en el patio automotriz del GADM Santiago de Píllaro	27
2.5	Inventario técnico de la maquinaria pesada y vehículos livianos delGADM Santiago de Píllaro	27
2.6	Programa de mantenimiento.....	28
2.6.1	Evolución de la tasa de fallos a lo largo del tiempo.....	28
2.6.2	Juventud o zona de mortandad infantil.	29
2.6.3	Madurez o periodo de vida útil.	29
2.6.4	Envejecimiento o desgaste	29
CAPITULO III.....		30
3	DISEÑO DEL PROYECTO	30
3.1	Selección de alternativas	30
3.2	Fichas técnicas de la maquinaria y vehículos del GADM Santiago de Píllaro	31
3.3	Datos técnicos de libre configuración:	31
3.4	Sistemas y subsistemas.....	43
3.4.1	Cálculo del Tiempos.....	110
3.5	Interpretación de la curva de la bañera.....	116
3.5.1	Curva de la bañera del tractor de oruga Caterpillar Nxl-D5	116
3.5.2	Curva de la bañera de la cargadora Hyundai HL 757-7	117
3.5.3	Curva de la bañera de la retro excavadora Caterpillar 416 E.....	118
3.5.4	Curva de la bañera de la motoniveladora Caterpillar 140K.....	119
3.5.5	Curva de la bañera de la excavadora hidráulica Caterpillar 320C	120
3.5.6	Curva de la bañera de la minicargadora Caterpillar 246B	121
3.5.7	Curva de la bañera del rodillo Caterpillar CS533E.....	122
3.5.8	Curva de la bañera de la volqueta HINOUGH TMA-1109	123
3.5.9	Curva de la bañera de la camioneta Mazda B2600 DC FULL 4X4.....	124
3.5.10	Curva de la bañera del Jeep Toyota Land-Crusier Prado.....	125
3.5.11	Curva de la bañera del recolector HINO-GH.....	126

3.6	Calculo o modelo operativo mediante el análisis AMFE.....	127
3.7	“Elaboración del Programa de Mantenimiento para el GADM Santiago de Píllaro”.....	217
3.7.1	Comenzando el programa GanttProject	218
3.7.2	Proyecto → Nuevo	218
3.7.3	Nuevo proyecto [configuraciones]	218
3.7.4	Editar las configuraciones básicas.....	220
3.7.5	Recursos	220
3.7.6	Crear Tareas	221
3.7.7	Asignación de recursos a las maquinarias.....	223
3.7.8	Configuración de inicio de la tarea y duración de ella.....	225
3.7.9	Exportación del proyecto	226
	CAPITULO IV.....	230
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	230
4.1	Conclusiones	230
4.2	Recomendaciones.....	231
	Bibliografía	232

INDICE DE TABLAS

Tabla 1:Hoja estructurada de guía AMFE	23
Tabla 2:Escala de valorización para la Matriz AMFE	26
Tabla 3:Inventario técnico de la maquinaria pesada y vehículos livianos del GADM Santiago de Píllaro.	27
Tabla 4:Continuación inventario técnico de la maquinaria pesada y vehículos livianos del GADM Santiago de Píllaro.....	28
Tabla 5:Cálculo de tiempo medio entre fallos, tiempo medio de reparación, tasa de fallos, fiabilidad, disponibilidad.....	30
Tabla 6: Ficha técnica Tractor de orugas Caterpillar.	32
Tabla 7:Ficha técnica excavadora Caterpillar.	33
Tabla 8:Ficha técnica cargadora frontal Caterpillar.....	34
Tabla 9:Ficha técnica retroexcavadora cargadora Caterpillar.....	35
Tabla 10:Ficha técnica motoniveladora Caterpillar	36
Tabla 11:Ficha técnica rodillo Caterpillar.....	37
Tabla 12:Ficha técnica minicargadora Caterpillar	38
Tabla 13:Ficha técnica camión recolector HINO GH8.....	39
Tabla 14:Ficha técnica camioneta Mazda.	40
Tabla 15:Ficha técnica automóvil Jeep Toyota.....	41
Tabla 16:Ficha técnica volqueta HINO GH8.....	42
Tabla 17:Función de los componentes del sistema hidráulico del tractor de orugas	43
Tabla 18:Función de los componentes del sistema de trasmisión del tractor de orugas	44
Tabla 19:Función de los componentes del sistema de carga del tractor de orugas.	44

Tabla 20:Función de los componentes del sistema eléctrico del tractor de orugas.	45
Tabla 21:Función de los componentes del sistema de frenado del tractor de orugas.	45
Tabla 22:Función de los componentes del sistema de dirección del tractor de orugas.	46
Tabla 23:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de distribución del tractor de orugas.	46
Tabla 24:Función de los componentes del sistema del motor, del tractor de orugas.	47
Tabla 25:Función de los componentes del sistema motor subsistema de refrigeración del tractor de orugas.	47
Tabla 26:Función de los componentes del sistema del motor subsistema mecánico del tractor de orugas.	48
Tabla 27:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de lubricación del tractor de orugas.	49
Tabla 28:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de admisión del tractor de orugas.	49
Tabla 29:Función de los componentes del sistema hidráulico de la excavadora. .	50
Tabla 30:Función de los componentes del sistema de lubricación de la excavadora.....	51
Tabla 31:Función de los componentes del sistema de enfriamiento de la excavadora.....	51
Tabla 32:Función de los componentes del sistema de tren de rodaje de la excavadora.....	52
Tabla 33:Función de los componentes del sistema de admisión y escape de la excavadora.....	52
Tabla 34:Funciones de los componentes del sistema de alimentación de combustible de la excavadora	53

Tabla 35:Función de los componentes del sistema eléctrico y arranque de la excavadora.....	53
Tabla 36:Funciones de los componentes del sistema de frenos de la excavadora.	54
Tabla 37:Función de los componentes del sistema de dirección de la excavadora	54
Tabla 38:Función de los componentes del sistema motor de la excavadora.....	55
Tabla 39: Función de los componentes del sistema de transmisión de la cargadora frontal	56
Tabla 40:Funciones del sistema eléctrico de la cargadora frontal.	57
Tabla 41:Funciones del sistema de frenos de la cargadora frontal.	57
Tabla 42:Continuación funciones del sistema de frenos de la cargadora frontal..	58
Tabla 43:Funciones del sistema hidráulico de la cargadora frontal.....	58
Tabla 44:Continuación funciones del sistema hidráulico de la cargadora frontal.	59
Tabla 45:Funciones del sistema de suspensión de la cargadora frontal.....	59
Tabla 46:Funciones del sistema de enfriamiento de la cargadora frontal.....	60
Tabla 47:Funciones del sistema del motor subsistema de alimentación de combustible de la cargadora.....	60
Tabla 48:Funciones del sistema del motor subsistema de distribución de la cargadora.....	61
Tabla 49:Funciones del sistema del motor subsistema de refrigeración de la cargadora.....	61
Tabla 50:Funciones del sistema del motor subsistema de admisión de la cargadora.....	62
Tabla 51:Funciones del sistema del motor subsistema de lubricación de la cargadora.....	62
Tabla 52:Funciones del sistema del motor subsistema mecánico de la cargadora.....	63

Tabla 53:Función de los componentes del sistema eléctrico de la motoniveladora	64
Tabla 54:Función de los componentes del sistema de frenos de la motoniveladora	65
Tabla 55:Función de los componentes del sistema hidráulico de la motoniveladora	65
Tabla 56:Continuación función de los componentes del sistema hidráulico de la motoniveladora.....	66
Tabla 57:Función de los componentes del sistema de transmisión de la motoniveladora.....	66
Tabla 58:Función de los componentes del sistema de enfriamiento de la motoniveladora.....	67
Tabla 59:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de distribución de la motoniveladora.....	67
Tabla 60:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de alimentación de combustible de la motoniveladora.....	68
Tabla61:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de refrigeración de la motoniveladora	68
Tabla62:De los componentes del sistema del motor subsistema de admisión de la motoniveladora.....	69
Tabla63:Función de los componentes del sistema del motor subsistema mecánico de la motoniveladora	69
Tabla 64:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de lubricación de la motoniveladora	70
Tabla 65:Función de los componentes del sistema del tren de rodaje de la retroexcavadora.....	70
Tabla 66:Función de los componentes del sistema del lubricación de la retroexcavadora.....	71

Tabla 67:Función de los componentes del sistema de admisión y escape de la retroexcavadora.....	71
Tabla 68:Función de los componentes del sistema de enfriamiento de la retroexcavadora.....	72
Tabla 69:Función de los componentes del sistema de alimentación de combustible de la retroexcavadora.	72
Tabla 70:Función de los componentes del sistema de frenos de la retroexcavadora	73
Tabla 71:Función de los componentes del sistema eléctrico de la retroexcavadora	73
Tabla 72:Función de los componentes del sistema de dirección de la retroexcavadora.....	74
Tabla 73:Función de los componentes del sistema motor de la retroexcavadora .	74
Tabla 74: Función de los componentes del sistema hidráulico de la retroexcavadora.....	75
Tabla 75:Función de los componentes del sistema eléctrico de la minicargadora	76
Tabla 76:Función de los componentes del sistema hidráulico de la minicargadora.....	77
Tabla 77:Función de los componentes del sistema de transmisión de la minicargadora.....	78
Tabla 78:Función de los componentes del sistema de frenos de la minicargadora	78
Tabla 79:Función de los componentes del sistema de enfriamiento de la minicargadora.....	79
Tabla 80:Función de los componentes del sistema motor subsistema de admisión de la minicargadora.	79
Tabla 81:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de alimentación de combustible de la minicargadora.	80

Tabla 82:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de distribución de la minicargadora.....	80
Tabla 83:Función de los componentes del sistema del motor subsistema mecánico de la minicargadora.....	81
Tabla 84:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de refrigeración de la minicargadora.....	81
Tabla 85:Continuación función de los componentes del sistema del motor subsistema de refrigeración de la minicargadora.....	82
Tabla 86:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de lubricación de la minicargadora.....	82
Tabla 87: Función de los componentes del sistema hidráulico de la volqueta.	83
Tabla 88:Función de los componentes del sistema de transmisión de la volqueta.....	84
Tabla 89:Función de los componentes del sistema de suspensión de la volqueta.	84
Tabla 90:Función de los componentes del sistema eléctrico de la volqueta.....	85
Tabla 91:Función de los componentes del sistema de dirección de la volqueta...	85
Tabla 92:Función de los componentes del sistema de frenos de la volqueta.....	86
Tabla 93:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de lubricación de la volqueta.....	86
Tabla 94:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de alimentación de combustible de la volqueta.....	87
Tabla 95:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de refrigeración de la volqueta.....	87
Tabla 96:Función de los componentes del sistema del motor subsistema mecánico de la volqueta.....	88
Tabla 97:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de admisión de la volqueta.....	89

Tabla 98:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de distribución de la volqueta.	89
Tabla 99:Función de los componentes del sistema hidráulico del rodillo compactador.	90
Tabla 100:Funciones del sistema eléctrico del rodillo compactador.	91
Tabla 101:Función de los componentes del sistema de transmisión del rodillo compactador.	92
Tabla 102:Función de los componentes del sistema de frenos del rodillo compactador.	92
Tabla 103:Continuación función de los componentes del sistema de frenos del rodillo compactador.	93
Tabla 104:Funciones del sistema de suspensión del rodillo compactador.....	93
Tabla 105:Funciones del sistema de enfriamiento del rodillo compactador.....	94
Tabla 106:Función de los componentes del sistema vibratorio del rodillo compactador.	94
Tabla 107:Función de los componentes del sistema de admisión y escape del rodillo compactador.	95
Tabla 108:Función de los componentes del sistema motor subsistema mecánico del rodillo compactador.....	95
Tabla 109:Función de los componentes del sistema motor subsistema de admisión del rodillo compactador.....	96
Tabla 110:Función de los componentes del sistema motor subsistema de lubricación del rodillo compactador.....	96
Tabla 111:Función de los componentes del sistema motor subsistema de distribución del rodillo compactador	97
Tabla 112:Función de los componentes del sistema motor subsistema de refrigeración del rodillo compactador.....	97
Tabla 113:Función de los componentes del sistema de frenos del camión recolector de basura.....	98

Tabla 114:Función de los componentes del sistema de transmisión del camión recolector de basura.....	99
Tabla 115:Función de los componentes del sistema eléctrico del camión recolector de basura.....	99
Tabla 116:Función de los componentes del sistema de compactación del camión recolector de basura.....	100
Tabla 117:Función de los componentes del sistema hidráulico del camión recolector de basura.....	100
Tabla 118:Continuación función de los componentes del sistema hidráulico del camión recolector de basura.....	101
Tabla 119:Función de los componentes del sistema de suspensión del camión recolector de basura.....	101
Tabla 120:Función de los componentes del sistema de dirección del camión recolector de basura.....	101
Tabla 121:Función de los componentes del sistema de lubricación del camión recolector de basura.....	102
Tabla 122:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de refrigeración del camión recolector de basura.	102
Tabla 123:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de alimentación de combustible del camión recolector de basura.....	103
Tabla 124:Función de los componentes del sistema del motor subsistema mecánico del camión recolector de basura.....	103
Tabla 125:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de admisión del camión recolector de basura.	104
Tabla 126:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de distribución del camión recolector de basura.....	104
Tabla 127:Función de los componentes del sistema eléctrico del vehículo.....	105
Tabla 128:Función de los componentes del sistema de transmisión del vehículo.	106

Tabla 129:Función de los componentes del sistema de dirección del vehículo..	106
Tabla 130:Función de los componentes del sistema de suspensión del vehículo.	107
Tabla 131:Función de los componentes del sistema de frenos del vehículo.....	107
Tabla 132:Continuación función de los componentes del sistema de frenos del vehículo.....	108
Tabla 133:Función de los componentes del sistema motor subsistema de distribución del vehículo.....	108
Tabla 134:Función de los componentes del sistema motor subsistema de lubricación del vehículo.....	109
Tabla 135:Función de los componentes del sistema motor subsistema de encendido del vehículo.....	109
Tabla 136:Función de los componentes del sistema motor subsistema mecánico del vehículo.....	110
Tabla 137:Cálculo de tiempos en horas del tractor de oruga CATERPILLAR NXL-D5	110
Tabla 138:Cálculo de tiempos en horas de la cargadora frontal HYUNDAI HL 757-7	111
Tabla 139: Cálculo de tiempos en horas de la retro excavadora CATERPILLAR 416 E	111
Tabla 140:Cálculo de tiempos en horas de la motoniveladora CATERPILLAR 140K.....	112
Tabla 141:Cálculo de tiempos en horas de la excavadora hidráulica	112
Tabla 142:Cálculo de tiempos en horas de la mini cargadora	113
Tabla 143:Cálculo de tiempos en horas del rodillo CATERPILLAR CS533E ..	113
Tabla 144:Cálculo de tiempos en horas de la volqueta HINO GH TMA-1109.	114
Tabla 145:Cálculo de tiempos en horas de la camioneta MAZDA B2600 DC FULL 4X4 placas TEC-0022	114

Tabla 146:Cálculo de tiempos en horas del JEEP TOYOTA LAND-CRUSIER PRADO placas TEC-0023	115
Tabla 147:Cálculo de tiempos en horas del recolector HINO-GH TMA-1104..	115
Tabla 148:Análisis AMFE del sistema hidráulico del tractor de orugas	129
Tabla 149:Análisis AMFE del sistema de transmisión del tractor de orugas	130
Tabla 150:Análisis AMFE del sistema eléctrico del tractor de orugas	131
Tabla 151:Análisis AMFE del sistema de frenos del tractor de orugas	132
Tabla 152:Análisis AMFE del sistema de dirección del tractor de orugas	133
Tabla 153:Análisis AMFE del sistema motor subsistema de distribución del tractor de orugas	134
Tabla 154:Análisis AMFE del sistema motor subsistema de alimentación de combustible del tractor de orugas	135
Tabla 155:Análisis AMFE del sistema motor subsistema de refrigeración del tractor de orugas	136
Tabla 156:Análisis AMFE del sistema motor subsistema mecánico del tractor de orugas	137
Tabla 157:Análisis AMFE del sistema motor subsistema de admisión del tractor de orugas	138
Tabla 158:Análisis AMFE del sistema hidráulico de la excavadora	139
Tabla 159:Análisis AMFE del sistema de tren de rodaje de la excavadora.....	140
Tabla 160:Análisis AMFE del sistema motor subsistema de alimentación de combustible de la excavadora	141
Tabla 161:Análisis AMFE del sistema eléctrico de la excavadora.....	142
Tabla 162:Análisis AMFE del sistema de frenos de la excavadora.....	143
Tabla 163:Análisis AMFE del sistema de dirección de la excavadora.....	144
Tabla 164:Análisis AMFE del sistema motor subsistema mecánico de la excavadora.....	145

Tabla 165:Análisis AMFE del sistema motor subsistema de lubricación de la excavadora.....	146
Tabla 166:Análisis AMFE del sistema motor subsistema de admisión de la excavadora.....	147
Tabla 167:Análisis AMFE del sistemas de transmisión de la cargadora frontal	148
Tabla 168:Análisis AMFE del sistemas eléctrico de la cargadora frontal	149
Tabla 169:Análisis AMFE del sistema de frenos de la cargadora frontal.....	150
Tabla 170:Análisis AMFE del sistema hidráulico de la cargadora frontal	151
Tabla 171:Análisis AMFE del sistema de suspensión de la cargadora frontal...	152
Tabla 172:Análisis AMFE del sistema de enfriamiento de la cargadora frontal	153
Tabla 173:Análisis AMFE del sistema motor subsistema de alimentación de combustible de la cargadora frontal	154
Tabla 174:Análisis AMFE del sistema motor subsistema de distribución de la cargadora frontal	155
Tabla 175:Análisis AMFE del sistema motor subsistema de refrigeración de la cargadora frontal	156
Tabla 176:Análisis AMFE del sistema motor subsistema de admisión de la cargadora frontal	157
Tabla 177:Análisis AMFE del sistema motor de del subsistema de lubricación de la cargadora frontal	158
Tabla 178:Análisis AMFE del sistema eléctrico de la motoniveladora.....	159
Tabla 179:Análisis AMFE del sistema de frenos de la motoniveladora.....	160
Tabla 180:Análisis AMFE del sistema hidráulico de la motoniveladora	161
Tabla 181:Análisis AMFE del sistema de transmisión de la motoniveladora	162
Tabla 182:Análisis AMFE del sistema motor subsistema de distribución de la motoniveladora.....	163
Tabla 183:Análisis AMFE del sistema motor subsistema de alimentación de combustible de la motoniveladora	164

Tabla 184:Análisis AMFE del sistema motor subsistema de refrigeración de la motoniveladora.....	165
Tabla 185:Análisis AMFE del sistema motor subsistema de admisión de la motoniveladora.....	166
Tabla 186: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de lubricación de la motoniveladora.....	167
Tabla 187:Análisis AMFE del sistema del tren de rodaje de la retroexcavadora	168
Tabla 188:Análisis AMFE del sistema de lubricación de la retroexcavadora	169
Tabla 189:Análisis AMFE del sistema de admisión y escape de la retroexcavadora.....	170
Tabla 190:Análisis AMFE del sistema de enfriamiento de la retroexcavadora..	171
Tabla 191:Análisis AMFE del sistema de alimentación de combustible de la retroexcavadora	172
Tabla 192:Análisis AMFE del sistema de frenos de la retroexcavadora	173
Tabla 193:Análisis AMFE del sistema eléctrico de la retroexcavadora	174
Tabla 194:Análisis AMFE del sistema de dirección de la retroexcavadora	175
Tabla 195:Análisis AMFE del sistema del motor de la retroexcavadora.....	176
Tabla 196:Análisis AMFE del sistema hidráulico de la retroexcavadora.....	177
Tabla 197:Análisis AMFE del sistema eléctrico de la minicargadora.....	178
Tabla 198:Análisis AMFE del sistema hidráulico de la minicargadora	179
Tabla 199:Análisis AMFE del sistema de transmisión de la minicargadora	180
Tabla 200:Análisis AMFE del sistema de frenos de la minicargadora.....	181
Tabla 201:Análisis AMFE del sistema de enfriamiento de la minicargadora	182
Tabla 202:Análisis AMFE del sistema motor subsistema de admisión de la minicargadora.....	183
Tabla 203:Análisis AMFE del sistema motor subsistema de alimentación de combustible de la minicargadora	184

Tabla 204:Análisis AMFE del sistema motor subsistema de distribución de la minicargadora.....	185
Tabla 205:Análisis AMFE del sistema motor subsistema mecánico de la minicargadora.....	186
Tabla 206:Análisis AMFE del sistema motor subsistema de lubricación de la minicargadora.....	187
Tabla 207:Análisis AMFE del sistemas hidráulico del rodillo compactador	188
Tabla 208:Análisis AMFE del sistemas eléctrico del rodillo compactador.....	189
Tabla 209:Análisis AMFE del sistemas de frenos del rodillo compactador.....	190
Tabla 210:Análisis AMFE del sistemas de admisión y escape del rodillo compactador	191
Tabla 211:Análisis AMFE del sistemas motor subsistema mecánico del rodillo compactador	192
Tabla 212:Análisis AMFE del sistemas motor subsistema de lubricación del rodillo compactador	193
Tabla 213:Análisis AMFE del sistemas motor subsistema de distribución del rodillo compactador	194
Tabla 214:Análisis AMFE del sistemas motor subsistema de refrigeración del rodillo compactador	195
Tabla 215:Análisis AMFE del sistemas motor subsistema de alimentación de combustible del rodillo compactador	196
Tabla 216:Análisis AMFE del sistema hidráulico de la volqueta.....	197
Tabla 217:Análisis AMFE del sistema de transmisión de la volqueta	198
Tabla 218:Análisis AMFE del sistema de suspensión de la volqueta.....	199
Tabla 219:Análisis AMFE del sistema eléctrico de la volqueta	200
Tabla 220:Análisis AMFE del sistema de dirección de la volqueta	201
Tabla 221:Análisis AMFE del sistema de frenos de la volqueta	202

Tabla 222:Análisis AMFE del sistema motor subsistema de lubricación de la volqueta.....	203
Tabla 223:Análisis AMFE del sistema motor subsistema de alimentación de combustible de la volqueta.....	204
Tabla 224:Análisis AMFE del sistema motor subsistema de refrigeración de la volqueta.....	205
Tabla 225:Análisis AMFE del sistema motor subsistema mecánico de la volqueta	206
Tabla 226:Análisis AMFE del sistema motor subsistema de admisión de la volqueta.....	207
Tabla 227:Análisis AMFE del sistema motor subsistema de distribución de la volqueta.....	208
Tabla 228:Análisis AMFE del sistema eléctrico de la camioneta.....	209
Tabla 229:Análisis AMFE del sistema de transmisión de la camioneta.....	210
Tabla 230:Análisis AMFE del sistema de dirección de la camioneta.....	211
Tabla 231:Análisis AMFE del sistema de suspensión de la camioneta.....	212
Tabla 232:Análisis AMFE del sistema de frenos de la camioneta.....	213
Tabla 233:Análisis AMFE del sistema motor subsistema de distribución de la camioneta	214
Tabla 234:Análisis AMFE del sistema motor subsistema de lubricación de la camioneta	215
Tabla 235:Análisis AMFE del sistema motor subsistema de refrigeración de la camioneta	216

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Curva de la bañera	29
Figura 2:Curva de la bañera; tiempo en (meses) vs tasa de fallos del tractor de oruga Caterpillar Nxl-D5	116
Figura 3:Curva de la bañera; tasa de fallos vs TMEF del tractor de oruga.....	116
Figura 4:Curva de la bañera; tasa de tiempo en (meses) vs tasa de fallos de la cargadora	117
Figura 5:Curva de la bañera; tasa de fallos vs TMEF de la cargadora	117
Figura 6:Curva de la bañera; tiempo en (meses) vs tasa de fallos de la retroexcavadora Caterpillar 416 E	118
Figura 7:Curva de la bañera; tasa de fallos vs TMEF de la retroexcavadora ...	118
Figura 8:Curva de la bañera; tiempo en (meses) vs tasa de fallos de la motoniveladora Caterpillar 140K.....	119
Figura 9:Curva de la bañera; tasa de fallos vs TMEF de la motoniveladora Caterpillar 140K.....	119
Figura 10:Curva de la bañera; tiempo en (meses) vs tasa de fallos de la excavadora hidráulica Caterpillar 320C.....	120
Figura 11:Curva de la bañera; tasa de fallos vs TMEF de la excavadora hidráulica	120
Figura 12:Curva de la bañera; tiempo en (meses) vs tasa de fallos de la minicargadora Caterpillar 246B.....	121
Figura 13:Curvade la bañera; tasa de fallos vs TMEF de la minicargadora Caterpillar 246B	121
Figura 14:Curva de la bañera; tiempo en (meses) vs tasa de fallos Rodillo	122
Figura 15:Curva de la bañera; tasa de fallos vs TMEF del rodillo Caterpillar CS533E	122
Figura 16:Curva de la bañera; tiempo en (meses) vs tasa de fallos de la volqueta HINOGH TMA-1109.....	123

Figura 17:Curva de la bañera; tasa de fallos vs TMEF de la volqueta HINOGH123	
Figura 18:Curva de la bañera; tiempo en (meses) vs tasa de fallos de la camioneta Mazda B2600 DC FULL 4X4.....	124
Figura 19:Curva de la bañera; tasa de fallos vs TMEF de la camioneta Mazda B2600 DC FULL 4X4.....	124
Figura 20:Curva de la bañera; tiempo en (meses) vs tasa de fallos del Jeep TOYOTA Land-Crusier Prado.....	125
Figura 21:Curva de la bañera; tasa de fallos vs TMEF del Jeep TOYOTA Land-Crusier Prado.....	125
Figura 22: Curva de la bañera; tiempo en (meses) vs tasa de fallos recolector .	126
Figura 23:Curva de la bañera; tasa de fallos vs TMEF recolector	126
Figura 24:Nuevo Proyecto	218
Figura 25:Datos en el submenú General	218
Figura 26:Calendario de Proyecto.....	219
Figura 27:Funciones de los recursos	219
Figura 28:Configuración del diagrama de Gantt.....	220
Figura 29:Selección de nuevo recurso.	220
Figura 30:Asignación de Recursos	221
Figura 31:Nueva tarea	221
Figura 32:Indentar tarea	222
Figura 33:Propiedades de la Maquinaria modo visualización	223
Figura 34:Jerarquización del Proyecto.....	223
Figura 35:Propiedades de tarea	224
Figura 36:Asignación de recursos	224
Figura 37:Agregar fecha de Inicio de la tarea	225
Figura 38:Diagrama de Gantt contraído.....	226
Figura 39:Recursos Asignados.....	226

Figura 40:Exportar	227
Figura 41:Configuración de exportación	227
Figura 42:Información de exportación de archivos	228
Figura 43:Plan total de mantenimiento para el GADM Santiago de Píllaro.....	229

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

TEMA: IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA PESADA Y VEHÍCULOS LIVIANOS DEL GADM SANTIAGO DE PÍLLARO APLICANDO UN SOFTWARE LIBRE.

AUTOR: Mario Gustavo Vasco Robayo

TUTOR: Ing. Mg. Christian Castro

RESUMEN EJECUTIVO

La importancia de la presente investigación radica en la necesidad de tener un control adecuado de la maquinaria y vehículos del GADM Santiago de Píllaro el cual facilite el control y mantenimiento preventivo, permitiendo detectar posibles fallas y defectos de la maquinaria en las etapas incipientes para evitar que los fallos, ocasionen paros de emergencia y tiempos muertos, causando impacto financiero negativo.

Se realizó el levantamiento de información de la maquinaria pesada y vehículos livianos el cual nos permitió realizar el inventario y fichas técnicas las cuales nos brindan datos relevantes de cada una de las maquinas existentes en el patio automotriz, además se realizó el análisis modal AMFE el cual nos permite determinar cuáles son los elementos más propensos a sufrir daños y averías los mismos que serán reemplazados. Por otra parte también se analizó los tiempos (TMEF) tiempo medio entre fallos, TMR tiempo medio de reparación, (λ) la tasa de fallos (TO) tiempo de operación, (μ) fiabilidad, disponibilidad (D) la cual nos permitió realizar la curva de la bañera, la que nos facilita observar el comportamiento de los sucesos de fallo en un tiempo determinado de cada una de las máquinas, los mismos que sirven para determinar el estado actual en que se encuentra la maquinaria pesada y vehículos livianos del GADM Santiago de Píllaro. Para facilitar el mantenimiento se implementó un programa de apoyo el cual se realizó en software libre.

CAPÍTULO I

1 EL PROBLEMA

1.1 Tema

IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LA MAQUINARIA PESADA Y VEHÍCULOS LIVIANOS DEL GADM SANTIAGO DE PÍLLARO APLICANDO UN SOFTWARE LIBRE.

1.1.1 Antecedentes

Antecedentes Micro

AILLÓN MAROTO EDISON GONZALO (2016) realizó una investigación mediante el tema: IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA PESADA Y VEHÍCULOS LIVIANOS DEL GADM DE PELILEO. La importancia del mantenimiento radica en que la institución requiere un control ordenado para el mantenimiento general de los vehículos y maquinaria pesada.

Objetivos:

- Identificar los problemas más frecuentes que se han presentado en la maquinaria pesada, vehículos livianos, así como también determinar su tasa de fallos.
- Determinar el tipo de maquinaria y de vehículos livianos que resulten más propensos a sufrir fallos mediante el método AMFE.
- Determinar cuáles son las partes más frecuentes a ser reemplazadas en la maquinaria pesada y vehículos livianos.

JONATHAN JAVIER NINACURITENEMAZA realizo una investigación mediante el tema: ANÁLISIS DE MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA PESADA DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN PASTAZA Y SU INCIDENCIA EN LA DISPONIBILIDAD

El mantenimiento en la maquinaria tiene como objetivo conservar en las mejores condiciones de funcionamiento, con un muy buen nivel de disponibilidad, calidad y al menor costo posible.

Objetivos:

- Determinar el tipo de mantenimiento actual de la maquinaria pesada del GADMC Pastaza.
- Establecer los problemas más comunes de trabajo de la maquinaria.
- Determinar las principales fallas que se presentan en la maquinaria pesada del GADMC Pastaza.

CRISTHIAN OMAR CARRIÓN ERAS (2015) realizo una investigación mediante el tema: ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE MÁQUINAS, EQUIPOS Y SISTEMAS Y SU INFLUENCIA EN LA FIABILIDAD EN LA FLORÍCOLA LA ROSALEDA S.A. EN LA PROVINCIA DE COTOPAXI. La principal razón de realización de este proyecto es conocer y analizar el estado actual de máquinas, equipos y sistemas en la Florícola La Rosaleda S.A., para la elaboración del plan de mantenimiento que atribuya confiabilidad, disponibilidad, veracidad y certeza del funcionamiento de los mismos

Objetivos:

- Realizar una investigación de campo para identificar las condiciones de trabajo y establecer los cuidados que se deben dar a los mismos.
- Evaluar las condiciones actuales de máquinas, equipos y sistemas para implementar procesos de fiabilidad en la florícola.

- Determinar cuáles son los principales inconvenientes en máquinas, equipos y sistemas para aplicar diferentes alternativas de solución a los problemas.
- Analizar la funcionalidad y operación de máquinas equipos y sistemas para mejorar su rendimiento.

SÁNCHEZ ROJAS, SANTIAGO EDUARDO. (2014), realizo su investigación bajo el tema ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DE LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Y SU INCIDENCIA EN LA FIABILIDAD. La historia y evolución del mantenimiento a través del tiempo, donde se ha elaborado un plan de mantenimiento para las máquinas y equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, para medir la confiabilidad de las máquinas y equipos.

Objetivos:

- Determinar los parámetros de diseño y de trabajo de las máquinas y equipos de los laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura para establecer las mejores condiciones de cuidado que se deben dar a los mismos.
- Analizar la funcionalidad y operación de los equipos y máquinas de los laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura para establecer la disponibilidad de los mismos.
- Determinar cuáles son los principales inconvenientes que se presentan en las máquinas y equipos de laboratorio de Materiales y Taller de Soldadura para establecer una alternativa de solución a los problemas.
- Evaluar los principales inconvenientes de las máquinas y equipos de laboratorio de Materiales y Taller de Soldadura para implementar un mecanismo que permita mejorar su fiabilidad.

Antecedentes Meso

JERSON JAIR RIERA CHÁVEZ (2012) realizó una investigación bajo el tema “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL ASISTIDO POR COMPUTADOR PARA LA EMPRESA CUBIERTAS DEL ECUADOR KUBIEC S.A. EN LA PLANTA ESTHELA”. El diseño y mantenimiento industrial preventivo y correctivo, son la base para garantizar la disponibilidad y eficiencia de las maquinarias de una planta industrial, esto influye directamente en la calidad y costos de los productos que allí se elaboran.

Objetivos:

- Levantar un inventario técnico de todas las máquinas y sus respectivas partes.
- Estructurar procedimientos de mantenimiento de los equipos y maquinaria de la planta industrial ESTHELA.
- Diseñar y desarrollar una aplicación de un software para administrar el mantenimiento.
- Capacitar al personal de operadores en las actividades de mantenimiento.

Antecedentes Macro

DIEGO RENÉ MEDRANO PILATAXI, BYRON JAVIER VEGA GAONA realizaron su investigación bajo el tema “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN INTEGRAL DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE LAS MÁQUINAS DEL LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA DE LA ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO. Se aplican diferentes métodos de fallas como son: el AMFE (Análisis Modal de Fallas y Efectos) y Análisis de Criticidad, con los cuales se encontró que las Máquinas y Equipos tienen diferentes complicaciones tanto en su estado físico como en su estado operacional.

Además de estos métodos aplicados se calculó la mantenibilidad y disponibilidad que fue necesario para encontrar el índice de fiabilidad que presentan los laboratorios estudiados. Por los resultados encontrados se propone realizar un plan de mantenimiento, el cual ayudará a la conservación y mejora de las Máquinas y Equipos.

Objetivos:

- Planificar y ejecutar la reparación de las máquinas y equipos que se encuentran actualmente fuera de servicio siempre y cuando no se requiere mantenimiento especializado y externo.
- Diseñar, organizar e implementar el plan de mantenimiento integral apoyado por el ordenador que garantice la mayor disponibilidad y extensión de la vida útil de la maquinaria, equipos e instalación del laboratorio
- Realizar la nueva distribución de la planta de equipos y máquinas y diseñar una futura ampliación del laboratorio

ABARCA SIGCHO DIEGO FERNANDO, IGLESIAS VASCO FRANCISCO JAVIER realizaron una investigación bajo el tema: ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE TERMOGRAFÍA INDUSTRIAL EN LOS MOTORES ELÉCTRICOS DE LA PLANTA DE EUROLIT EN LA EMPRESA TUBASEC C.A. Hoy en día toda organización y/o empresa ya sea de servicios o de producción deben realizar gestiones adecuadas para recopilar de mejor manera el mercado a través del tiempo para así obtener una rentabilidad en la misma.

Objetivos:

- Conocer y manejar el equipo de inspección adecuadamente estableciendo métodos y técnicas de prueba.
- Preparar fichas de datos técnicos de los motores eléctricos de la planta de Eurolit.

- Diseñar un procedimiento adecuado para realizar inspecciones termográficas y dar parámetros de las variaciones de temperatura.
- Interpretar, analizar y evaluar resultados con respecto a códigos y especificaciones aplicables para definir la existencia de variaciones de temperatura en motores eléctricos de la planta de Eurolit.

1.2 Justificación

El mantenimiento es la serie de acciones que se toman y las técnicas que se aplican con el objetivo de detectar posibles fallas y defectos de maquinaria en las etapas incipientes para evitar que las fallas se manifiesten en una falla más grande durante la operación, evitando que ocasionen paros de emergencia y tiempos muertos, causando impacto financiero negativo, por ello el desarrollo del proyecto se justifica debido a la necesidad del manejo técnico, de la maquinaria pesada y los vehículos livianos en un estado adecuado de funcionamiento y de disponibilidad.

El listado de maquinaria y vehículos es necesario debido a que se necesita conocer las características de las máquinas que existen.

El proyecto es factible, en cuanto al costo y la institución cuenta con servicio de internet y de información para el desarrollo de la investigación del plan de mantenimiento preventivo, además de contar con un taller destinado exclusivamente al mantenimiento de la maquinaria y los vehículos, lo cual facilita en gran manera el estudio y el desarrollo del proyecto.

La necesidad de que la maquinaria se encuentre en condiciones óptimas es fundamental para el desarrollo de las actividades de la institución.

1.3 Objetivo General:

Implementar un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada y vehículos livianos del GADM Santiago de Píllaro aplicando un software libre.

1.4 Objetivos Específicos:

- Realizar un inventario apropiado para la maquinaria pesada y vehículos livianos existentes en el GADM Santiago de Pillaro.
- Evaluar el estado actual en el que se encuentra la maquinaria pesada, y vehículos livianos del GADM Santiago de Pillaro mediante el cálculo de la disponibilidad y fiabilidad de cada una de los mismos.
- Determinar mediante la elaboración del método AMFE, cuáles son los elementos mecánicos más propensos a ser reemplazados en la maquinaria pesada y vehículos livianos del GADM Santiago de Pillaro.
- Implementar un software libre para procesos de mantenimiento para la maquinaria pesada y vehículos livianos del GADM Santiago de Pillaro.
- Determinar la tasa de fallos actuales en la maquinaria pesada y vehículos livianos del GADM Santiago de Pillaro.
- Plantear una propuesta para mejorar la tasa de fallos en la maquinaria pesada y vehículos livianos del GADM Santiago de Pillaro

CAPITULO II

2 FUNDAMENTACIÓN

2.1 Investigaciones Previas

2.1.1 Investigaciones Micro

AILLÓN MAROTO EDISON GONZALO (2016) realizo una investigación mediante el tema: IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA PESADA Y VEHICULOS LIVIANOS DEL GADM DE PELILEO. La importancia del mantenimiento radica en que la institución requiere un control ordenado para el mantenimiento general de los vehículos y maquinaria pesada

Conclusiones:

- Se ha concluido que la tasa de fallos que posee la maquinaria y vehículos en promedio es de 0.038 fallos/mes lo cual representa que la maquinaria está en un estado en el cual se necesita realizar un mantenimiento preventivo para seguir alargado la vida útil de todos los equipos del patio automotriz del GAD de Pelileo.
- Luego de desarrollar un estudio de los parámetros de mantenimiento de la maquinaria pesada y vehículos livianos del GAD de Pelileo, se concluye que la disponibilidad promedio de todo el patio automotriz del GAD de Pelileo es aproximadamente de un 87.49%,ya que el mínimo valor de disponibilidad se localizó en la volqueta Kodiak #3 con un porcentaje de disponibilidad de 65.64%,mientras que el porcentaje máximo de disponibilidad lo posee el tractor agrícola con un porcentaje del 97.45% de disponibilidad..

JONATHAN JAVIER NINACURI TENEMAZA realizo una investigación mediante el tema: ANÁLISIS DE MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA PESADA DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO

MUNICIPAL DEL CANTÓN PASTAZA Y SU INCIDENCIA EN LA DISPONIBILIDAD.

El mantenimiento en la maquinaria tiene como objetivo conservar en la mejor condición de funcionamiento, con un muy buen nivel de disponibilidad, calidad y al menor costo posible.

Conclusiones:

- En el análisis de tiempos, las tablas 4.172 - 4.179, se muestran las distintas actividades de mantenimiento de la maquinaria realizadas durante el año 2014, donde se puede notar que las actividades que se realizaron son de manera correctiva. Además, se determinaron el número de fallas, los tiempos de operación, tiempos de reparación y tiempos de paro de la maquinaria. Por ejemplo, en la Excavadora Caterpillar 320DL (Tabla 4.172), se puede evidenciar que el cambio de mangueras hidráulicas, no obedece a una periodicidad fija, por lo que sugiere que el mantenimiento se lo realizó de forma correctiva.
- Al identificar los sistemas, subsistemas y componentes se pudo evidenciar que estos no tenían mucha variación entre sí con respecto de cada tipo de máquina. Con excepción de su sistema estructural, el cual obviamente cambia por el tipo de función que debe desempeñar y para la cual fue diseñada la máquina. Es por esto que la priorización de la maquinaria de la Tabla 4.6 fue de mucha ayuda, ya que evitó que se realizaran procesos de análisis y resultados repetitivos para todas las máquinas del inventario. Dentro de los sistemas analizados se encuentran, el Sistema Hidráulico, Sistema de Potencia, Sistema de Transmisión, Sistema Eléctrico y el Sistema Estructural. Además, señalaron dos sistemas que son propios de las Volquetas, los cuales son, el Sistema Neumático de frenos y el Sistema de Suspensión.

CARRIÓN ERAS CRISTHIAN OMAR. (2015) realizó una investigación que relaciona un “DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA ALARGAR LA VIDA ÚTIL DE LAS MÁQUINAS, EQUIPOS Y SISTEMAS DE LA FLORÍCOLA LA ROSALEDA S.A.”. Se empleó varios

tipos de investigación, se efectuó entrevistas al personal del departamento de mantenimiento y estudios a las máquinas, equipos y sistemas, para interpretar y analizar los diferentes resultados que permitió elaborar las conclusiones y recomendaciones, después, se estableció recursos materiales, humanos y de tiempo para la ejecución de la propuesta que es “Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo para alargar la vida útil de las Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A.”, con el propósito de implementar un plan de mantenimiento preventivo en el área de mantenimiento de la Florícola La Rosaleda S.A. para alargar la vida útil de las Máquinas, Equipos y Sistemas.

Conclusiones:

- Las Máquinas, Equipos y Sistemas de la Florícola La Rosaleda S.A. cuentan con los Registros históricos acerca de sus averías, tanto en máquinas eléctricas y de combustión, los mismos que nos sirvieron para analizar el estado de estas herramientas de trabajo.
- Antes de analizar el estado actual de las Máquinas, Equipos y Sistemas, se ha conocido a profundidad las características, los componentes, las funciones de las mismas, para obtener un conocimiento vasto, logrando conseguir un juicio de criterio fundamentado, para analizar de mejor manera el estado actual de las herramientas de trabajo con las que cuenta la Florícola. De esta manera se ha constatado que la herramienta de trabajo con más componentes es el Tractor y con un menor número de componentes es la Amoladora.

SÁNCHEZ ROJAS, SANTIAGO EDUARDO. (2014), realizo su investigación bajo el tema ESTUDIO DEL ESTADO ACTUAL DE LAS MÁQUINAS Y EQUIPOS DE LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Y SU INCIDENCIA EN LA FIABILIDAD. la historia y evolución del mantenimiento a través del tiempo, donde se ha elaborado un plan de mantenimiento para las máquinas y equipos de los Laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, para medir la confiabilidad de las máquinas y equipos.

Conclusiones:

- Desafortunadamente las Máquinas y Equipos de la Carrera de Ingeniería Mecánica no cuentan con un registro o bitácora, por lo que el único material para analizar el estado de éstos son los argumentos obtenidos verbalmente por parte de algunos docentes de la Carrera, así como las declaraciones que nos han podido dar los ayudantes de laboratorio, principalmente en los períodos septiembre 2012 / febrero 2013 y marzo 2013 / agosto 2013.
- Las Máquinas y Equipos de los laboratorios de Materiales y Taller de Soldadura han venido operando en su gran mayoría por un período de 6 a 10 años esto se puede evidenciar en el Gráfico 4-1, tiempo durante el cual no se ha llevado ningún tipo de registro de los daños, paradas, o trabajo alguno que aporten con la conservación de los mismos pese a tener una infraestructura literalmente nueva.

JERSON JAIR RIERA CHÁVEZ (2012) realizó una investigación bajo el tema “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL ASISTIDO POR COMPUTADOR PARA LA EMPRESA CUBIERTAS DEL ECUADOR KUBIEC S.A. EN LA PLANTA ESTHELA”. El diseño y mantenimiento industrial preventivo y correctivo, son la base para garantizar la disponibilidad y eficiencia de las maquinarias de una planta industrial, esto influye directamente en la calidad y costos de los productos que allí se elaboran

Conclusiones:

- La aplicación del sistema de mantenimiento preventivo asistido por computador a las máquinas y equipos está sujeto a los planes de producción de la planta Esthela, ha mejorado la administración del mantenimiento reduciendo paros no programados, para completar las tareas de mantenimiento.
- El inventario técnico de las máquinas y equipos contiene mínimo el 30% de las partes y piezas en el software de administración del mantenimiento, debido

a que ciertos elementos de una máquina solo requieren un mantenimiento correctivo.

- La interfaz del software es amigable con el usuario para administrar el mantenimiento en la planta Esthela.

2.1.2 Antecedentes Macro

DIEGO RENÉ MEDRANO PILATAXI, BYRON JAVIER VEGA GAONA realizaron su investigación bajo el tema “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN INTEGRAL DE MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE LAS MÁQUINAS DEL LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA DE LA ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO. Se aplican diferentes métodos de fallas como son: el AMFE (Análisis Modal de Fallas y Efectos) y Análisis de Criticidad, con los cuales se encontró que las Máquinas y Equipos tienen diferentes complicaciones tanto en su estado físico como en su estado operacional. Además de estos métodos aplicados se calculó la mantenibilidad y disponibilidad que fue necesario para encontrar el índice de fiabilidad que presentan los laboratorios estudiados. Por los resultados encontrados se propone realizar un plan de mantenimiento, el cual ayudará a la conservación y mejora de las Máquinas y Equipos.

Conclusiones:

- El diagnóstico de la situación actual del laboratorio en lo que respecta al campo del mantenimiento, se determinó mediante la recopilación de datos históricos que reposaban en los archivos de la oficina del Señor Laboratorista, el resultado del análisis concerniente al nivel de documentación del mantenimiento obtuvo la calificación de "Regular", debido a la falta de control y actualización de registros. Al momento de la evaluación, únicamente el 24% de la documentación se encontraba actualizada, lo que indicaba que el mantenimiento solamente se realizaba a pocas máquinas o no se registraban las acciones de mantenimiento tal y como se las ejecutaban.

- Los costos anuales de mantenimiento para el laboratorio en base a los insumos y mano de obra, ascienden a 11.528,61 USD, lo que constituye un valor mínimo para la correcta ejecución del plan de mantenimiento.
- El mantenimiento correctivo hacia las máquinas y herramientas se llevó a cabo de manera satisfactoria según lo planificado para el mantenimiento de II y III escalón, ejecutando un mantenimiento correctivo a un total de 13 máquinas, incluyendo la reparación y puesta en marcha del sistema eléctrico del Torno Paralelo Harrison 600 #2, a través de la adquisición e instalación del Contactor Schneider Electric LC1D18G7, lo cual contribuyó como un aporte adicional al presente proyecto de grado.

ABARCA SIGCHO DIEGO FERNANDO, IGLESIAS VASCO FRANCISCO JAVIER realizaron una investigación bajo el tema: ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE TERMOGRAFÍA INDUSTRIAL EN LOS MOTORES ELÉCTRICOS DE LA PLANTA DE EUROLIT EN LA EMPRESA TUBASEC C.A. Hoy en día toda organización y/o empresa ya sea de servicios o de producción deben realizar gestiones adecuadas para recopilar de mejor manera el mercado a través del tiempo para así obtener una rentabilidad en la misma.

Conclusiones:

- La termografía infrarroja es una herramienta muy útil para detectar un sobrecalentamiento en los motores eléctricos, y aunque podría precisar el área donde se produce el calentamiento, es todavía limitada en su capacidad de indicar por qué se produce esto.
- La termografía infrarroja es una herramienta indispensable en el mantenimiento predictivo y preventivo, al detectar anomalías invisibles al ojo humano, con el objetivo de prevenir errores y fallos que puedan suponer grandes pérdidas económicas.
- La termografía infrarroja es una técnica que permite, a distancia y sin ningún contacto, medir y visualizar temperaturas de superficie con precisión.

- Las rutas implementadas mediante termografía fueron una guía técnica práctica que permitió monitorear los motores eléctricos de la planta de Eurolit, para llevar tendencias confiables en busca de fallas prematuras que indicarán de manera exacta la tendencia del deterioro que tienen los diferentes componentes y en base a ello realizar las correcciones que sean necesarias para restablecer las condiciones normales de operación

2.2 Fundamentación Legal

2.2.1 NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

2.3 Fundamentación Teórica

2.3.1 Mantenimiento

Definimos habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento. El mantenimiento industrial engloba las técnicas y sistemas que permiten prever las averías, efectuar revisiones, engrases y reparaciones eficaces, dando a la vez normas de buen funcionamiento a los operadores de las máquinas, a sus usuarios, y contribuyendo a los beneficios de la empresa. Es un órgano de estudio que busca lo más conveniente para las máquinas, tratando de alargar su vida útil de forma rentable para el usuario.

2.3.2 Historia del mantenimiento

A lo largo del proceso industrial vivido desde finales del siglo XIX, la función mantenimiento ha pasado diferentes etapas. En los inicios de la revolución industrial eran los propios operarios quienes se encargaban de las reparaciones de los equipos. Conforme las máquinas se fueron haciendo más complejas y la

dedicación a tareas de reparación aumentaba, empezaron a crearse los primeros departamentos de mantenimiento, con una actividad diferenciada de los operarios de producción.

Las tareas en estas dos épocas eran básicamente correctivas, dedicando todo su esfuerzo a solucionar las fallas que se producían en los equipos. A partir de la Primera Guerra Mundial y, sobre todo, de la Segunda, aparece el concepto de fiabilidad, y los departamentos de mantenimiento buscan no sólo solucionar las fallas que se producen en los equipos sino además prevenirlas, actuar para que no se produzcan. Esto supone crear una nueva figura en los departamentos de mantenimiento, personal cuya función es estudiar qué tareas de mantenimiento deben realizarse para evitar las fallas.

El personal indirecto, que no está involucrado directamente en la realización de las tareas, aumenta, y con él los costes de mantenimiento. Pero se busca aumentar y fiabilizar la producción, evitar las pérdidas por averías y sus costes asociados. De este modo aparecen casi sucesivamente diversos métodos de mantenimiento, cada uno aplicado a las necesidades concretas de cada proceso industrial: el Mantenimiento Preventivo (revisiones y limpiezas periódicas y sistemáticas), el Mantenimiento Predictivo (análisis del estado de los equipos mediante el análisis de variables físicas), el Mantenimiento Proactivo (implicación del personal en labores de mantenimiento), la Gestión de Mantenimiento Asistida por Ordenador (GMAO), y el Mantenimiento Basado en Fiabilidad (RCM). El RCM como estilo de gestión de mantenimiento, se basa en el estudio de los equipos, en análisis de los modos de fallo y en la aplicación de técnicas estadísticas y tecnología de detección.

Podríamos decir que el RCM es una filosofía de mantenimiento básicamente tecnológica. Paralelamente, sobre todo a partir de los años 80, comienza a introducirse la idea de que puede ser rentable volver de nuevo al modelo inicial: que los operarios de producción se ocupen del mantenimiento de los equipos.

Se desarrolla el TPM, o Mantenimiento Productivo Total, en el que algunas de las tareas normalmente realizadas por el personal de mantenimiento son ahora realizadas por operarios de producción. Esas tareas ‘transferidas’ son trabajos de limpieza, lubricación, ajustes, reaprietes de tornillos y pequeñas reparaciones.

Se pretende conseguir con ello que el operario de producción se implique más en el cuidado de la máquina, siendo el objetivo último de TPM conseguir “Cero Averías”. Como filosofía de mantenimiento, el TPM se basa en la formación, motivación e implicación del equipo humano (desde el personal de producción y de mantenimiento hasta los altos mandos), en lugar de la tecnología. TPM y RCM no son formas opuestas de dirigir el mantenimiento, sino que ambas conviven en la actualidad en muchas empresas. En algunas de ellas, RCM impulsa el mantenimiento, y con esta técnica se determinan las tareas a efectuar en los equipos; después, algunas de las tareas son transferidas a producción, en el marco de una política de implantación de TPM. En otras plantas, en cambio, es la filosofía TPM la que se impone, siendo RCM una herramienta más para la determinación de tareas y frecuencias en determinados equipos.

Como se puede comprobar, las diferentes técnicas de mantenimiento han ido evolucionando a lo largo del último siglo en función de las carencias que se observaban en cada uno de los modelos de mantenimiento al aplicarlos a la situación industrial real, de manera que unas engloban a otras, algunas interactúan entre ellas, y todas se han ido adaptando a los nuevos usos de la industria.

En la actualidad son las necesidades concretas de cada equipo y de cada industria las que marcan el modelo de mantenimiento que optimiza sus recursos y sus necesidades. Por lo general, el método que se impone mayoritariamente es el Mantenimiento Productivo Total o TPM, que incluye las tareas de Mantenimiento Preventivo y Predictivo, integrado siempre en un modelo de Gestión de Mantenimiento Asistida por Ordenador (GMAO), y apoyado según necesidades por el modelo de Mantenimiento Basado en Fiabilidad (RCM) (Lorenzo Sanzo, 2010)

2.3.3 Objetivos del mantenimiento

El objetivo final del mantenimiento se puede sintetizar en los siguientes puntos:

- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, los fallos sobre los bienes
- Disminuir la gravedad de los fallos que no se lleguen a evitar
- Evitar detenciones inútiles o paros de máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Reducir costes.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes. En resumen, un mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallos.

2.3.4 Tipos y modelos de mantenimiento

Este apartado trata de detallar la tradicional división en tipos de mantenimiento, destacando que esta división, aparte de una simple concepción académica o con fines formativos, no tiene mayor utilidad. No es posible determinar que, para una máquina concreta, el tipo de mantenimiento a aplicar es uno de los tradicionales (correctivo, programado, predictivo, etc.). Es más práctico aplicar otro concepto: el modelo de mantenimiento. Los diferentes modelos de mantenimiento se definen como una mezcla de los diferentes tipos de mantenimiento en las proporciones necesarias para cada equipo.

2.3.5 Tipos de mantenimiento

Tradicionalmente, se han distinguido cinco tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas que incluyen. - **Mantenimiento Correctivo:** Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.

2.3.5.1 Mantenimiento preventivo:

Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene, aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.

2.3.5.2 Mantenimiento predictivo:

Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos.

2.3.5.3 Mantenimiento cero horas (Overhaul):

Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a “cero horas” de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a

desgaste. Se pretende asegurar, con gran probabilidad, un tiempo de buen funcionamiento fijado de antemano.

2.3.5.4 Mantenimiento en uso:

Es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos, etc.) para las que no es necesario una gran formación, sino tan solo un entrenamiento breve. Este tipo de mantenimiento es la base del TPM (Mantenimiento Productivo Total (Lorenzo Sanzo, 2010))

2.3.5.5 Modelo correctivo

Este modelo es el más básico, e incluye, además de las inspecciones visuales y la lubricación, la reparación de averías que surjan. Es aplicable, como veremos, a equipos con el más bajo nivel de criticidad, cuyas averías no suponen ningún problema, ni económico ni técnico. En este tipo de equipos no es rentable dedicar mayores recursos ni esfuerzos.

2.3.5.6 Modelo condicional

El modelo de mantenimiento condicional incluye las actividades del modelo anterior, y además, la realización de una serie de pruebas o ensayos, que condicionarán una actuación posterior. Si tras las pruebas descubrimos una anomalía, programaremos una intervención; si, por el contrario, todo es correcto, no actuaremos sobre el equipo. Este modelo de mantenimiento es válido en equipos de poco uso o equipos en que, a pesar de ser importantes en el sistema productivo, su probabilidad de fallo es baja.

2.3.5.7 Modelo sistemático:

Este modelo incluye un conjunto de tareas que realizaremos sin importarnos cuál es la condición del equipo. Además, se tomarán algunas mediciones y se realizarán ciertas pruebas para decidir si realizamos otras tareas de mayor envergadura. Por último, resolveremos las averías que surjan. Es un modelo de

gran aplicación en equipos de disponibilidad media, de cierta importancia en el sistema productivo y cuyas averías causan algunos trastornos. Es importante señalar que un equipo sujeto a un modelo de mantenimiento sistemático no tiene por qué tener todas sus tareas con una periodicidad fija. Simplemente, un equipo con este modelo de mantenimiento puede tener tareas sistemáticas, que se realicen sin importar el tiempo que lleva funcionando o el estado de los elementos sobre los que se trabaja. Es la principal diferencia con los dos modelos anteriores, en los que para realizar una tarea debe presentarse algún síntoma de fallo. Este modelo se aplica a equipos que cuando está en operación deben ser fiables, por lo que se justifica realizar una serie de tareas con independencia de que hayan presentado algún síntoma de fallo, como por ejemplo el tren de aterrizaje de un avión o el propio motor del avión.

2.3.5.8 Modelo de mantenimiento de alta disponibilidad

Es el modelo más exigente y exhaustivo de todos. Se aplica en aquellos equipos que bajo ningún concepto pueden sufrir una avería o un mal funcionamiento. Son equipos a los que se exige, además, unos niveles de disponibilidad altísimos, por encima del 90%. La razón de un nivel tan alto de disponibilidad es en general el alto coste en producción que tiene una avería. Con una exigencia tan alta, no hay tiempo para el mantenimiento que requiera parada del equipo (correctivo, preventivo sistemático). Mantener estos equipos es necesario emplear técnicas de mantenimiento predictivo, que nos permitan conocer el estado del equipo con él en marcha, y paradas programadas, que supondrán una revisión general completa, con una frecuencia generalmente anual o superior. En esta revisión se sustituyen, en general, todas aquellas piezas sometidas a desgaste o con probabilidad de fallo a lo largo del año (piezas con una vida inferior a dos años).

Estas revisiones se preparan con gran antelación, y no tiene por qué ser exactamente iguales todas las veces. En este modelo no se incluye el mantenimiento correctivo, es decir, el objetivo que se busca en este equipo es “cero averías”.

En general no hay tiempo para subsanar convenientemente las incidencias que ocurren, siendo necesario en muchos casos realizar reparaciones rápidas provisionales que permitan mantener el equipo en marcha hasta la próxima revisión general. Por tanto, la “puesta a cero” anual (o periódica) debe incluir la resolución de todas aquellas reparaciones provisionales que hayan tenido que efectuarse a lo largo del año.

2.3.6 Indicadores del mantenimiento

Los indicadores de gestión de mantenimiento comúnmente son indicadores técnicos de control que tienen relación con la calidad de la gestión y con la productividad del departamento, estos nos permiten ver el comportamiento y el rendimiento operacional de las instalaciones, sistemas y equipos, y además mide la calidad de los trabajos y el grado de cumplimiento de los planes de mantenimiento. (Garcia Palencia, 2012)

2.3.6.1 El tiempo de operación (TO):

$$TO = (TF - TP) \text{ horas} \quad \text{Ecu. (1)}$$

Dónde:

TF: El tiempo de funcionamiento.

TP: El tiempo de parada.

MTBF (Mid Time BetweenFailure): Es el Tiempo promedio entre Fallas

TR: Tiempo de reparación

MTTR (Mid Time ToRepair): Es el Tiempo medio de reparación

N: Numero de fallos

2.3.6.2 El tiempo de reparación (TR):

$$TR = (TF - TP) \text{ horas} \quad \text{Ecu. (2)}$$

2.3.6.3 El tiempo medio entre fallas (TMEF):

$$TMEF = \left(\frac{TO}{N}\right) horas \quad \text{Ecu. (3)}$$

2.3.6.4 El Tiempo medio de reparación (TMP):

$$TMP = \left(\frac{TP}{N}\right) horas \quad \text{Ecu.(4)}$$

2.3.6.5 Tasa de fallos (λ):

$$\lambda = \left(\frac{1}{TMEF}\right) horas \quad \text{Ecu.(5)}$$

2.3.6.6 Fiabilidad (μ):

$$\mu = \left(\frac{1}{TMR}\right) horas \quad \text{Ecu. (6)}$$

2.3.6.7 Disponibilidad (D):

$$D = \left(\left(\frac{TMEF}{TMEF+TMR}\right) * 100\right) \% \quad \text{Ecu. (7)}$$

Los índices de evaluación descritos son los que se utilizaron en el proceso de realización del proyecto.

2.3.7 El análisis modal de fallos y efectos (AMFE)

Es un método de prevención dirigido hacia la consecución del aseguramiento de la calidad, que mediante un análisis sistemático permite evaluar, desde la fase de diseño de un producto, servicio o proceso, la probabilidad de ocurrencia de un fallo, la gravedad del mismo y la posibilidad de su detección, mediante los cuales, se calculará el Número de Prioridad de Riesgo, para priorizar las causas, sobre las cuales habrá que actuar para evitar que se presenten dichos modos de fallo. (Peña, 2001).

$$NPR = S \times O \times D \quad \text{Ec.(8)}$$

Dónde:

NPR: Número de Prioridad de Riesgo

G: Gravedad de fallo

F: Probabilidad de ocurrencia

D: Probabilidad de no detección

Objetivos del AMFE

Identificar las causas de fallos aún no producidos, evaluando su criticidad (es decir, teniendo en cuenta su frecuencia de aparición y su gravedad). Permite definir preventivamente los fallos potenciales, lo que orienta sobre las políticas de mantenimiento a adoptar y las políticas de repuestos. En definitiva es una búsqueda sistemática de tipos de fallos, sus causas y sus efectos. Precisa un tratamiento de grupo multidisciplinar, lo cual constituye una ventaja adicional por el enriquecimiento mutuo que se produce. Se realiza mediante una hoja estructurada que guía el análisis, la cual se muestra en la tabla 1.

Tabla 1:Hoja estructurada de guía AMFE

	GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO								
	ANÁLISIS MODAL AMFE DE LOS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE LA MAQUINARIA PESADA Y VEHÍCULOS								
	MÁQUINAS:	ELABORADO POR:			FECHA DE ELABORACIÓN :				
	SISTEMA:	REVISADO POR:			FECHA DE REVISIÓN:				
SUBSISTEMA:	APROBADO POR:			ENCARGADO:					
Componentes	Función específica del componente	Modo de fallo	Causa de fallo	Efecto de fallo	Valoración				Recomendación
					F	G	D	NPR	

Fuente: El Autor.

a) Funciones

Se describen las especificaciones (características) y expectativas de desempeño que se le exigen al activo físico que se está analizando.

b)Fallo funcional

Se refiere a la falta o incumplimiento de la función. El fallo funcional se define como la incapacidad de un ítem para satisfacer un parámetro de desempeño deseado.

c)Modo de fallo

Forma en que el dispositivo ó el sistema puededejar de funcionar ó funcionar anormalmente. El tipo de fallo es relativo a cada función de cada elemento. Se expresa en términos físicos: rotura, aflojamiento, atascamiento, fuga, agarrotamiento, cortocircuito, etc.

d) Causa raíz

Anomalía inicial que puede conducir al fallo. Un mismo tipo de fallo puede conducir a varias causas: Falta de lubricante, lubricante en mal estado, suciedad, etc.

d)Consecuencia

Efecto del fallo sobre la máquina, la producción, el producto, sobre el entorno inmediato.

2.3.8 Tipos de AMFE

2.3.8.1 AMFE 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.

2.3.8.2 AMFE 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.

2.3.9 Metodología

Identificación de los componentes del producto, bien sea desde el punto de vista de diseño del producto o del proceso que se vaya a utilizar para su fabricación, y de las funciones que desempeña cada uno de ellos.

2.3.10 Identificación del modo de fallo

Dado que el estudio es sobre modos potenciales de fallo, se deben indicar todos los fallos susceptibles de producirse. Para el AMFE de diseño, se reflejan los Modos de Fallo de los componentes (por ejemplo: rotura, desgaste, mal funcionamiento). Para el AMFE de proceso, se reflejan los modos de fallo del proceso en cada etapa del mismo (por ejemplo: materiales erróneos, fallos de máquina, parámetros incorrectos, operario no especializado)

2.3.10.1 Determinación del efecto del fallo.

Se determina para cada Modo de Fallo analizado, el o los efectos que el fallo produce en el producto para el usuario (por ejemplo: ruidos, fugas, mal funcionamiento) y en el proceso (por ejemplo: parada del proceso, producto defectuoso, menor eficiencia) según se esté realizando un AMFE de diseño o de proceso.

2.3.10.2 Identificación de las causas del fallo.

Se determina para cada Modo de Fallo analizado, las posibles causas que lo pueden ocasionar. Este es uno de los elementos críticos del AMFE, debido a que su conocimiento permite el establecimiento de acciones correctoras a priorizar para evitar la aparición de los fallos, eliminando las causas que los provocan.

2.3.10.3 Determinación de la probabilidad de ocurrencia

La probabilidad de ocurrencia es un valor entre 1 (mínima probabilidad) y 10 (máxima probabilidad) la cual indica la probabilidad de que el fallo ocurra. Si

bien no existen unas reglas normalizadas para la valoración de la probabilidad de ocurrencia, en la tabla 1 se indican unos criterios de valoración que pueden servir de referencia.

2.3.10.4 Determinación de la gravedad del fallo

La gravedad del fallo es un valor entre 1 y 10, que indica la influencia del fallo en el grado de satisfacción del cliente (en el caso del AMFE de diseño), o la perturbación que el fallo pueda producir en el proceso productivo (para el AMFE de proceso). Los criterios que se incluyen en la tabla 1 pueden servir de referencia en la valoración de la gravedad.

2.3.10.5 Determinación de la probabilidad de no detección

Indica la probabilidad de no detectar el fallo antes de entregar el producto al cliente (para el AMFE de diseño), o durante su fabricación (para el AMFE de proceso). Al igual que en los casos anteriores toma valores comprendidos entre 1 y 10. La tabla2 muestra un criterio de clasificación que puede servir de referencia en la valoración de la probabilidad de no detección.

Tabla 2: Escala de valorización para la Matriz AMFE

F: Frecuencia (1-10)	G: Gravedad (1-10)	D: Detección (1-10)
Imposible (1-2)	Insignificante (1-2)	Probabilidad de detección muy elevada (1-2)
Remoto (3-4)	Moderado (3-4)	Probabilidad de detección elevada (3-4)
Ocasional (5-6)	Importante (5-6)	Probabilidad de detección moderada (5-6)
Frecuente (7-8)	Crítico (7-8)	Probabilidad de detección escasa (7-8)
Muy Frecuente (9-10)	Catastrófico (9-10)	Probabilidad de detección muy escasa (9-10)

Fuente: J. Díaz N. (2004) Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior Algeciras Universidad de Cádiz.

2.4 Clasificación de los equipos existentes en el patio automotriz del GADM Santiago de Píllaro.

Maquinaria y vehículos

Se sobre entiende por maquinaria a cualquier dispositivo mecánico o medio técnico con una o más pares móviles, que son capaces de transformar y transmitir

energía al momento de realizar un determinado trabajo, movido por una fuente interna de energía que forma parte de la máquina.

2.4.1 Tipos de maquinaria y vehículos existentes en el patio automotriz del GADM Santiago de Píllaro

Maquinaria Pesada:

- Motoniveladora
- Excavadoras
- Tractor de oruga
- Cargadoras frontales
- Retroexcavadora
- Rodillo compactador

Vehículos para transporte:

- Vehículos livianos (Camionetas)
- Vehículos pesados (Volquetas)

2.5 Inventario técnico de la maquinaria pesada y vehículos livianos del GADM Santiago de Píllaro

En la tabla 3 se muestra el inventario de la maquinaria pesada y vehículos livianos con que cuenta el patio automotor del GADM Santiago de Píllaro.

Tabla 3: Inventario técnico de la maquinaria pesada y vehículos livianos del GADM Santiago de Píllaro.

MAQUINARIA PESADA				
No-	EQUIPO	MARCA	MODELO	CÓDIGO
1	RETROEXCAVADORA HIDRÁULICA	CASE	580 SUPER K	1.002.004
2	MOTONIVELADORA ARTICULADA	CATERPILLAR	120G	1.002.005
3	TRACTOR ORUGA	CATERPILLAR	D5N XL	1.002.024
4	EXCAVADORA HIDRÁULICA	CATERPILLAR	320C	1.002.025
5	CARGADORA FRONTAL	HYUNDA	HL757-7	1.002.028
6	MOTONIVELADORA	NEW HOLLAND	RG140B	1.002.029
7	RETROEXCAVADORA CARGADORA	CATERPILLAR	416E	1.002.033
8	RETROEXCAVADORA CARGADORA	CATERPILLAR	416E	1.002.038
9	MOTONIVELADORA	CATERPILLAR	140K	1.002.035
10	CARGADORA	CATERPILLAR	953D	1.002.036
11	MOTONIVELADORA	CATERPILLAR	120M	1.002.039
12	MINICARGADORA	BOBCAT	S185	1.002.033
13	MINICARGADORA	CATERPILLAR	246C	1.002.040
14	RODILLO	CATERPILLAR	CS533E	001.002.0.37

Fuente: El Autor.

Tabla 4: Continuación inventario técnico de la maquinaria pesada y vehículos livianos del GADM Santiago de Píllaro.

VEHÍCULOS PESADOS Y LIVIANOS				
No-	EQUIPO	MARCA	MODELO	CÓDIGO
15	RECOLECTOR DE BASURA	CHEVROLET	KODIAK211	1.004
16	RECOLECTOR DE BASURA	NISSAN	PKC212MHLB	1.005
17	RECOLECTOR DE BASURA	HINO	GH8JMS	1.006
18	RECOLECTOR DE BASURA	HINO	GH8JMS	1.007
19	CAMIONETA	MAZDA	B-2600	2.002
20	CAMIONETA	MAZDA	B2006 CD FULL	2.004
21	CAMIONETA 4X4 DOBLE CABINA	MAZDA	B2600 CD FULL	2.005
22	CAMIONETA DOBLE CABINA	MAZDA	B2200	2.006
23	AUTOMÓVIL	TOYOTA	PRADO 5P VXTM	2.007
24	CAMIONETA 4X4	CHEVROLET	D-MAX 4X4 TM DIESEL	2.009
25	CAMIONETA 4X4	CHEVROLET	D-MAX 4x4 TM DIESEL	2.010
26	VOLQUETA	HINO	GH1	3.003
27	VOLQUETA	HINO	GH	3.004
28	VOLQUETA	HINO	GH8	3.007
29	VOLQUETA	HINO	GH8	3.008
30	VOLQUETA	HINO	GH8	3.009
31	VOLQUETA	HINO	GH8	3.010
32	VOLQUETA	HINO	GH8	3.011
33	VOLQUETA	HINO	GH8	3.012

Fuente: El Autor.

2.6 Programa de mantenimiento

Los programas de mantenimiento de la planta tienen como objetivo primordial el lograr que sus unidades componentes trabajen económicamente en forma normal durante todo su periodo de vida útil. Forman parte del programa el registro de datos, la programación de las actividades, las normas técnicas, los recursos humanos y materiales y los controles necesarios para su desarrollo y la evaluación correspondiente. Podemos distinguir como etapas de un programa de mantenimiento las siguientes: confección de historiales; diseño; puesta en marcha; supervisión; evaluación. Todas estas no son etapas terminadas, sino que se debe lograr un proceso continuo de reacondicionamiento de ellas, de tal manera que constituyan un ciclo de desarrollo propio del programa. Los cambios que se lleven a cabo no deben obedecer a un proceso antojadizo, sino que deben responder al control y evaluación que se haga del proceso.

2.6.1 Evolución de la tasa de fallos a lo largo del tiempo

Curva de bañera: La duración de la vida de un equipo se puede dividir en tres periodos diferentes:

2.6.2 Juventud o zona de mortandad infantil.

El fallo se produce inmediatamente o al cabo de muy poco tiempo de la puesta en funcionamiento, como consecuencia de:

- Errores de diseño
- Defectos de fabricación o montaje
- Ajuste difícil, que es preciso revisar en las condiciones reales de funcionamiento hasta dar con la puesta a punto deseada

2.6.3 Madurez o periodo de vida útil.

Periodo de vida útil en el que se producen fallos de carácter aleatorio. Es el periodo de mayor duración, en el que se suelen estudiar los sistemas, ya que se supone que se reemplazan antes de que alcancen el periodo de envejecimiento.

2.6.4 Envejecimiento o desgaste

Corresponde al agotamiento, al cabo de un cierto tiempo, de algún elemento que se consume o deteriora constantemente durante el funcionamiento. Estos tres periodos se distinguen con claridad en un gráfico en el que se represente la tasa de fallos del sistema frente al tiempo. Este gráfico se denomina “Curva de bañera”. Aunque existen hasta seis tipos diferentes de curva de bañera, dependiendo del tipo de componente del que se trate, una curva de bañera convencional se adapta a la figura 1.

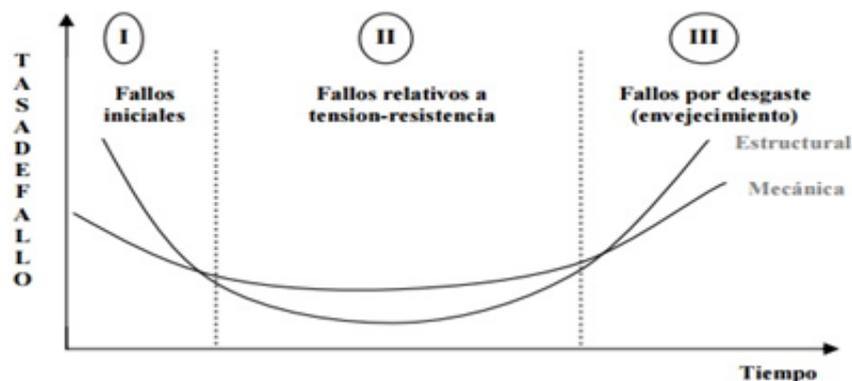


Figura 1: Curva de la bañera

Fuente:<http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/teoria-de-maquinas/lecturas/MantenimientoIndustrial.pdf>

CAPITULO III

3 DISEÑO DEL PROYECTO

3.1 Selección de alternativas

Entre uno de los factores de mayor importancia para poder realizar el mantenimiento en una planta es mediante el cálculo del tiempo medio entre fallos y el tiempo medio de reparación para poder determinar su tasa de fallos, fiabilidad y disponibilidad. En literal 3.5 se detalla los cálculos mostrados en la tabla 5.

Tabla 5: Cálculo de tiempo medio entre fallos, tiempo medio de reparación, tasa de fallos, fiabilidad, disponibilidad.

Vehículos	REGISTRO	TMEF	TMR	λ	μ	D
MOTONIVELADORA	1.002.005	46,77	11,31	0,02	0,14	80,52
MOTONIVELADORA	1.002.029	43,23	10,02	0,02	0,17	81,17
MOTONIVELADORA	1.002.035	45,30	8,65	0,02	0,15	83,96
RETROEXCAVADORA CARGADORA	1.002.033	51,32	10,14	0,02	0,51	83,51
RETROEXCAVADORA CARGADORA	1.002.038	59,68	12,45	0,022	0,282	82,73
TRACTOR ORUGA	1.002.024	47,11	8,75	0,02	0,13	84,34
CARGADORA	1.002.036	93,05	14,52	0,06	0,13	86,50
MINICARGADORA	1.002.040	37,63	13,29	0,10	0,30	73,9
MINICARGADORA	1.002.033	80,64	9,92	0,01	0,26	89,04
EXCAVADORA HIDRÁULICA	1.002.025	135,87	19,35	0,071	0,071	87,53
CARGADORA FRONTAL	1.002.028	28,34	6,16	0,040	0,32	82,15
RODILLO	001.002.0.37	62,79	4,64	0,01	0,57	93,11
RECOLECTOR DE BASURA	1.004	440,50	111,62	0,34	2,32	79,78
RECOLECTOR DE BASURA	1.005	598,47	85,68	0,25	1,93	87,47
RECOLECTOR DE BASURA	1.006	497,68	79,11	0,31	2,05	86,28
RECOLECTOR DE BASURA	1.007	466,26	85,82	0,35	1,98	84,45
CAMIONETA	2.002	45,02	7,26	0,03	0,16	86,11
CAMIONETA	2.004	53,35	10,13	0,02	0,15	84,04
CAMIONETA 4X4 DOBLE CABINA	2.005	47,54	9,22	0,02	0,14	83,76

Fuente: El Autor

Tabla6:Continuación cálculo de tiempo medio entre fallos, tiempo medio de reparación, tasa de fallos, fiabilidad, disponibilidad.

CAMIONETA DOBLE CABINA	2.006	54,68	10,64	0,02	0,14	83,70
JEEP TOYOTA	2.007	66,99	7,23	0,01	0,15	90,26
CAMIONETA 4X4	2.009	59,13	7,41	0,02	0,18	88,86
CAMIONETA 4X4	2.010	63,02	8,70	0,01	0,15	87,86
VOLQUETA	3.003	32,33	7,71	0,03	0,31	80,74
VOLQUETA	3.004	32,33	11,17	0,04	0,37	74,31
VOLQUETA	3.008	62,87	4,26	0,02	0,36	93,64
VOLQUETA	3.009	84,10	5,61	0,01	0,29	93,73
VOLQUETA	3.010	85,72	10,70	0,02	1,53	88,89
VOLQUETA	3.011	114,38	5,26	0,01	1,18	95,60
VOLQUETA	3.012	86,49	3,61	0,02	1,87	95,98
VOLQUETA	3.013	86,37	3,68	0,02	1,27	95,90

Fuente: El Autor

3.2 Fichas técnicas de la maquinaria y vehículos del GADM Santiago de Píllaro

Las fichas técnicas son un documento de la empresa fabricante, en principio, de uso únicamente interno, aunque pueden ser muy útiles para otros, en algunos momentos como clientes, auditores. En las fichas técnicas se recogen datos claves de forma clara y concisa, en las que son de relevancia como por ejemplo las características técnicas del producto en concreto las mismas que son usadas para la adquisición; de equipos o maquinaria acorde a sus necesidades con el fin de elegir la más apropiado.

3.3 Datos técnicos de libre configuración:

En este ítem se plasma los datos técnicos que determinan las características individuales de cada equipo o componente determinado, como por ejemplo, la velocidad, potencia entre otras características propias que poseen una máquina o vehículo. Previo al análisis cualitativo de riesgo, se establecen las fichas técnicas de la maquinaria pesada y vehículos livianos del GAD Santiago de Píllaro las cuales se detallan en la tabla 5 a la tabla 15.

Tabla 6: Ficha técnica Tractor de orugas Caterpillar.

	PARQUE AUTOMOTOR DEL GAD MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO		
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
Ficha de:	Maquinaria	Tipo:	Pesada
			
Especificaciones técnicas			
Equipo:	Tractor de Orugas	Color:	Amarillo
Marca:	CATERPILLAR	Placa:	No tiene
Registro:	001.002.024	Año de fabricación:	2006
Modelo:	D5N XL	Chofer encargado:	López Edgar
Serie del chasis:	AGG021823	Tipo de combustible:	Diesel
Serie del motor:	AGG02182	Potencia:	7.2
Energía principal:	24 Voltios	Área asignada:	Obras publicas
SISTEMAS			
Sistema eléctrico		Transmisión	
Sistema motriz		Motor	
Sistema hidráulico		Sistema de alimentación	
Sistema de frenos		Caja de cambios	
El equipo cuenta con manual técnico de fabricación			
FUNCIÓN PRINCIPAL			
Se utiliza principalmente para la movilización de tierra y carga de materiales de un lugar a otro en distancias cortas.			
Elaborado por: Mario Vasco	Fecha Elab: 13-06-2016	Revisado por: Ing. Christian Castro	Fecha Revisión : 20-07-2016

Fuente: El Autor

Tabla 7:Ficha técnica excavadora Caterpillar.

	<p>PARQUE AUTOMOTOR DEL GAD MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO</p>		
<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</p>			
<p>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</p>			
<p>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p>			
Ficha de:	Maquinaria	Tipo:	Pesada
			
<p>Especificaciones técnicas</p>			
Equipo:	Excavadora	Color:	amarillo
Marca:	CATERPILLAR	Placa:	No tiene
Registro:	001.002.025	Año de fabricación:	2006
Modelo:	320C	Chofer encargado:	Jesús Calapiña
Serie del chasis:	RAW00721	Tipo de combustible:	Diesel
Serie del motor:	7JK939554	Potencia:	6.0
Energía principal:	24 Voltios	Área asignada:	Obras publicas
<p>SISTEMAS</p>			
Sistema eléctrico		Caja de cambios	
Sistema motriz		Suspensión	
Sistema hidráulico		Transformador	
Sistema de transmisión		Motor	
Sistema de alimentación		Sistema frenos	
El equipo cuenta con manual técnico de fabricación			
<p>FUNCIÓN PRINCIPAL</p>			
Se utiliza principalmente para excavar surcos para tuberías y movilizar tierra, mediante volquetas			
Elaborado por:	Fecha Elab:	Revisado por:	Fecha Revisión :
Mario Vasco	13-06-2016	Ing. Christian Castro	20-07-2016

Fuente: El Autor

Tabla 8:Ficha técnica cargadora frontal Caterpillar.

	PARQUE AUTOMOTOR DEL GAD MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO		
GAD MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO			
Universidad técnica de Ambato			
Facultad de ingeniería civil y mecánica			
Carrera de ingeniería mecánica			
Ficha de:	Maquinaria	Tipo:	Pesada
			
Especificaciones técnicas			
Equipo:	Cargadora Frontal	Color:	Amarillo
Marca:	HYUNDAI	Placa:	No tiene
Registro:	001.002.028	Año de fabricación:	2007
Modelo del chasis:	HI757-7	Chofer encargado:	Edgar Barriga
Serie del chasis:	46597498	Tipo de combustible:	Diesel
Serie del motor:	LD0611010	Modelo del motor:	6CEXLO559ABC
Potencia:	6.2	Área asignada:	Obras publicas
Energía principal:	24 Voltios	Energía de control:	12 Voltios
SISTEMA			
Sistema eléctrico		Caja de cambios	
Sistema motriz		Suspensión	
Sistema hidráulico		Transformador	
Sistema de transmisión		Motor	
Sistema de alimentación		Sistema frenos	
El equipo cuenta con manual técnico de fabricación			
FUNCIÓN PRINCIPAL			
Se utiliza principalmente para la movilización de tierra y carga de materiales de un lugar a otro en distancias cortas.			
Elaborado por: Mario Vasco	Fecha Elab: 14-06-2016	Revisado por: Ing. Christian Castro	Fecha Revisión : 20-07-2016

Fuente: El Autor

Tabla 9:Ficha técnica retroexcavadora cargadora Caterpillar.

		PARQUE AUTOMOTOR DEL GAD MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO			
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
Ficha de:		Maquinaria	Tipo:	Pesada	
					
Especificaciones técnicas					
Equipo:	Retroexcavadora Cargadora	Color:	Amarillo		
Marca:	CATERPILLAR	Placa:	No tiene		
Registro:	001.002.034	Año de fabricación:	2015		
Modelo del chasis:	416E	Chofer encargado:	Orlando Espín		
Serie del chasis:	CNF612978	Tipo de combustible:	Diesel		
Serie del motor:	64D53551	Modelo del motor:	3054C		
Potencia:	4.4	Área asignada:	Obras publicas		
Energía principal:	24 Voltios	Energía de control:	12 Voltios		
SISTEMA					
Sistema eléctrico			Caja de cambios		
Sistema motriz			Suspensión		
Sistema hidráulico			Transformador		
Sistema de transmisión			Motor		
Sistema de alimentación			Sistema frenos		
El equipo cuenta con manual técnico de fabricación					
FUNCIÓN PRINCIPAL					
Se utiliza principalmente para excavar surcos y movilizar tierras de un lugar a otro en distancias cortas.					
Elaborado por:	Fecha Elab:	Revisado por:	Fecha Revisión :		
Mario Vasco	14-06-2016	Ing. Christian Castro	20-07-2016		

Fuente: El Autor

Tabla 10:Ficha técnica motoniveladora Caterpillar

		PARQUE AUTOMOTOR DEL GAD MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO			
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
Ficha de:		Maquinaria		Tipo: Pesada	
					
Especificaciones técnicas					
Equipo:	Motoniveladora	Color:	Amarillo		
Marca:	CATERPILLAR	Placa:	No tiene		
Registro:	001.002.035	Año de fabricación:	2015		
Modelo del chasis:	140K	Chofer encargado:	Constante Cristian		
Serie del chasis:	NGAF00357	Tipo de combustible:	Diesel		
Serie del motor:	KHX60915	Modelo del motor:	C7		
Potencia:	7.2	Área asignada:	Obras publicas		
Energía principal:	24 Voltios	Energía de control:	12Voltios		
SISTEMA					
Sistema eléctrico			Caja de cambios		
Sistema motriz			Suspensión		
Sistema hidráulico			Transformador		
Sistema de transmisión			Motor		
Sistema de alimentación			Sistema frenos		
El equipo cuenta con manual técnico de fabricación					
FUNCIÓN PRINCIPAL					
Se utiliza principalmente para la nivelación de superficies, usualmente para carreteras.					
Elaborado por:	Fecha Elab:	Revisado por:	Fecha Revisión :		
Mario Vasco	14-06-2016	Ing. Christian Castro	20-07-2016		

Fuente: El Autor

Tabla 11:Ficha técnica rodillo Caterpillar

		PARQUE AUTOMOTOR DEL GAD MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO			
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
Ficha de:		Maquinaria		Tipo: Pesada	
					
Especificaciones técnicas					
Equipo:		Rodillo		Color: Amarillo	
Marca:		CATERPILLAR		Placa: No tiene	
Registro:		001.002.037		Año de fabricación: 2015	
Modelo del chasis:		CS533E		Chofer encargado: Iza Diego	
Serie del chasis:		533CTJLO4868		Tipo de combustible: Diesel	
Serie del motor:		CST08818		Modelo del motor: 3054C	
Potencia:		4.4		Área asignada: Obras publicas	
Energía principal:		24 Voltios		Energía de control: 12 Voltios	
SISTEMA					
Sistema eléctrico			Caja de cambios		
Sistema motriz			Suspensión		
Sistema hidráulico			Transformador		
Sistema de transmisión			Motor		
Sistema de alimentación			Sistema frenos		
El equipo cuenta con manual técnico de fabricación					
FUNCIÓN PRINCIPAL					
Es utilizada para la compactación de materiales utilizados en vías.					
Elaborado por: Mario Vasco		Fecha Elab: 16-06-2016		Revisado por: Ing. Christian Castro	
				Fecha Revisión : 20-07-2016	

Fuente: El Autor

Tabla 12:Ficha técnica minicargadora Caterpillar

		<p>PARQUE AUTOMOTOR DEL GAD MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO</p>			
<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</p>					
<p>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</p>					
<p>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p>					
Ficha de:		Maquinaria	Tipo:	Pesada	
					
<p>Especificaciones técnicas</p>					
Equipo:	Minicargadora	Color:	Amarillo		
Marca:	CATERPILLAR	Placa:	No tiene		
Registro:	001.002.040	Año de fabricación:	2011		
Modelo de chasis:	246C	Chofer encargado:	Rodrigo Yanchatipan		
Serie del chasis:	JAY06152	Tipo de combustible:	Diesel		
Serie del motor:	CYM31368	Modelo del motor:	C3.4		
Potencia:	3.4 hp	Área asignada:	Obras publicas		
Energía principal:	24 Voltios	Energía de control:	12 Voltios		
<p>SISTEMA</p>					
Sistema eléctrico			Caja de cambios		
Sistema motriz			Suspensión		
Sistema hidráulico			Transformador		
Sistema de transmisión			Motor		
Sistema de alimentación			Sistema frenos		
El equipo cuenta con manual técnico de fabricación					
<p>FUNCIÓN PRINCIPAL</p>					
Se utiliza para cargar materiales donde una cargadora no entra por sus dimensiones.					
Elaborado por:	Fecha Elab:	Revisado por:	Fecha Revisión :		
Mario Vasco	16-06-2016	Ing. Christian Castro	20-07-2016		

Fuente: El Autor

Tabla 13:Ficha técnica camión recolector HINO GH8

	PARQUE AUTOMOTOR DEL GAD MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO		
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
Ficha de:	Maquinaria	Tipo:	Pesada
			
Especificaciones técnicas			
Equipo:	Recolector de Basura	Color:	Blanco
Marca:	HINO GH8	Placa:	TMA-1104
Registro:	001.006	Año de fabricación:	2015
Modelo:	GH	Chofer encargado:	Aimara Édgar
Serie del chasis:	9F3GH8JMSFXX14465	Tipo de combustible:	Diesel
Serie del motor:	JO8EUD22913	Numero de velocidades:	9 velocidades adelante +dos reversa
Potencia:	260 hp - 2500rpm	Área asignada:	Obras publicas
SISTEMA			
Sistema eléctrico		Sistema de transmisión	
Sistema motriz		Suspensión	
Sistema hidráulico		Transformador	
Sistema de alimentación		Sistema frenos	
El equipo cuenta con manual técnico de fabricación			
FUNCIÓN PRINCIPAL			
Es utilizado principalmente para la recolectar de basura producidas en el cantón.			
Elaborado por:	Fecha Elab:	Revisado por:	Fecha Revisión :
Mario Vasco	20-06-2016	Ing. Christian Castro	20-07-2016

Fuente: El Autor

Tabla 14:Ficha técnica camioneta Mazda.

		PARQUE AUTOMOTOR DEL GAD MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO			
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO					
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA					
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
Ficha de:		Maquinaria		Tipo: Pesada	
					
Especificaciones técnicas					
Equipo:		CAMIONETA		Color: Crema	
Marca:		MAZDA		Placa: TEC-0022	
Registro:		002.002		Año de fabricación: 2006	
Modelo:		B2600 DC FULL 4X4		Chofer encargado: Darwin Lezcano	
Serie del chasis:		8LFUNX0656M000597		Tipo de combustible: Gasolina	
Serie del motor:		G6342577		Área asignada: Obras publicas	
SISTEMA					
Sistema eléctrico			Caja de cambios		
Sistema motriz			Suspensión		
Sistema hidráulico			Transformador		
Sistema de transmisión			Motor		
Sistema de alimentación			Sistema frenos		
El equipo cuenta con manual técnico de fabricación					
FUNCIÓN PRINCIPAL					
Movilización de personas dentro y fuera del cantón					
Elaborado por: Mario Vasco		Fecha Elab: 20-06-2016		Revisado por: Ing. Christian Castro	
				Fecha Revisión : 20-07-2016	

Fuente: El Autor

Tabla 15:Ficha técnica automóvil Jeep Toyota.

		<p>PARQUE AUTOMOTOR DEL GAD MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO</p>			
<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</p>					
<p>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</p>					
<p>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p>					
Ficha de:		Maquinaria		Tipo: Pesada	
					
<p>Especificaciones técnicas</p>					
Equipo:		JEEP		Color: Verde	
Marca:		TOYOTA		Placa: TEC-0023	
Registro:		2.007		Año de fabricación: 2006	
Modelo:		PRADO5P VXTM		Chofer encargado: José Suarez	
Serie del chasis:		9FH11VJ9569013790		Tipo de combustible: Gasolina	
Serie del motor:		1862325		Área asignada: Alcaldía	
<p>SISTEMA</p>					
Sistema eléctrico			Sistema de transmisión		
Sistema motriz			Suspensión		
Sistema hidráulico			Transformador		
Sistema de alimentación			Sistema frenos		
El equipo cuenta con manual técnico de fabricación					
<p>FUNCIÓN PRINCIPAL</p>					
Movilización del Alcalde dentro y fuera de cantón.					
Elaborado por: Mario Vasco		Fecha Elab: 21-06-2016		Revisado por: Ing. Christian Castro	
				Fecha Revisión : 20-07-2016	

Fuente: El Autor

Tabla 16:Ficha técnica volqueta HINO GH8.

	PARQUE AUTOMOTOR DEL GAD MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO		
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
Ficha de:	Maquinaria	Tipo:	Pesada
			
Especificaciones técnicas			
Equipo:	Volqueta	Color:	Amarillo
Marca:	HINO GH8	Placa:	TMA-1109
Registro:	003.010	Año de fabricación:	2015
Modelo:	GH8	Chofer encargado:	Moposita José
Serie del chasis:	9F3GH8JGSFXX12 817	Tipo de combustible:	Diesel
Serie del motor:	J08EUD23306	Numero de velocidades:	9 VELOCIDADES ADELANTE +2 REVERSAS
Potencia:	260hp- 2500rpm	Área asignada:	Obras publicas
Energía principal:	24 Voltios	Energía de control:	12 Voltios
SISTEMA			
Sistema eléctrico		Sistema de transmisión	
Sistema motriz		Suspensión	
Sistema hidráulico		Transformador	
Sistema de alimentación		Sistema frenos	
El equipo cuenta con manual técnico de fabricación			
FUNCIÓN PRINCIPAL			
Transporte y descarga de tierra y materiales utilizados para obras públicas.			
Elaborado por:	Fecha Elab:	Revisado por:	Fecha Revisión :
Mario Vasco	2-06-2016	Ing. Christian Castro	20-07-2016

Fuente: El Autor

3.4 Sistemas y subsistemas

En la tabla 18 a la 137 se muestran las funciones de los sistemas y subsistemas, de las máquinas y vehículos existentes en el GADM Santiago de Píllaro.

Tabla 17: Función de los componentes del sistema hidráulico del tractor de orugas

	GADM SANTIAGO DE PÍLLARO	
	PARQUE AUTOMOTOR DEL GAD MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO	
	SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DEL TRACTOR DE ORUGAS	
SISTEMA HIDRÁULICO		
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA	
Filtro	Retener las impurezas y purificar para evitar el ingreso al interior del sistema.	
Cañerías y Mangueras	Trasladar el fluido en todo el sistema.	
Bomba hidráulica	Enviar el aceite con la presión necesaria para el accionamiento de los elementos del sistema.	
Válvula 2/2 de palanca	Controlar la presión dentro del circuito hidráulico.	
Caja de válvulas	Alojar y proteger las válvulas y piezas especiales en cruce de tuberías.	
Mandos de accionamiento	Encargado del accionamiento del sistema hidráulico.	
Cilindros hidráulicos	En el cilindro el aceite ejercer la presión contra el embolo, sacando el vástago de la carcasa. En esta se conecta a una manguera la cual permite el retorno del aceite al depósito.	
Limitador de presión	Protege el sistema cuando existe sobre presión.	

Fuente: El Autor

Tabla 18:Función de los componentes del sistema de transmisión del tractor de orugas

SISTEMA DE TRANSMISIÓN	
COMPONENTE	FUNCIÓN ESPECIFICA
Embrague hidráulico	Encajar y desencajar el movimiento del motor a la caja de velocidades.
Caja de velocidades	Cambiar la relación de transmisión entre el motor y las ruedas.
Cadenas	Elementos compuestos de eslabones y acoplados mediante bocines los cuales tienen como función dar movimiento al tren de rodaje.
Ejes de transmisión	Trasmitir el movimiento de la caja de velocidades al grupo cónico diferencial.
Pines	Elemento encargado de unir los eslabones y formar el tren de rodaje.
Ruedas guías	Elementos mecánicos encargados de dar movimiento a la máquina.
Bocines	Elemento encargado de unir el pin a la cadena del tren de rodaje.

Fuente: El Autor

Tabla 19:Función de los componentes del sistema de carga del tractor de orugas.

SISTEMA DE CARGA	
COMPONENTE	FUNCIÓN ESPECIFICA
Cucharón	Acumular material para luego ser trasladado a otro lugar
Gato hidráulico principal del brazo	Elemento encargado de dar movimiento ya sea para arriba o hacia abajo
Gato hidráulico secundario del brazo.	Elemento encargado de generar movimiento. Para extender o para contraer el brazo.
Gato hidráulico del cucharón	Encargado de dar movimiento para poder abrir o cerrar el cucharón.
Brazo de elevación	Soporta el cucharón y la carga.
Mangueras	Encargados de llevar el fluido hacia los gatos hidráulicos para que realicen su diferente función
Acoples	Elementos encargados de unir las mangueras con los cilindros de gatos hidráulicos.

Fuente: El Autor

Tabla 20:Función de los componentes del sistema eléctrico del tractor de orugas.

SISTEMA ELÉCTRICO	
COMPONENTE	FUNCIÓN ESPECIFICA
Batería	Almacenar energía química que se transforma en energía eléctrica al momento que se conecta un equipo eléctrico.
Alternador	Encargado de generar corriente alterna y producir corriente eléctrica por medio de campos electromagnéticos.
Puente rectificador	Transformar la corriente alterna en continua.
Arranque	Imprimir movimiento inicial al motor, para que empiece su funcionamiento.
Luces interiores y exteriores	Encargadas de dar iluminación en el área de trabajo ya sea dentro y fuera de la máquina.
Relé /solenoides	Cerrar el circuito una vez puesto en marcha el motor

Fuente: El Autor

Tabla 21:Función de los componentes del sistema de frenado del tractor de orugas.

SISTEMA DE FRENADO	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Zapatas	Encargadas de ejercer presión sobre el disco para poder frenar.
Tambor	Soportar la presión ejercida por las zapatas al momento de realizar el frenado.
Bomba hidráulica	Encargada de suministrar aceite a presión para accionar al sistema mediante la presión del fluido.
Freno de estacionamiento	Mantener la máquina frenada cuando se encuentre inmobilizada.
Cañerías del sistema de frenado	Elemento encargado de distribuir el fluido por todos los componentes del sistema.

Fuente: El Autor

Tabla 22:Función de los componentes del sistema de dirección del tractor de orugas.

SISTEMA DE DIRECCIÓN	
COMPONENTE	FUNCIÓN ESPECIFICA
Volante	Encargado del controlar el movimiento de la dirección
Válvulas	Controlar la presión dentro del cilindro hidráulico.
Dispositivos de arranque en frio	Arrancar cuando el motor se encuentra frio.
Cañerías	Elemento encargado de distribuir el fluido por todos los componentes del sistema.
Cilindros hidráulicos	Aumentar la fuerza de trabajo proporcionado por la bomba y utilizarlo para direccionar la máquina.

Fuente: El Autor

Tabla 23:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de distribución del tractor de orugas.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Árbol de levas	Controlar la apertura y cierre de las válvulas de admisión y escape.
Válvulas	Controlar la admisión y escape de los gases producidos en la combustión.
Muelle para las válvulas	Cerrar las válvulas siempre y cuando la leva no la abra.
Balancines	Encargado de transformar el movimiento lineal en movimiento oscilatorio accionando la válvula de una forma directa.
Varilla empujador	Encargada de transformar el movimiento giratorio en movimiento lineal producido por la apertura de la válvula.

Fuente: El Autor

Tabla 24:Función de los componentes del sistema del motor, del tractor de orugas.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Depósito de combustible	Lugar de almacenamiento de combustible.
Bomba de alimentación	Absorber el combustible y llevarlo hasta la bomba de inyección con la presión necesaria.
Bomba de inyección	Encargada de aspirar y dosificar el combustible según el orden de inyección del motor.
Inyectores	Pulverizar el combustible. Enviar y esparcir el combustible homogéneamente por toda la cámara de combustión.
Elementos filtrantes	Detener las impurezas que contiene el combustible.

Fuente: El Autor

Tabla 25:Función de los componentes del sistema motor subsistema de refrigeración del tractor de orugas.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE REFRIGERACIÓN	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Ventilador	Asegura un flujo continuo de aire a través del radiador para mantener una temperatura adecuada
Radiador	Trasladar el calor del líquido refrigerante al medio ambiente
Termostato	Obstruir el paso del refrigerante hasta que el motor alcance la temperatura adecuada de operación.
Bomba de agua	Encargada de enviar el refrigerante a través del bloque y de regreso al radiador
Cañerías y mangueras	Trasladar el líquido refrigerante del radiador hacia el bloque y regreso al radiador.
Depósito de recuperación	Almacenar el agua que el radiador expulsa cuando el sistema sube la temperatura y la regresa cuando el sistema se estabiliza.

Fuente: El Autor

Tabla 26: Función de los componentes del sistema del motor subsistema mecánico del tractor de orugas.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA MECÁNICO	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Block del motor	Alojar el tren alternativo, formado por el cigüeñal, las bielas y los pistones.
Pistón	Dirigir la fuerza generada por la combustión a la biela mediante un movimiento alternativo dentro del cilindro.
Anillo del pistón	Actuar como sellos en el movimiento que mantiene la presión de combustión y proveen control de aceite al cilindro.
Camisas	Resistir el empuje del pistón, por lo que se convierte en la culata del pistón y evita el paso de aceites a la cámara de combustión
Biela	Encargada de transmitir el movimiento, controlar la lubricación y quitar el exceso de lubricante del cigüeñal.
Cigüeñal	Convierte el movimiento lineal del pistón en movimiento giratorio para transmitirlo al sistema de transmisión
Culata	Formar una cámara sobre el bloque donde se realiza el ciclo de trabajo.
Junta de la culata	Mantener la estanqueidad entre el bloque y la culata así evitando que los gases de combustión entren en las cámaras.
Volante de inercia	Regular el funcionamiento del motor almacenando energía durante la combustión.
Cojinetes de muñones	Evitar el desgaste por rozamiento en lugares de giro y articulaciones.

Fuente: El Autor

Tabla 27: Función de los componentes del sistema del motor subsistema de lubricación del tractor de orugas.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE LUBRICACIÓN	
COMPONENTES	FUNCIÓN PRINCIPAL
Bomba de aceite	Encargada de aspirar el aceite del cárter y dirigirlo bajo presión a los diferentes elementos.
Carter	Actuar como depósito del aceite necesario para el engrase del motor.
Enfriador de aceite	Proporciona la temperatura adecuada al aceite.
Elementos filtrantes	Encargado de detener las impurezas que se encuentran en el aceite.
Cañerías y Mangueras	Encargadas de trasladar al aceite a los diferentes elementos.

Fuente: El Autor

Tabla 28: Función de los componentes del sistema del motor subsistema de admisión del tractor de orugas.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE ADMISIÓN	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Turbocompresor	Utilizar los gases de escape del motor para comprimir el aire fresco del conducto de admisión.
Filtro primario	Recoger los contaminantes y evitar el ingreso de polvo al motor.
Filtros secundarios	Recoger los contaminantes y evitar el ingreso de polvo al motor.
Mangueras	Trasladar el aire refrigerante del radiador hacia el bloque y devolverlo al radiador.
Múltiple de admisión	Intercambiar el aire limpio desde el distribuidor hacia los cilindros.

Fuente: El Autor

Tabla 29: Función de los componentes del sistema hidráulico de la excavadora.

	GADM SANTIAGO DE PÍLLARO	
	PARQUE AUTOMOTOR DEL GAD MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO	
	SISTEMAS Y SUBSISTEMAS EXCAVADORA	
SISTEMA HIDRÁULICO		
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA	
Cilindro estabilizador	Soporta la presión hidráulica que crea el aceite sobre el pistón y permite que se mueva hacia adelante y hacia atrás de manera lineal permitiendo estabilizar a la máquina.	
Bomba hidráulica	Enviar el aceite con la presión necesaria para el accionamiento de los sistemas de elevación.	
Cilindro del brazo	Resiste la presión hidráulica generada por el aceite sobre el pistón permitiendo el movimiento hacia adelante y hacia atrás de manera lineal del brazo.	
Caja de válvulas	Alojar y proteger las válvulas y piezas especiales en cruce de tuberías.	
Cilindro de rotación	Soportar la presión hidráulica que crea el aceite sobre el pistón y hace que se mueva y pueda rotar, para poder generar el movimiento de la pluma.	
Conexión hidráulica	Trasladar el fluido en todo el sistema.	
Limitador de presión	Protege el sistema cuando existe sobre presión.	
Tanque hidráulico	Encargado de almacenar el líquido hidráulico para posteriormente ser enviado a los diferentes elementos.	
Válvulas de control	Encargadas de bloquear a accionar el paso de líquidos y gases en el proceso.	
Tuberías de la palanca exterior	Soportar la presión generada en su interior generado por el fluido en el momento de realizar el trabajo.	

Fuente: El Autor

Tabla 30:Función de los componentes del sistema de lubricación de la excavadora.

SISTEMA DE LUBRICACIÓN	
COMPONENTES	FUNCIÓN PRINCIPAL
Bomba de aceite	Encargada de mantener el caudal y la presión en el sistema mediante la aspiración del aceite del cárter y dirigirlo bajo presión a los diferentes elementos.
Filtro del aceite del motor	Encargado proteger al líquido lubricante de las impurezas que se encuentran en el aceite.
Indicador del nivel de aceite	Constatar el porcentaje de aceite con que cuenta el sistema de lubricación.
Varilla del nivel de aceite	Mostrar la cantidad de aceite posee el sistema.
Respiradero	Elemento encargado de proteger al líquido de las sobrepresiones.

Fuente: El Autor

Tabla 31:Función de los componentes del sistema de enfriamiento de la excavadora

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Ventilador	Impulsar aire a altas presiones para poder tener una temperatura optima en su funcionamiento.
Enfriador de aceite del motor	Mantener la temperatura del aceite del motor en un rango recomendado por el fabricante.
Mangueras	Encargadas de distribuir el fluido hacia los diferentes elementos para mantener una temperatura optima en funcionamiento.
Bomba de agua	Encargada de hacer circular el fluido por el sistema con un determinado caudal y presión.
Tuberías del enfriador	Hacer circular el aire por el sistema.
Tanque de expansión	Acumular cierta cantidad de fluido para posteriormente ser distribuidos por el sistema.

Fuente: El Autor

Tabla 32:Función de los componentes del sistema de tren de rodaje de la excavadora

SISTEMA TREN DE RODAJE	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Cadenas	Elementos compuestos de eslabones y acoplados mediante bocines los cuales tienen como función dar movimiento al tren de rodaje.
Eslabones	Elementos que forman la cadena del tren de rodaje los cuales permiten dar movimiento.
Pines	Elemento encargado de unir los eslabones y formar el tren de rodaje.
Ruedas guías	Elementos que permiten el movimiento de la máquina.
Zapatas	Elementos que se acoplan a la cadena los cuales permiten el movimiento de la máquina.
Bocines	Unir los pines de la cadena del tren de rodajes.
Mando final	Desmultiplicar constantemente las vueltas del árbol de transmisión en las ruedas motrices y convertir el giro longitudinal en giro transversal.

Fuente: El Autor

Tabla 33:Función de los componentes del sistema de admisión y escape de la excavadora

SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Múltiple de escape	Encargado de la recolección de todos los gases producidos en la combustión para poderlos expulsar por el escape para evitar la disminución de potencia del motor.
Filtros de aire	Encargado de retener todas las impurezas que existen en el aire al circular en el sistema.
Silenciador	Encargado de disminuir los ruidos producidos por los gases luego de haber realizado la combustión en el instante que sale del moto
Turbocompresor	Encarga de comprimir aire antes de que este ingrese en los cilindros, donde se produce la detonación de la mezcla (combustible y aire).
Conexión de entrada	Conectar al múltiple de escape con el motor para poder desalojar los gases producidos en la combustión.

Fuente: El Autor

Tabla 34:Funciones de los componentes del sistema de alimentación de combustible de la excavadora

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Tanque de combustible	Acumulador el combustible diseñado para líquidos inflamables que suele formar parte del sistema del motor.
Bomba de cebado	Depurar el sistema cuando se cambian los filtros o se desceban las tuberías.
Bomba de inyección	Encargada de aspirar y dirigir el combustible por los conductos hacia los diferentes elementos del sistema.
Filtro de combustible	Encargado de retener las impurezas existentes en el combustible evitando que circulen en el sistema.
Tuberías del filtro de combustible	Encargadas de conducir el combustible para posteriormente realizar la combustión en el interior del motor.

Fuente: El Autor

Tabla 35:Función de los componentes del sistema eléctrico y arranque de la excavadora

SISTEMA ELÉCTRICO Y ARRANQUE	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Baterías	Almacenar energía química que se transforma en energía eléctrica al momento que se activa un equipo.
Alternador	Encargado de generar corriente alterna y producir corriente eléctrica por medio de campos magnéticos para los dispositivos eléctricos de la máquina.
Panel de bujías	Controlar el funcionamiento de todos los circuitos eléctricos del sistema.
Motor de arranque	Encargado de facilitar el arranque del motor, venciendo la resistencia al momento del arranque del mismo.
Cables del motor	Elementos encargados de llevar la corriente a los distintos elementos del motor.
Relé	Elemento encargado de abrir o cerrar el paso de la corriente.

Fuente: El Autor

Tabla 36:Funciones de los componentes del sistema de frenos de la excavadora.

SISTEMA DE FRENOS	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Freno de servicio	Cuando el pedal de freno es oprimido, los platos y discos son hidráulicamente comprimidos, la fricción entre los platos y discos causa que las ruedas giren más lentamente o se detengan.
Freno de parqueo	Frenar la máquina cuando esta se encuentre encendida o apagada, es activada por resortes y desactivada por aceite.
Válvula de freno de servicio	Controla el flujo de caudal de aceite y la presión de los frenos delanteros y posteriores.
Control de los frenos	Verificar y controlar la velocidad de las ruedas al momento de producir el frenado.
Tanque del sistema de freno	Depositar aire el cual será utilizado posteriormente para el frenado.

Fuente: El Autor

Tabla 37:Función de los componentes del sistema de dirección de la excavadora

SISTEMA DE DIRECCIÓN	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Control de dirección	Elemento encargado de sustentar el peso de algunos componentes del sistema de dirección.
Tubería de dirección	Transmitir movimiento del volante hacia los demás elementos.
Eje delantero	Elemento encargado de sustentar el peso de algunos componentes del sistema.
Bomba	Elevar la presión, para acoplar una dirección más directa, obtiene una mayor rapidez de giro en las ruedas.
Columna de dirección	Transmitir movimiento del volante a la caja de engranes.

Fuente: El Autor

Tabla 38: Función de los componentes del sistema motor de la excavadora

SISTEMA DEL MOTOR	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Árbol de levas	Elemento encargado de activar y desactivar las válvulas de admisión y escape en intervalos repetitivos.
Tapa de la culata	Se encarga de proteger a todos los elementos que se encuentran en su interior de las distintas partículas que afectan al sistema.
Cigüeñal	Transforma el movimiento rectilíneo alternativo en circular uniforme y viceversa, mediante la fuerza transmitida por la biela y el pistón tras la explosión en la cámara de combustión.
Block del motor	Tiene conexiones y aperturas a través de las cuales varios dispositivos adicionales son controlados a través de la rotación del cigüeñal, como puede ser la bomba de combustible, etc.
Culata de cilindros	Se encarga de sellar superiormente los cilindros de un motor de combustión para evitar la pérdida de compresión. También aloja en ella el eje de levas, las bujías, válvulas, etc.
Cárter	Se encarga de cerrar y aislar al bloque del motor del exterior, el cual aloja el cigüeñal, el pistón y la biela. Pero su principal misión es albergar el aceite de lubricación del motor.
Tapón del motor	Elemento que se encarga de retener el aceite, para posteriormente ser alojado y reemplazado.

Fuente: El Autor

Tabla 39: Función de los componentes del sistema de transmisión de la cargadora frontal

	GADM SANTIAGO DE PÍLLARO	
	PARQUE AUTOMOTOR DEL GAD	
	MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO	
SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE LA CARGADORA FRONTAL		
SISTEMA DE TRANSMISIÓN		
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA	
Caja de transferencia	Encargada de conectar y desconectar las ruedas delanteras en vehículos de doble tracción. Otra de sus funciones es la de abastecer dos velocidades auxiliares.	
Ejes planetarios exteriores	Admite hacer diversas desmultiplicaciones con un solo juego de engranes se puede utilizar de muchas maneras, es el diferencial de casi todos los automóviles de motor y cambio transversal.	
Bomba de dirección	Es el dispositivo que presuriza el fluido de la dirección hidráulica y lo envía a la caja de dirección para que el vehículo pueda ser asistido y gire a la derecha o a la izquierda.	
Caja de cambios	Aumentar, mantener o disminuir la relación de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas.	
Embrague	Encargado de encajar o desencajar, el motor al resto del sistema de transmisión.	
Par cónico diferencial	Tener constante la suma de las velocidades de las ruedas motrices antes de tomar una curva y convertir al giro longitudinal, en giro transversal de los neumáticos.	
Juntas de transmisión	Acopla los elementos de transmisión y permitir variaciones de longitud y posición.	
Transmisión	Desconectar las ruedas motrices del motor, consiguiendo una relación de velocidades diferentes entre el motor y las ruedas.	

Fuente: El Autor

Tabla 40:Funciones del sistema eléctrico de la cargadora frontal.

SISTEMA ELÉCTRICO	
Componente	Función principal
Batería	Almacenar energía química que se transforma en energía eléctrica al momento que se activa un equipo.
Alternador	Encargado de generar corriente alterna y producir corriente eléctrica por medio de campos magnéticos para los dispositivos eléctricos de la máquina.
Regulador de voltaje	Encargado de mantener un nivel de tensión o voltaje constante.
Llave de ignición/Interruptor de parada	Encargado de activar o detener la máquina en su totalidad por motivos de seguridad.
Motor de arranque	Encargado de facilitar el arranque del motor, venciendo la resistencia inicial al momento del arranque del mismo.
Subsistema de iluminación	Proporcionar iluminación en el área de trabajo de la máquina.
Subsistema de arranque	Permite un movimiento inicial de giro al motor para que este entre en funcionamiento.

Fuente: El Autor

Tabla 41:Funciones del sistema de frenos de la cargadora frontal.

SISTEMA DE FRENOS	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Válvula de frenos	Controla y regula la presión hidráulica generada.
Bomba de freno	Mediante el accionamiento del pedal convertir la energía mecánica en energía hidráulica.
Pedal de freno	Permite transmitir una fuerza la cual es accionada por el conductor al sistema hidráulico.

Fuente: El Autor

Tabla 42:Continuación funciones del sistema de frenos de la cargadora frontal.

Freno de estacionamiento/ freno de mano.	Detener la máquina cuando esta se encuentre en movimiento, es activada por resortes y desactivada por aceite.
Discos	Transformar la energía cinética en energía calórica al interactuar el disco con las pastillas. Disminuir la velocidad al mover el aire a su alrededor como lo haría un ventilador. Un ventilador y transmitir su energía a la atmósfera.
Resortes	Regresar los pistones cuando la presión hidráulica baja.
Engranajes planetarios	Girar dentro de la corona fija y transmitir par al conjunto de la rueda.
Engranaje solar	Transmitir la potencia a los ejes planetarios.
Mangueras y acoples	Trasladar el líquido de freno. Soportar altas presiones ejercidas por el sistema

Fuente: El Autor

Tabla 43:Funciones del sistema hidráulico de la cargadora frontal.

SISTEMA HIDRÁULICO	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Bomba	Encargada de generar el movimiento del aceite a través del circuito, transformando la energía mecánica en energía hidráulica.
Válvula de control de direccional	Traslada el aceite a circuitos separados de un sistema hidráulico.
Válvula de control de presión	Controla la presión en el circuito pueden ser de secuencia, alivio o reductores de presión.
Acumulador de presión	Compensar el aceite requerido por el sistema de dirección cuando la demanda excede el flujo de la bomba o falle el motor.

Fuente: El Autor

Tabla 44:Continuación funciones del sistema hidráulico de la cargadora frontal.

Bridas	Unir mangueras y tubos de gran diámetro.
Motor de presión hidráulico	Utiliza el flujo de aceite enviado por la bomba para convertirlo en movimiento rotatorio impulsado.
Filtros	Detener las impurezas existentes en el aceite hidráulico que puedan producir daños en el sistema.
Enfriador de aceite	Encargado de mantener la temperatura adecuada en el aceite recomendado por el fabricante, para su óptimo funcionamiento.
Cañerías y Mangueras	Encargadas de transportar el líquido a los diferentes elementos del sistemas.
Cilindro de la cuchara	Transforma le energía cinética en energía mecánica en la cuchara para darle movimiento.
Tuberías hidráulicas	Utilizadas para garantizar una buena suministración de aceite y usadas en distancia entre generadores son grandes y la toma es demasiada grande.
Cilindro de elevación	Encargado de trasformar la energía cinética en energía mecánica para poder elevar el cucharon.
Tanque hidráulico	Encargado de depositar y garantizar un amplio suministro de aceite permitiendo que se asienten las partículas y que el aire se separe del aceite

Fuente: El Autor

Tabla 45:Funciones del sistema de suspensión de la cargadora frontal.

SISTEMA DE SUSPENSIÓN	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Barra estabilizadora	Compensar las cargas desiguales generadas cuando la máquina se expone a curvas
Amortiguadores	Atenuar las oscilaciones de la máquina
Elementos elásticos	Encargada de absorber las atenuaciones en el momento del cambio de marchas.

Fuente: El Autor

Tabla 46:Funciones del sistema de enfriamiento de la cargadora frontal.

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Cámara de refrigeración	Permite la circulación del líquido refrigerante para evacuar el calor producido por el trabajo de la máquina.
Bomba de agua	Encargada de impulsar el líquido refrigerante en el sistema permitiendo la refrigeración del motor mediante el intercambiador de calor.
Termostato	Modula la temperatura del refrigerante ya sea para el calentamiento del motor o mantener en una temperatura óptima para su funcionamiento.
Porta termostato	Encargado de contener al termostato.
Válvula de purga	Permite la evacuación del aire del sistema
Correa	Transmite el movimiento del motor a la bomba para su giro.

Fuente: El Autor

Tabla 47:Funciones del sistema del motor subsistema de alimentación de combustible de la cargadora.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Deposito del combustible	Encargado de almacenar el combustible.
Bomba de alimentación	Encargada de aspirar el combustible y transportarlo hasta la bomba de inyección.
Bomba de inyección	Enviar el combustible de acuerdo a la cantidad requerida por el motor. Entregar el combustible de acuerdo al orden de inyección del motor.
Inyectores	Transportar el combustible pulverizado de tal manera que este sea roseado de forma homogénea en toda la cámara de combustión.
Elementos filtrantes	Retener las impurezas que contiene el combustible para evitar daños en el sistema
Deposito del arranque en frio	Permitir el arranque del motor de una manera rápida y fácil cuando este se encuentra frio.

Fuente: El Autor

Tabla 48:Funciones del sistema del motor subsistema de distribución de la cargadora.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	
COMPONENTES	FUNCIÓN PRINCIPAL
Válvulas	Encargada de controlar la admisión y escape de los gases producidos en la combustión.
Árbol de levas	Verificar la apertura y cierre de las válvulas de admisión y escape.
Varilla empujadora	Cambiar el movimiento rotatorio de la leva en movimiento rectilíneo provocado por la apertura de la leva.
Balancín	Convierte el movimiento lineal del empujador en movimiento oscilatorio accionando la válvula directamente.
Muelles para las válvulas	Cerrar las válvulas siempre y cuando la leva no lo abra.

Fuente: El Autor

Tabla 49:Funciones del sistema del motor subsistema de refrigeración de la cargadora.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE REFRIGERACIÓN	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Ventilador	Permitir la circulación de una gran cantidad de aire en el radiador para que tenga un buen funcionamiento del sistema.
Radiador	Ceder el calor del líquido refrigerante al medio ambiente.
Tapa del radiador	Aumentar el punto de ebullición del agua.
Termostato	Retener el paso del refrigerante hasta el motor para alcanzar la temperatura adecuada.
Bomba de agua	Enviar el líquido refrigerante a través del bloque y de regreso al radiador.
Depósito de recuperación	Almacenar el agua que el radiador despiden cuando el sistema sube la temperatura y devuelve cuando el sistema se estabiliza.
Mangueras	Conduce el líquido refrigerante del radiador hacia el bloque.

Fuente: El Autor

Tabla 50:Funciones del sistema del motor subsistema de admisión de la cargadora.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE ADMISIÓN	
COMPONENTES	FUNCIÓN PRINCIPAL
Válvula de escape	Permite que parte de los gases de escape salgan del bloque del motor sin pasar por la turbina.
Múltiple de escape	Repartir el aire limpio desde el filtro de aire a cada uno de los filtros.
Filtro	Detener las impurezas que puedan causar daños al motor.
Mangueras	Conducir el aire refrigerante del radiador hacia el bloque y de regreso al radiador.

Fuente: El Autor

Tabla 51:Funciones del sistema del motor subsistema de lubricación de la cargadora.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE LUBRICACIÓN	
COMPONENTES	FUNCIÓN PRINCIPAL
Bomba de aceite	Aspirar el aceite del cárter y conducirlo mediante presión a los diferentes elementos.
Elementos filtrantes	Detener impurezas que se encuentran en el aceite para evitar daños en el sistema.
Enfriador del aceite	Encargado de mantener la temperatura adecuada del aceite recomendado por el fabricante para su buen funcionamiento.
Mangueras	Medio de conducción del aceite hacia los diferentes elementos del sistema.
Carter	Contener la cantidad necesaria de aceite para poder realizar su lubricación.

Fuente: El Autor

Tabla 52:Funciones del sistema del motor subsistema mecánico de la cargadora.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA MECÁNICO	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Camisas	Resistir el empuje lateral del pistón, convirtiéndose en la culata del pistón alternativo.
Pistón	Enviar la fuerza generada en el proceso de la combustión de la mezcla a la biela.
Anillo de pistón	Actuar como sellos en movimiento, controlando la lubricación del cilindro y manteniendo la presión de combustión.
Biela	Transmitir el movimiento al cigüeñal.
Block del motor	Colocar al cigüeñal, las bielas y a los pistones.
Culata	Formar una cámara sobre el bloque donde se desarrolla el trabajo el cilindro.
Junta de la culata	Conservar la estanquidad entre el bloque y la culata evitando que los gases de combustión entren a la cámara de refrigeración.
Cigüeñal	Cambiar el movimiento lineal del pistón en movimiento rotatorio para posteriormente transmitirlo al sistema de transmisión.
Volante de inercia	Normalizar el funcionamiento del motor acumulando energía durante el proceso de la combustión y cediendo en tiempos pasivos.

Fuente: El Autor

Tabla 53: Función de los componentes del sistema eléctrico de la motoniveladora

	GADM SANTIAGO DE PÍLLARO	
	PARQUE AUTOMOTOR DEL	
	GAD MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO	
	SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE LA MOTONIVELADORA	
SISTEMA ELÉCTRICO		
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA	
Batería	Almacenar energía química que se transforma en energía eléctrica al momento que se activa un equipo.	
Alternador	Encargado de generar corriente alterna y producir corriente eléctrica por medio de campos magnéticos.	
Motor de arranque	Encargado de facilitar el arranque del motor, venciendo la resistencia inicial al momento del arranque del mismo.	
Regulador de voltaje	Encargado de mantener un nivel de tensión o voltaje constante.	
Subsistema de arranque	Permite un movimiento inicial de giro al motor para que este entre en funcionamiento.	
Subsistema de iluminación	Proporcionar iluminación en el área de trabajo de la máquina.	
Computador o memoria	Encargada de dar la orden en el momento de la activación de los servicios de la máquina que son alimentados por la batería.	
Relés	Elemento que controla un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, y se considera como un amplificador eléctrico.	

Fuente: El Autor

Tabla 54:Función de los componentes del sistema de frenos de la motoniveladora

SISTEMA FRENOS	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Bomba de freno	Mediante el accionamiento del pedal convertir la energía mecánica en energía hidráulica.
Disco	Transformar la energía cinética en energía calórica al interactuar el disco con las pastillas. Disminuir la velocidad al mover el aire a su alrededor como lo haría un ventilador.
Válvula de freno	Controla y regula la presión hidráulica generada.
Resortes	Regresar los pistones cuando la presión hidráulica baja.
Freno de parqueo	Detener la máquina cuando esta se encuentre en movimiento, es activada por resortes y desactivada por aceite.
Mangueras y acoples	Trasladar el líquido de freno. Soportar altas presiones ejercidas por el sistema
Engranaje planetario	Girara dentro de la corona fija y transmitir par al conjunto de la rueda.
Engranaje solar	Girara dentro de la corona fija y transmitir par al conjunto de la rueda.

Fuente: El Autor

Tabla 55:Función de los componentes del sistema hidráulico de la motoniveladora

SISTEMA HIDRÁULICO	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Tanque hidráulico	Encargado de depositar y garantizar un amplio suministro de aceite permitiendo que se asienten las partículas y que el aire se separe del aceite.
Cañerías	Encargadas de conducir el líquido a los diferentes elementos del sistemas.
Válvula de control de presión	Controla la presión en el circuito pueden ser de secuencia, alivio o reductores de presión.
Acumulador de presión	Compensar el aceite requerido por el sistema de dirección cuando la demanda excede el flujo de la bomba o falle el motor.
Mangueras	Transporta el aceite hidráulico soportando altas presiones.
Bomba	Encargada de generar el movimiento del aceite a través del circuito, transformando la energía mecánica en energía hidráulica.

Fuente: El Autor

Tabla 56:Continuación función de los componentes del sistema hidráulico de la motoniveladora.

Motor hidráulico	Utiliza el flujo de aceite enviado por la bomba para convertirlo en movimiento rotatorio impulsado.
Válvula de control de direccional	Traslada el aceite a circuitos separados de un sistema hidráulico.
Filtro	Detener las impurezas que pueden dañar los componentes.
Enfriador de aceite	Encargado de mantener la températe óptima recomendó por el fabricante para el buen funcionamiento de los elementos.

Fuente: El Autor

Tabla 57:Función de los componentes del sistema de transmisión de la motoniveladora

SISTEMA DE TRANSMISIÓN	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Caja de velocidades	Encargada de aumentar, mantener o disminuir la relación de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas.
Corona	Encargado de transmitir movimiento a todo el sistema mediante ejes de transmisión.
Embrague	Encajar o desengajar, el motor al resto del sistema de transmisión
Servo transmisor	Mecanismo que da movimiento a la maquina mediante los elementos internos del servo transmisor
Semi árbol de transmisión	Transmite el movimiento del grupo cónico diferencial hasta las ruedas motrices cuando el sistema carece del árbol de transmisión.
Planetarios	Permite la tracción a la corona y posteriormente la movilización de la misma.
Par cónico diferencial	Mantener constante la suma de las velocidades que llevan las ruedas motrices antes de tomar una curva.
Convertidor	Brindar fuerza trabaje el servo transmisión.

Fuente: El Autor

Tabla 58:Función de los componentes del sistema de enfriamiento de la motoniveladora

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Bomba de agua	Encargada de impulsar el líquido refrigerante en el sistema permitiendo la refrigeración del motor mediante el intercambiador de calor.
Cámara de refrigeración	Lugar donde se realiza la circulación del líquido refrigerante para evacuar el calor.
Termostato	Modula la temperatura del refrigerante, ya sea para el calentamiento del motor o mantenerlo en una temperatura óptima para realizar su trabajo.
Porta termostato	Contener el termostato con el fin de poder revisarlo o cambiarlo.
Radiador	Trasladar el calor del líquido refrigerante al medio ambiente.
Tapa del radiador	Cerrar el sistema de llenado.
Válvula de purga	Permite evacuar el aire del sistema.
Sellos de agua	Aumenta considerable el volumen de refrigeración debido al congelamiento.

Fuente: El Autor

Tabla 59:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de distribución de la motoniveladora

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Válvulas	Controlar la admisión y escape de los gases producidos en la combustión.
Muelle de las válvulas	Obstruir a las válvulas siempre y cuando las levas no las abran.
Árbol de levas	Controlar la apertura y cierre de las válvulas de admisión y escape.
Balancines	Transformar el movimiento lineal del empujador en movimiento oscilatorio accionando la válvula de forma directa.
Varilla empujadora	Transforma el movimiento rotatorio de la leva en movimiento lineal provocando la apertura de la válvula.

Fuente: El Autor

Tabla 60:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de alimentación de combustible de la motoniveladora

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Depósito de combustible	Lugar designado a almacenar el combustible necesario para la máquina.
Bomba de alimentación de combustible	Encargada de aspirar el combustible y transportarlo hasta la bomba de inyección.
Bomba de inyección	Enviar el combustible de acuerdo a la cantidad requerida por el motor. Entregar el combustible de acuerdo al orden de inyección del motor.
Inyectores	Dirigir el chorro de combustible pulverizado de manera que este se esparza homogéneamente por toda la cámara de combustión
Filtros	Encargados de retener las impurezas existentes en el combustible para así evitar el daño de los diferentes elementos del sistema.

Fuente: El Autor

Tabla61:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de refrigeración de la motoniveladora

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE REFRIGERACIÓN	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Bomba de agua	Enviar el líquido refrigerante a través del bloque y de regresarlo al radiador.
Depósito de recuperación	Contener el agua que el radiador expulsa cuando la temperatura se eleva y lo devuelve cuando este se estabiliza.
Radiador	Encargado de transferir el calor del líquido refrigerante al medio ambiente
Mangueras	Encargadas de conducir el líquido refrigerante por el sistema.
Ventilador	Suministrar aire a alta presión al radiador para que este pueda estar en una temperatura optima de funcionamiento.
Termostato	Cerrar el paso del refrigerante hasta que el motor alcance la temperatura adecuada de funcionamiento.

Fuente: El Autor

Tabla62:De los componentes del sistema del motor subsistema de admisión de la motoniveladora

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE ADMISIÓN	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Múltiple de escape	Repartir el aire limpio desde el filtro de aire a cada uno de los cilindro.
Turbo compresor	Utiliza los gases de escape del motor y los usa para comprimir el aire fresco del conducto de admisión.
Filtro primario	Detener e impedir que ingresen las impurezas al motor.
Filtro secundario	Recoger los contaminantes e impedir el paso de polvo al motor.
Mangueras	Trasladar el flujo de aire para refrigerar el bloque y regresarlo al radiador.

Fuente: El Autor

Tabla63:Función de los componentes del sistema del motor subsistema mecánico de la motoniveladora

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA MECÁNICO	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Volante de inercia	Regularizar el funcionamiento del motor almacenando energía durante la combustión y cediendo en tiempos pasivos.
Block del motor	Alojar las bielas, el cigüeñal y los pistones.
Biela	Transmitir el movimiento del pistón al cigüeñal.
Cigüeñal	Convertir el movimiento lineal del pistón, en movimiento rotatorio para transmitirlo al sistema de transmisión.
Culata	Lugar donde se desarrolla el trabajo formando una cámara sobre el bloque.
Junta de la culata	Mantener la estanqueidad entre el bloque y la culata evitando que entren los gases al sistema de refrigeración.
Cojinetes de muñones	Impedir el desgaste provocado por rozamiento en los lugares de giro y articulaciones.
Camisas	Oponerse al empuje lateral del pistón, convirtiéndose en la culata del pistón alternativo.

Fuente: El Autor

Tabla 64: Función de los componentes del sistema del motor subsistema de lubricación de la motoniveladora

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE LUBRICACIÓN	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Bomba de aceite	Encargada de enviar el aceite del cárter a los distintos elementos del sistema mediante presión.
Filtros	Encargados de retener las impurezas existentes en el aceite para evitar daños en los elementos del sistema.
Carter	Contener la cantidad necesaria de aceite para la lubricación del motor y al mismo tiempo funcionando como un medio enfriador.
Mangueras	Encargadas de conducir el aceite a los elementos del sistema.

Fuente: El Autor

Tabla 65: Función de los componentes del sistema del tren de rodaje de la retroexcavadora

	GADM SANTIAGO DE PÍLLARO	
	PARQUE AUTOMOTOR DEL GAD MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO	
	SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE LA RETROEXCAVADORA	
SISTEMA DEL TREN DE RODAJE		
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA	
Cadena	Encargado de transmitir movimiento a todo el tren de rodaje de la máquina.	
Eslabones	Encargados de la formación de la cadena del tren de rodaje son unidos por medio de pines.	
Pines	Elementos encargados de unir los eslabones de la cadena del tren de rodaje de la máquina.	
Bocines	Elementos que tienen como función la unión del pin a la cadena del tren de rodaje.	
Ruedas guías	Elementos mecánicos los cuales permiten el movimiento de la máquina de un lugar a otro.	
Zapatas	Elementos acoplados a la cadena los cuales permiten el movimiento de la máquina de un lugar a otro.	
Mando final	Desmultiplicar constantemente las vueltas del árbol de transmisión en las ruedas motrices para convertir el giro longitudinal en giro transversa de las ruedas.	

Fuente: El Autor

Tabla 66:Función de los componentes del sistema del lubricación de la retroexcavadora

SISTEMA DE LUBRICACIÓN	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Bomba de aceite del motor	Poner en circulación el aceite por todo el sistema, manteniendo una presión y caudal adecuado para el motor.
Filtro del aceite	Encargado de retener las impurezas existentes en el aceite para evitar el daño de los componentes del sistema.
Varilla de nivelación del aceite	Encargada de indicar el nivel de aceite existente.
Indicador del nivel de aceite	Verifica el porcentaje de aceite con que cuenta el sistema de lubricación.
Respiraderos	Se encarga de proteger de las sobre presiones producidas en el sistema.

Fuente: El Autor

Tabla 67:Función de los componentes del sistema de admisión y escape de la retroexcavadora

SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Múltiple de escape	Encargado de la recolección de los gases producidos por la cámara de combustión para expulsarlos por el escape hacia el ambiente.
Filtro de aire	Retiene las impurezas existentes en el ambiente evitando que ingresen en el sistema.
Turbo compresor	Encargado de recolectar los gases producidos en la cámara de combustión para luego comprimirlos en los cilindros a mayor presión.
Silenciador	Se encarga de disminuir el ruido producido por los gases luego de salir del motor, interactuando las diferentes válvulas.
Conexiones de entrada	Unir al múltiple de escape con el motor.

Fuente: El Autor

Tabla 68:Función de los componentes del sistema de enfriamiento de la retroexcavadora.

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Ventilador	Encargado de enviar aire a alta presión para mantenerlo en una temperatura óptima.
Bomba de agua	Enviar el líquido refrigerante por el sistema con una determinada presión y caudal.
Tanque de expansión	Encargado de acumular una cierta cantidad a una presión determinada para luego ser enviada por el sistema.
Acumulador de presión	Deposito que se encargad de acumular líquido a una cierta presión para luego ser enviado así el sistema.
Tuberías de enfriamiento	Cumplen la función de hacer circular la corriente de aire por todo el sistema.
Enfriador de aceite del motor	Encargado de mantener una temperatura optima del aceite para su buen funcionamiento el cual es recomendado por el fabricante.
Mangueras	Transportar el líquido refrigerante a los diferentes elementos del sistema.

Fuente: El Autor

Tabla 69:Función de los componentes del sistema de alimentación de combustible de la retroexcavadora.

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Tanque de combustible	Sirve como depósito del combustible diseñado para líquidos inflamables.
Bomba de inyección	Aspirar el combustible y dirigirlos así los distintos elementos del sistema.
Bomba de cebado	Permite purgar el sistema cuando se cambia los filtros o se desceban las tuberías.
Filtro de combustible	Detener las impurezas existentes en el combustible así evitando daños en los diferentes elementos del sistema

Fuente: El Autor

Tabla 70:Función de los componentes del sistema de frenos de la retroexcavadora

SISTEMA DE FRENOS	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Freno de servicio	Son activados mediante la fuerza ejercida sobre los pedales los cuales mediante la fricción de los platos y discos causan que las ruedas giren más lentamente.
Freno de parqueo	Son activados mediante resortes y desactivados por el aceite son utilizados para la máquina.
Válvula de freno de servicio	Controla la cantidad de aceite y presión de los frenos de servicio delantero funcionando como válvula reductora de presión.
Válvula de parqueo	Controla la cantidad de aceite y presión de los frenos de parqueo cuando la válvula de freno de parqueo está en posición desactivada.
Tanque del sistema de frenos	Almacena el aire para su posterior uso en el proceso de frenado.

Fuente: El Autor

Tabla 71:Función de los componentes del sistema eléctrico de la retroexcavadora

SISTEMA ELÉCTRICO	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Batería	Almacenar energía química que se transforma en energía eléctrica al momento que se activa un equipo.
Alternador	Encargado de generar corriente alterna y producir corriente eléctrica por medio de campos magnéticos para los dispositivos eléctricos de la máquina.
Bujías	Encargado de suministrar la chispa para que se pueda realizar el proceso de combustión en el interior de la cámara.
Motor de arranque	Encargado de facilitar el arranque del motor, venciendo la resistencia inicial al momento del arranque del mismo.
Relé	Elemento que controla un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, y se considera como un amplificador eléctrico.
Cables	Elemento por el cual lleva la energía eléctrica a los distintos dispositivos o elementos eléctricos.
Panel de fusibles	Controla el funcionamiento de los circuitos electrónicos.

Fuente: El Autor

Tabla 72: Función de los componentes del sistema de dirección de la retroexcavadora.

SISTEMA DE DIRECCIÓN	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Control de la dirección o volante	Encargado de controlar el sentido de dirección de la máquina.
Columna de dirección	Encargado de transmitir la dirección del movimiento del volante a la caja de engranajes.
Bomba	Se encarga de aumentar la presión, para acoplar una dirección más directa, con una menor reducción con lo que se obtiene una mayor rapidez de giro en las ruedas.
Eje delantero	Encargado de soportar el peso de algunos elementos del sistema.
Tuberías de dirección	Transmitir movimiento mediante el volante hacia los demás elementos del sistema.

Fuente: El Autor

Tabla 73: Función de los componentes del sistema motor de la retroexcavadora

SISTEMA DEL MOTOR	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Block del motor	Es alojar el tren alternativo, formado por el cigüeñal, las bielas y los pistones.
Cigüeñal	Encargada de transformar el movimiento alternativo del pistón en un movimiento circular.
Tapa de la culata	Proteger a los elementos que se encuentran en su interior protegiéndole de las distintas partículas que pueden afectar al sistema.
Árbol de levas	Encargada de activar y de desactivar las válvulas de admisión y escape.
Carter	Encargado de cerrar y aislar del exterior el bloque del motor, que aloja el cigüeñal, el pistón y la biela. Pero su principal misión es albergar el aceite de lubricación del motor.
Tapón del motor	Encargado de retener el aceite, a la vez también como depurador, para posteriores cambios de aceite
Culata del cilindro	Sellar las superficies de los cilindros para evitar la pérdida de compresión.

Fuente: El Autor

Tabla 74: Función de los componentes del sistema hidráulico de la retroexcavadora

SISTEMA HIDRÁULICO	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Cilindro del cucharon	Resiste la presión hidráulica que ejerce el aceite sobre el pistón y permite que se mueva hacia adelante y hacia atrás produciendo el movimiento del cucharon.
Cilindro estabilizador	Soporta la presión hidráulica que crea el aceite sobre el pistón y permite que se mueva hacia adelante y hacia atrás de manera lineal permitiendo estabilizar a la máquina.
Bomba hidráulica	Enviar el aceite con la presión necesaria para el accionamiento de los sistemas de elevación.
Cilindro del brazo	Resiste la presión hidráulica generada por el aceite sobre el pistón permitiendo el movimiento hacia adelante y hacia atrás de manera lineal del brazo.
Caja de válvulas	Alojar y proteger las válvulas y piezas.
Cilindro de rotación	Soportar la presión hidráulica que crea el aceite sobre el pistón y hace que se mueva y pueda rotar, para poder generar el movimiento de la pluma.
Conexión hidráulica	Trasladar el fluido en todo el sistema.
Limitador de presión	Protege el sistema cuando existe sobre presión.
Tanque hidráulico	Encargado de almacenar el líquido hidráulico para posteriormente ser enviado a los diferentes elementos.
Bomba de aceite	Encargada de suministrar el aceite asía los diferentes elementos del sistema mediante un caudal y presión determinada.
Válvulas de control	Encargadas de bloquear a accionar el paso de líquidos y gases en el proceso.
Tuberías de la palanca exterior	Soportar la presión generada en su interior generado por el fluido en el momento de realizar el trabajo.

Fuente: El Autor

Tabla 75:Función de los componentes del sistema eléctrico de la minicargadora

	GADM SANTIAGO DE PÍLLARO	
	PARQUE AUTOMOTOR DEL	
	GAD MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO	
	SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DEL MINICARGADORA	
SISTEMA ELÉCTRICO		
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA	
Batería	Almacenar energía química que se transforma en energía eléctrica al momento que se activa un equipo.	
Alternador	Encargado de generar corriente alterna y producir corriente eléctrica por medio de campos magnéticos.	
Regulador de voltaje	Encargado de mantener un nivel de tensión o voltaje constante.	
Llave de ignición/Interruptor de parada	Encargado de activar o detener la maquina en su totalidad por motivos de seguridad.	
Motor de arranque	Encargado de facilitar el arranque del motor, venciendo la resistencia inicial al momento del arranque del mismo.	
Subsistema de iluminación	Proporcionar iluminación en el área de trabajo de la máquina.	
Subsistema de arranque	Permite un movimiento inicial de giro al motor para que este entre en funcionamiento.	

Fuente: El Autor

Tabla 76: Función de los componentes del sistema hidráulico de la minicargadora.

SISTEMA HIDRÁULICO	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Cilindro del cucharón	Resiste la presión hidráulica que ejerce el aceite sobre el pistón y permite que se mueva hacia adelante y hacia atrás produciendo el movimiento del cucharón.
Cilindro estabilizador	Soporta la presión hidráulica que crea el aceite sobre el pistón y permite que se mueva hacia adelante y hacia atrás de manera lineal.
Bomba hidráulica	Enviar el aceite con la presión necesaria para el accionamiento de los sistemas de elevación.
Cilindro del brazo	Resiste la presión hidráulica generada por el aceite sobre el pistón permitiendo el movimiento hacia adelante y hacia atrás de manera lineal del brazo.
Bomba	Genera el movimiento del aceite a través del circuito, transformando la energía mecánica en energía hidráulica.
Válvula de control de direccional	Traslada el aceite a circuitos separados de un sistema hidráulico.
Válvula de control de presión	Controla la presión en el circuito pueden ser de secuencia, alivio o reductores de presión.
Acumulador de presión	Compensar el aceite requerido por el sistema de dirección cuando la demanda excede el flujo de la bomba o falle el motor.
Bridas	Unir mangueras y tubos de gran diámetro.
Motor de presión hidráulico	Utiliza el flujo de aceite enviado por la bomba para convertirlo en movimiento rotatorio impulsado.
Filtros	Detener las impurezas existentes en el aceite hidráulico que puedan producir daños en el sistema.
Enfriador de aceite	Mantiene la temperatura adecuada en el aceite recomendado por el fabricante
Cañerías	Encargadas de transportar el líquido a los diferentes elementos del sistemas.
Mangueras	Transporta el aceite hidráulico a grandes presiones.
Tuberías hidráulicas	Utilizadas para garantizar una buena suministración de aceite y usadas en distancia entre generadores
Cilindro de elevación	Encargado de transformar la energía cinética en energía mecánica para poder elevar el cucharón.
Tanque hidráulico	Encargado de depositar y garantizar un amplio suministro de aceite permitiendo que se asienten las partículas y que el aire se separe del aceite

Fuente: El Autor

Tabla 77: Función de los componentes del sistema de transmisión de la minicargadora.

SISTEMA DE TRANSMISIÓN	
Componente	Función principal
Caja de transferencia	Encargada de conectar y desconectar las ruedas delanteras en vehículos de doble tracción.
Ejes planetarios exteriores	Admite hacer diversas desmultiplicaciones con un solo juego de engranes se puede utilizar de muchas maneras, es el diferencial de casi todos los automóviles de motor y cambio transversal.
Bomba de dirección	Es el dispositivo que presuriza el fluido de la dirección hidráulica y lo envía a la caja de dirección para que el vehículo pueda ser asistido y gire.
Caja de cambios	Aumentar, mantener o disminuir la relación de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas.
Embrague	Encargado de encajar o desencajar, el motor al resto del sistema de transmisión.
Par cónico diferencial	Tener constante la suma de las velocidades de las ruedas motrices antes de tomar una curva y convertir al giro longitudinal, en giro transversal de los neumáticos.
Juntas de transmisión	Acopla los elementos de transmisión y permitir variaciones de longitud y posición.
Transmisión	Desconectar las ruedas motrices del motor, consiguiendo una relación de velocidades diferentes entre el motor y las ruedas.

Fuente: El Autor

Tabla 78: Función de los componentes del sistema de frenos de la minicargadora

SISTEMA DE FRENOS	
COMPONENTES	FUNCIÓN PRINCIPAL
Válvula de frenos	Controla y regula la presión hidráulica generada.
Bomba de freno	Mediante el accionamiento del pedal convertir la energía mecánica en energía hidráulica.
Pedal de freno	Permite transmitir una fuerza la cual es accionada por el conductor al sistema hidráulico.
Freno de estacionamiento/ freno de mano.	Detener la maquina cuando esta se encuentre en movimiento, es activada por resortes y desactivada por aceite.
Discos	Disminuir la velocidad al mover el aire a su alrededor como lo aria un ventilador. Un ventilador y transmitir su energía a la atmósfera.
Resortes	Regresar los pistones cuando la presión hidráulica baja.
Mangueras y acoples	Trasladar el líquido de freno. Soportar altas presiones ejercidas por el sistema

Fuente: El Autor

Tabla 79:Función de los componentes del sistema de enfriamiento de la minicargadora

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Cámara de refrigeración	Permite la circulación del líquido refrigerante para evacuar el calor producido por el trabajo de la máquina.
Bomba de agua	Encargada de impulsar el líquido refrigerante en el sistema con una presión y caudal apropiado.
Termostato	Modula la temperatura del refrigerante ya sea para el calentamiento del motor o mantener en una temperatura óptima para su funcionamiento.
Porta termostato	Encargado de contener al termostato.
Válvula de purga	Permite la evacuación del aire del sistema
Correa	Transmite el movimiento del motor a la bomba para su giro.

Fuente: El Autor

Tabla 80:Función de los componentes del sistema motor subsistema de admisión de la minicargadora.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE ADMISIÓN	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Válvula de escape	Permite que parte de los gases de escape salgan del bloque del motor sin pasar por la turbina.
Múltiple de escape	Repartir el aire limpio desde el filtro de aire a cada uno de los filtros.
Filtro	Detener las impurezas que puedan causar daños al motor.
Mangueras	Conducir el aire refrigerante del radiador hacia el bloque y de regreso al radiador.

Fuente: El Autor

Tabla 81:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de alimentación de combustible de la minicargadora.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Deposito del combustible	Encargado de almacenar el combustible.
Bomba de alimentación	Encargada de aspirar el combustible y transportarlo hasta la bomba de inyección.
Bomba de inyección	Enviar el combustible de acuerdo a la cantidad requerida por el motor. Entregar el combustible de acuerdo al orden de inyección del motor.
Inyectores	Transportar el combustible pulverizado de tal manera que este sea roseado de forma homogénea en toda la cámara de combustión.
Elementos filtrantes	Retener las impurezas que contiene el combustible para evitar daños en el sistema
Deposito del arranque en frio	Permitir el arranque del motor de una manera rápida y fácil cuando este se encuentra frio.

Fuente: El Autor

Tabla 82:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de distribución de la minicargadora.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	
COMPONENTES	FUNCIÓN PRINCIPAL
Válvulas	Encargada de controlar la admisión y escape de los gases producidos en la combustión.
Árbol de levas	Verificar la apertura y cierre de las válvulas de admisión y escape.
Varilla empujadora	Cambiar el movimiento rotatorio de la leva en movimiento rectilíneo provocado por la apertura de la leva.
Balancín	Convierte el movimiento lineal del empujador en movimiento oscilatorio accionando la válvula directamente.
Muelles para las válvulas	Cerrar las válvulas siempre y cuando la leva no lo abra.

Fuente: El Autor

Tabla 83:Función de los componentes del sistema del motor subsistema mecánico de la minicargadora.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA MECÁNICO	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Camisas	Resistir el empuje lateral del pistón, convirtiéndose en la culata del pistón alternativo.
Pistón	Enviar la fuerza generada en el proceso de la combustión de la mezcla a la biela.
Anillo de pistón	Actuar como sellos en movimiento, controlando la lubricación del cilindro y manteniendo la presión de combustión.
Biela	Transmitir el movimiento al cigüeñal.
Block del motor	Colocar al cigüeñal, las bielas y a los pistones.
Culata	Formar una cámara sobre el bloque donde se desarrolla el trabajo el cilindro.
Junta de la culata	Conservar la estanquidad entre el bloque y la culata evitando que los gases de combustión entren a la cámara de refrigeración.
Cigüeñal	Cambiar el movimiento lineal del pistón en movimiento rotatorio para posteriormente transmitirlo al sistema de transmisión.
Volante de inercia	Normalizar el funcionamiento del motor acumulando energía durante el proceso de la combustión y cediendo en tiempos pasivos.

Fuente: El Autor

Tabla 84:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de refrigeración de la minicargadora.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE REFRIGERACIÓN	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Ventilador	Permitir la circulación de una gran cantidad de aire en el radiador para que tenga un buen funcionamiento del sistema.

Fuente: El Autor

Tabla 85:Continuación función de los componentes del sistema del motor subsistema de refrigeración de la minicargadora

Radiador	Ceder el calor del líquido refrigerante al medio ambiente.
Tapa del radiador	Aumentar el punto de ebullición del agua.
Termostato	Retener el paso del refrigerante hasta el motor para alcanzar la temperatura adecuada.
Bomba de agua	Enviar el líquido refrigerante a través del bloque y de regreso al radiador.
Depósito de recuperación	Almacenar el agua que el radiador despiden cuando el sistema sube la temperatura y devuelve cuando el sistema se estabiliza.
Mangueras	Conduce el líquido refrigerante del radiador hacia el bloque y lo regresa el mismo.

Fuente: El Autor

Tabla 86:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de lubricación de la minicargadora.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE LUBRICACIÓN	
COMPONENTES	FUNCIÓN PRINCIPAL
Bomba de aceite	Aspirar el aceite del cárter y conducirlo mediante presión a los diferentes elementos.
Elementos filtrantes	Detener impurezas que se encuentran en el aceite para evitar daños en el sistema.
Enfriador del aceite	Encargado de mantener la temperatura adecuada del aceite recomendado por el fabricante para su buen funcionamiento.
Mangueras	Medio de conducción del aceite hacia los diferentes elementos del sistema.
Carter	Contener la cantidad necesaria de aceite para poder realizar su lubricación.

Fuente: El Autor

Tabla 87: Función de los componentes del sistema hidráulico de la volqueta.

	GADM SANTIAGO DE PÍLLARO	
	PARQUE AUTOMOTOR DEL	
	GAD MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO	
	SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE LA VOLQUETA	
SISTEMA HIDRÁULICO		
COMPONENTES	FUNCIÓN PRINCIPAL	
Bomba hidráulica	Encargada de suministrar la presión necesaria al pistón.	
Limitador de presión	Proteger de las sobrepresiones que pueda sufrir el sistema.	
Tanque de aceite	Lugar de almacenamiento del aceite el cual podrá suministra a la bomba para ser enviado a los diferentes elementos del sistema.	
Filtro	Encargado de retener las impurezas existentes en el aceite los cuales puedan causar daños a los distintos elementos del sistema.	
Mangueras	Encargadas de transportar el fluido por el sistema.	
Cilindro de simple efecto	Ejercer la presión en contra del embolo sacando el vástago de la carcasa	
Válvula 2/2 de palanca	Se trata de una válvula de 2 vías con 2 posiciones, se encarga de poner de una posición en otra mediante una palanca permitiendo el paso o bloqueando la circulación del líquido.	

Fuente: El Autor

Tabla 88:Función de los componentes del sistema de transmisión de la volqueta.

SISTEMA DE TRANSMISIÓN	
COMPONENTES	FUNCIÓN PRINCIPAL
Junta de transmisión	Acoplar los elementos de transmisión y permitir variaciones de posición y longitud.
Caja de velocidades	Encargada de aumentar, mantener o disminuir la relación de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas.
Semi árbol de transmisión o carga	Transmitir el movimiento a las ruedas motrices cuando el sistema carece de árbol de transmisión.
Disco de embrague	Unir o desunir al motor del resto del sistema de transmisión.
Diferencial	Desmultiplicar constantemente las vueltas del árbol de transmisión en las ruedas motrices y convertir el giro longitudinal de éste, en giro transversal de las ruedas.

Fuente: El Autor

Tabla 89:Función de los componentes del sistema de suspensión de la volqueta.

SISTEMA DE SUSPENSIÓN	
COMPONENTES	FUNCIÓN PRINCIPAL
Barra estabilizadora	Compensar la carga desigual cuando la máquina se expone a una curva.
Amortiguador	Atenuar de manera inmediata las atenuaciones que produce la máquina.
Elementos elásticos	Absorber los movimientos bruscos que son ocasionados por la máquina.

Fuente: El Autor

Tabla 90:Función de los componentes del sistema eléctrico de la volqueta.

SISTEMA ELÉCTRICO	
COMPONENTES	FUNCIÓN PRINCIPAL
Batería	Almacenar energía química que se transforma en energía eléctrica al momento que se activa un equipo.
Alternador	Encargado de generar corriente alterna y producir corriente eléctrica por medio de campos magnéticos para los dispositivos eléctricos de la máquina.
Bujías	Encargado de suministrar la chipa para que se pueda realizar el proceso de combustión en el interior de la cámara.
Motor de arranque	Encargado de facilitar el arranque del motor, venciendo la resistencia inicial al momento del arranque del mismo.
Relé	Elemento que controla un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, y se considera como un amplificador eléctrico.
Cables	Elemento por el cual lleva la energía eléctrica a los distintos dispositivos o elementos eléctricos.
Panel de fusibles	Controla el funcionamiento de los circuitos electrónicos.
Subsistema de iluminación	Proporciona iluminación a toda el área de trabajo de la máquina.

Fuente: El Autor

Tabla 91:Función de los componentes del sistema de dirección de la volqueta.

SISTEMA DE DIRECCIÓN	
COMPONENTES	FUNCIÓN PRINCIPAL
Volante	Permite el control de movimiento de direccionamiento de la maquina cuando se encuentra en movimiento.
Columna de dirección	Transmite la rotación del volante de dirección, al engranaje de dirección y un tubo.
Cremalleras	Permite el movimiento a los lados mediante una barra dentada.
Rotulas	Permiten el movimiento vertical y rotatorio de las ruedas directrices de la suspensión delantera.

Fuente: El Autor

Tabla 92:Función de los componentes del sistema de frenos de la volqueta.

SISTEMA DE FRENOS	
COMPONENTES	FUNCIÓN PRINCIPAL
Válvula de frenos	Controla y regula la presión hidráulica generada.
Bomba de freno	Mediante el accionamiento del pedal convertir la energía mecánica en energía hidráulica.
Pedal de freno	Permite transmitir una fuerza la cual es accionada por el conductor al sistema hidráulico.
Freno de estacionamiento/ freno de mano.	Detener la máquina cuando esta se encuentre en movimiento, es activada por resortes y desactivada por aceite.
Discos	Transformar la energía cinética en energía calórica al interactuar el disco con las pastillas. Disminuir la velocidad al mover el aire a su alrededor como lo haría un ventilador. Un ventilador y transmitir su energía a la atmósfera.
Resortes	Regresar los pistones cuando la presión hidráulica baja.
Engranajes planetarios	Girar dentro de la corona fija y transmitir par al conjunto de la rueda.
Engranaje solar	Transmitir la potencia a los ejes planetarios.
Mangueras y acoples	Trasladar el líquido de freno. Soportar altas presiones ejercidas por el sistema

Fuente: El Autor

Tabla 93:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de lubricación de la volqueta.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE LUBRICACIÓN	
Componentes	Función principal
Bomba de aceite	Es la encargada de mantener el caudal y la presión en el sistema mediante la aspiración del aceite del cárter y dirigirlo bajo presión a los diferentes elementos.
Cárter	Actuar como depósito del aceite necesario para el engrase del motor.
Enfriador de aceite	Proporciona la temperatura adecuada al aceite.
Elementos filtrantes	Encargado de detener las impurezas que se encuentran en el aceite.
Cañerías y Mangueras	Encargadas de trasladar al aceite a los diferentes elementos.

Fuente: El Autor

Tabla 94: Función de los componentes del sistema del motor subsistema de alimentación de combustible de la volqueta.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Depósito de combustible	Lugar de almacenamiento de combustible.
Bomba de alimentación	Absorber el combustible y llevarlo hasta la bomba de inyección
Bomba de inyección	Encargada de aspirar y dirigir el combustible por los conductos hacia los diferentes elementos del sistema.
Inyectores	Pulverizar el combustible. Enviar y esparcir el combustible homogéneamente por toda la cámara de combustión.
Elementos filtrantes	Detener las impurezas que contiene el combustible.

Fuente: El Autor

Tabla 95: Función de los componentes del sistema del motor subsistema de refrigeración de la volqueta.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE REFRIGERACIÓN	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Ventilador	Asegura un flujo continuo de aire a través del radiador para mantener una temperatura adecuada
Radiador	Trasladar el calor del líquido refrigerante al medio ambiente
Termostato	Obstruir el paso del refrigerante hasta que el motor alcance la temperatura adecuada de operación.
Bomba de agua	Encargada de enviar el refrigerante a través del bloque y de regreso al radiador
Cañerías y mangueras	Trasladar el líquido refrigerante del radiador hacia el bloque y regreso al radiador.
Depósito de recuperación	Almacenar el agua que el radiador expulsa cuando el sistema sube la temperatura y la regresa cuando el sistema se estabiliza.

Fuente: El Autor

Tabla 96: Función de los componentes del sistema del motor subsistema mecánico de la volqueta.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA MECÁNICO	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Block del motor	Alojar el tren alternativo, formado por el cigüeñal, las bielas y los pistones.
Pistón	Es la de constituir la pared móvil de la cámara de combustión, transmitiendo la energía de los gases de la combustión a la biela mediante un movimiento alternativo dentro del cilindro.
Anillo del pistón	Actuar como sellos en el movimiento que mantiene la presión de combustión y proveen control de aceite al cilindro.
Camisas	Resistir el empuje del pistón, por lo que se convierte en la culata del pistón y evita el paso de aceites a la cámara de combustión
Biela	Encargada de transmitir el movimiento, controlar la lubricación y quitar el exceso de lubricante del cigüeñal.
Cigüeñal	Convierte el movimiento lineal del pistón en movimiento giratorio para transmitirlo al sistema de transmisión
Culata	Formar una cámara sobre el bloque donde se realiza el ciclo de trabajo.
Junta de la culata	Mantener la estanqueidad entre el bloque y la culata así evitando que los gases de combustión entren en las cámaras.
Volante de inercia	Regular el funcionamiento del motor almacenando energía durante la combustión.
Cojinetes de muñones	Evitar el desgaste por rozamiento.

Fuente: El Autor

Tabla 97:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de admisión de la volqueta.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA ADMISIÓN	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Turbocompresor	Utilizar los gases de escape del motor para comprimir el aire fresco del conducto de admisión.
Filtro primario	Recoger los contaminantes y evitar el ingreso de polvo al motor.
Filtros secundarios	Recoger los contaminantes y evitar el ingreso de polvo al motor.
Válvula de alivio	Derivar parte de los gases de escape a la salida del bloque sin pasar por la turbina y evitar que la velocidad de giro llegue a valores peligroso.
Mangueras	Trasladar el aire refrigerante del radiador hacia el bloque y devolverlo al radiador.
Múltiple de admisión	Intercambiar el aire limpio desde el distribuidor hacia los cilindros.

Fuente: El Autor

Tabla 98:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de distribución de la volqueta.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Árbol de levas	Encargado de la apertura o cierre de las válvulas de admisión y escape.
Válvulas	Encargadas de controlar la admisión y escape de los gases producidos en la combustión.
Varilla empujadora	Transforma el movimiento rotatorio de la leva en movimiento lineal provocando la apertura de la válvula.
Muelle para las válvulas	Cerrar las válvulas siempre y cuando la leva no el abra. Los muelles deben tener la suficiente fuerza y elasticidad para evitar rebotes y mantener el contacto con los elementos de mando y no perder movimiento
Balancines	Transformar el movimiento lineal del empujador en movimiento oscilatorio para de esta manera accionar directamente la válvula.

Fuente: El Autor

Tabla 99: Función de los componentes del sistema hidráulico del rodillo compactador.

	GADM SANTIAGO DE PÍLLARO	
	PARQUE AUTOMOTOR DEL	
	GAD MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO	
	SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DEL RODILLO COMPACTADOR	
SISTEMA HIDRÁULICO		
Componentes	Función principal	
Bomba hidráulica	Enviar el aceite con la presión necesaria para el accionamiento de los sistemas de elevación.	
Bomba	Encargada de generar el movimiento del aceite a través del circuito, transformando la energía mecánica en energía hidráulica.	
Limitador de presión	Proteger de las sobrepresiones que pueda sufrir el sistema.	
Tanque de aceite	Lugar de almacenamiento del aceite el cual podrá suministrar a la bomba para ser enviado a los diferentes elementos del sistema.	
Filtro	Encargado de retener las impurezas existentes en el aceite los cuales puedan causar daños a los distintos elementos del sistema.	
Mangueras	Encargadas de transportar el fluido por el sistema.	
Cilindro de simple efecto	Ejercer la presión en contra del embolo sacando el vástago de la carcasa	
Válvula 2/2 de palanca	Se trata de una válvula de 2 vías con 2 posiciones, se encarga de poner de una posición en otra mediante una palanca permitiendo el paso o bloqueando la circulación del liquido	
Bridas	Unir mangueras y tubos de gran diámetro.	
Motor de presión hidráulico.	Utiliza el flujo de aceite enviado por la bomba para convertirlo en movimiento rotatorio impulsado.	
Enfriador de aceite	Encargado de mantener la temperatura adecuada en el aceite recomendado por el fabricante, para su óptico funcionamiento.	

Fuente: El Autor

Tabla 100:Funciones del sistema eléctrico del rodillo compactador.

SISTEMA ELÉCTRICO	
COMPONENTES	FUNCIÓN PRINCIPAL
Batería	Almacenar energía química que se transforma en energía eléctrica al momento que se activa un equipo.
Alternador	Encargado de generar corriente alterna y producir corriente eléctrica por medio de campos magnéticos para los dispositivos eléctricos de la máquina.
Regulador de voltaje	Encargado de mantener un nivel de tensión o voltaje constante.
Llave de ignición/Interruptor de parada	Encargado de activar o detener la maquina en su totalidad por motivos de seguridad.
Motor de arranque	Encargado de facilitar el arranque del motor, venciendo la resistencia inicial al momento del arranque del mismo.
Subsistema de iluminación	Proporcionar iluminación en el área de trabajo de la máquina.
Subsistema de arranque	Permite un movimiento inicial de giro al motor para que este entre en funcionamiento.
Bujías	Encargado de suministrar la chipa para que se pueda realizar el proceso de combustión en el interior de la cámara.
Relé	Elemento que controla un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, y se considera como un amplificador eléctrico.
Fusibles	Controla el funcionamiento de los circuitos electrónicos.

Fuente: El Autor

Tabla 101:Función de los componentes del sistema de transmisión del rodillo compactador.

SISTEMA DE TRASMISIÓN	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Embrague hidráulico	Encajar y desencajar el movimiento del motor a la caja de velocidades.
Caja de velocidades	Cambiar la relación de trasmisión entre el motor y las ruedas.
Cadenas	Elementos compuestos de eslabones y acoplados mediante bocines los cuales tienen como función dar movimiento al tren de rodaje.
Ejes de transmisión	Trasmitir el movimiento a la caja de velocidades.
Pines	Elemento encargado de unir los eslabones y formar el tren de rodaje.
Ruedas guías	Elementos mecánicos encargados de dar movimiento a la máquina.
Bocines	Elemento encargado de unir el pin a la cadena del tren de rodaje.
Disco de embrague	Unir o desunir al motor del resto del sistema de transmisión.
Par cónico diferencial	Mantener constante la suma de las velocidades que llevan las ruedas motrices antes de tomar una curva.
Servo transmisor	Mecanismo que da movimiento a la maquina mediante los elementos internos del servo transmisor.

Fuente: El Autor

Tabla 102:Función de los componentes del sistema de frenos del rodillo compactador.

SISTEMA DE FRENOS	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Válvula de frenos	Controla y regula la presión hidráulica generada.
Bomba de freno	Mediante el accionamiento del pedal convertir la energía mecánica en energía hidráulica.
Pedal de freno	Permite transmitir una fuerza la cual es accionada por el conductor al sistema hidráulico.
Freno de estacionamiento/ freno de mano.	Detener la máquina cuando esta se encuentre en movimiento, es activada por resortes y desactivada por aceite.

Fuente: El Autor

Tabla 103:Continuación función de los componentes del sistema de frenos del rodillo compactador.

Discos	Transformar la energía cinética en energía calórica al interactuar el disco con las pastillas. Disminuir la velocidad al mover el aire a su alrededor como lo haría un ventilador y transmitir su energía a la atmósfera.
Resortes	Regresar los pistones cuando la presión hidráulica baja.
Engranajes planetarios	Girar dentro de la corona fija y transmitir par al conjunto de la rueda.
Engranaje solar	Transmitir la potencia a los ejes planetarios.
Mangueras y acoples	Trasladar el líquido de freno. Soportar altas presiones ejercidas por el sistema

Fuente: El Autor

Tabla 104:Funciones del sistema de suspensión del rodillo compactador.

SISTEMA DE SUSPENSIÓN	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Barra estabilizadora	Compensar las cargas desiguales generadas cuando la máquina se expone a curvas
Amortiguadores	Atenuar las oscilaciones de la máquina
Elementos elásticos	Encargada de absorber las atenuaciones en el momento del cambio de marchas.

Fuente: El Autor

Tabla 105:Funciones del sistema de enfriamiento del rodillo compactador.

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Cámara de refrigeración	Permite la circulación del líquido refrigerante para evacuar el calor producido por el trabajo de la máquina.
Bomba de agua	Encargada de impulsar el líquido refrigerante en el sistema permitiendo la refrigeración del motor mediante el intercambiador de calor.
Termostato	Modula la temperatura del refrigerante ya sea para el calentamiento del motor o mantener en una temperatura óptima para su funcionamiento.
Porta termostato	Encargado de contener al termostato.
Válvula de purga	Permite la evacuación del aire del sistema
Correa	Transmite el movimiento del motor a la bomba para su giro.

Fuente: El Autor

Tabla 106:Función de los componentes del sistema vibratorio del rodillo compactador.

SISTEMA VIBRATORIO	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Carcasa de los contrapesos	Son diseñados para garantizar su limpieza y una mayor duración de los cojinetes y facilitar su servicio o sustitución.
Cojinetes de servicio pesado	Los cojinetes deservicio pesado del eje de los contrapesos excéntricos son grandes y están diseñados para soportar altas fuerzas de compactación.
Tacos de servicio	Transmitir fuerza de compactación al suelo y menos vibraciones al yugo del tambor.
Yugo del tambor	Encargado de soportar al tambor del rodillo.
Contrapesos exteriores	Facilitan la selección de la amplitud y aumentan la seguridad de funcionamiento del sistema
Perdigones de acero	Son encargados de seleccionar la amplitud cuando estos cambian de posición dentro del contrapeso excéntrico.

Fuente: El Autor

Tabla 107: Función de los componentes del sistema de admisión y escape del rodillo compactador.

SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Múltiple de escape	Encargado de la recolección de todos los gases producidos en la combustión para poderlos expulsar por el escape para evitar la disminución de potencia del motor.
Filtros de aire	Encargado de retener todas las impurezas que existen en el aire al circular en el sistema.
Silenciador	Encargado de disminuir los ruidos producidos por los gases luego de haber realizado la combustión en el instante que sale del moto
Turbocompresor	Encarga de comprimir aire antes de que este ingrese en los cilindros, donde se produce la detonación de la mezcla (combustible y aire). Al comprimir aire, se puede introducir una mayor cantidad de este y combustible.
Conexión de entrada	Conectar al múltiple de escape con el motor para poder desalojar los gases producidos en la combustión.

Fuente: El Autor

Tabla 108: Función de los componentes del sistema motor subsistema mecánico del rodillo compactador.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA MECÁNICO	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Camisas	Resistir el empuje lateral del pistón, convirtiéndose en la culata del pistón alternativo.
Pistón	Enviar la fuerza generada en el proceso de la combustión de la mezcla a la biela.
Anillo de pistón	Actuar como sellos en movimiento, controlando la lubricación del cilindro y manteniendo la presión de combustión.
Biela	Transmitir el movimiento al cigüeñal.
Block del motor	Colocar al cigüeñal, las bielas y a los pistones.
Culata	Formar una cámara sobre el bloque donde se desarrolla el trabajo el cilindro.
Cigüeñal	Cambiar el movimiento lineal del pistón en movimiento rotatorio para posteriormente transmitirlo al sistema de transmisión.
Volante de inercia	Normalizar el funcionamiento del motor acumulando energía durante el proceso de la combustión y cediendo en tiempos pasivos.

Fuente: El Autor

Tabla 109:Función de los componentes del sistema motor subsistema de admisión del rodillo compactador.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE ADMISIÓN	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Válvula de escape	Permite que parte de los gases de escape salgan del bloque del motor sin pasar por la turbina.
Múltiple de escape	Repartir el aire limpio desde el filtro de aire a cada uno de los filtros.
Filtro	Detener las impurezas que puedan causar daños al motor.
Mangueras	Conducir el aire refrigerante del radiador hacia el bloque y de regreso al radiador.

Fuente: El Autor

Tabla 110:Función de los componentes del sistema motor subsistema de lubricación del rodillo compactador

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE LUBRICACIÓN	
COMPONENTES	FUNCIÓN PRINCIPAL
Bomba de aceite	Aspirar el aceite del cárter y conducirlo mediante presión a los diferentes elementos.
Elementos filtrantes	Detener impurezas que se encuentran en el aceite para evitar daños en el sistema.
Enfriador del aceite	Encargado de mantener la temperatura adecuada del aceite recomendado por el fabricante para su buen funcionamiento.
Mangueras	Medio de conducción del aceite hacia los diferentes elementos del sistema.
Carter	Contener la cantidad necesaria de aceite para poder realizar su lubricación.

Fuente: El Autor

Tabla 111:Función de los componentes del sistema motor subsistema de distribución del rodillo compactador

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	
COMPONENTES	FUNCIÓN PRINCIPAL
Válvulas	Encargada de controlar la admisión y escape de los gases producidos en la combustión.
Árbol de levas	Verificar la apertura y cierre de las válvulas de admisión y escape.
Varilla empujadora	Cambiar el movimiento rotatorio de la leva en movimiento rectilíneo provocado por la apertura de la leva.
Balancín	Convierte el movimiento lineal del empujador en movimiento oscilatorio accionando la válvula directamente.
Muelles para las válvulas	Cerrar las válvulas siempre y cuando la leva no lo abra.

Fuente: El Autor

Tabla 112:Función de los componentes del sistema motor subsistema de refrigeración del rodillo compactador

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE REFRIGERACIÓN	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Ventilador	Permitir la circulación de una gran cantidad de aire en el radiador para que tenga un buen funcionamiento del sistema.
Radiador	Ceder el calor del líquido refrigerante al medio ambiente.
Tapa del radiador	Aumentar el punto de ebullición del agua.
Termostato	Retener el paso del refrigerante hasta el motor para alcanzar la temperatura adecuada.
Bomba de agua	Enviar el líquido refrigerante a través del bloque y de regreso al radiador.
Depósito de recuperación	Almacenar el agua que el radiador despiden cuando el sistema sube la temperatura y devuelve cuando el sistema se estabiliza.
Mangueras	Conduce el líquido refrigerante del radiador hacia el bloque y lo devuelve el mismo.

Fuente: El Autor

Tabla 113: Función de los componentes del sistema de frenos del camión recolector de basura

	GADM SANTIAGO DE PÍLLARO	
	PARQUE AUTOMOTOR DEL GAD MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO	
	SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DEL CAMIÓN RECOLECTOR DE BASURA	
SISTEMA DE FRENOS		
Componentes	Función principal	
Válvula de frenos	Controla y regula la presión hidráulica generada.	
Bomba de freno	Mediante el accionamiento del pedal convertir la energía mecánica en energía hidráulica.	
Pedal de freno	Permite transmitir una fuerza la cual es accionada por el conductor al sistema hidráulico.	
Freno de estacionamiento/ freno de mano.	Detener la máquina cuando esta se encuentre en movimiento, es activada por resortes y desactivada por aceite.	
Discos	Transformar la energía cinética en energía calórica al interactuar el disco con las pastillas. Disminuir la velocidad al mover el aire a su alrededor como lo haría un ventilador. Un ventilador y transmitir su energía a la atmósfera.	
Resortes	Regresar los pistones cuando la presión hidráulica baja.	
Engranajes planetarios o corona	Girar dentro de la corona fija y transmitir par al conjunto de la rueda.	
Engranaje solar	Transmitir la potencia a los ejes planetarios.	
Mangueras y acoples	Trasladar el líquido de freno. Soportar altas presiones ejercidas por el sistema	
Pistones	Encargados de empujar los platos y los discos de los frenos así permitiendo la reducción de velocidad o detener la máquina.	

Fuente: El Autor

Tabla 114:Función de los componentes del sistema de transmisión del camión recolector de basura.

SISTEMA DE TRANSMISIÓN	
COMPONENTES	FUNCIÓN PRINCIPAL
Junta de transmisión	Acoplar los elementos de transmisión y permitir variaciones de posición y longitud.
Caja de velocidades	Encargada de aumentar, mantener o disminuir la relación de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas.
Semi árbol de transmisión o carga	Transmitir el movimiento a las ruedas motrices cuando el sistema carece de árbol de transmisión.
Disco de embrague	Unir o desunir al motor del resto del sistema de transmisión.
Diferencial	Desmultiplicar constantemente las vueltas del árbol de transmisión en las ruedas motrices y convertir el giro longitudinal de éste, en giro transversal de las ruedas.

Fuente: El Autor

Tabla 115:Función de los componentes del sistema eléctrico del camión recolector de basura.

SISTEMA ELÉCTRICO	
COMPONENTES	FUNCIÓN PRINCIPAL
Batería	Almacenar energía química que se transforma en energía eléctrica al momento que se activa un equipo.
Alternador	Encargado de generar corriente alterna y producir corriente eléctrica por medio de campos magnéticos para los dispositivos eléctricos de la máquina.
Bujías	Encargado de suministrar la chipa para que se pueda realizar el proceso de combustión en el interior de la cámara.
Motor de arranque	Encargado de facilitar el arranque del motor, venciendo la resistencia inicial al momento del arranque del mismo.
Complementos eléctricos	Encargados de activar los diferentes dispositivos con que cuenta la máquina.
Relé	Elemento que controla un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, y se considera como un amplificador eléctrico.
Cables	Elemento por el cual lleva la energía eléctrica a los distintos dispositivos o elementos eléctricos.
Panel de fusibles	Controla el funcionamiento de los circuitos electrónicos.
Subsistema de iluminación	Proporciona iluminación a toda el área de trabajo de la máquina.

Fuente: El Autor

Tabla 116:Función de los componentes del sistema de compactación del camión recolector de basura.

SISTEMA DE COMPACTACIÓN	
COMPONENTES	FUNCIÓN PRINCIPAL
Inyector de compactación	Compactar y retraer cuando se carga el recolector y expulsar la carga cuando se vacía.
Panel de deslizamiento	Encargado del deslizamiento de la compuerta la cual se encarga de compactar los desechos en el contenedor.
Compuerta de cola	Permite el ingreso y salida de desechos mediante el levantamiento y bajada de la compuerta.
Tornillo de la puerta de cola	Permite el deslizamiento de la puerta en el momento de la apertura y cierre de la puerta.
Pistón	Proporcionar fuerza a través de un movimiento recto y lineal. Debe de estar en acoplo perfecto con las paredes del cilindro para que no se produzcan perdidas de carga y obtener la mayor transmisión de potencia.
Mangueras	Encargas de transportar el fluido que se encarga de ejercer la presión necesaria, para que puedan realizar las distintas operaciones en el sistema.
Cables y poleas	Permiten el levantamiento de las compuertas.
Tolva	Almacenar los desechos de basura para posteriormente ser trasladados hacia el interior del contenedor.
Limitador de presión	Protege el sistema cuando existe sobre presión.

Fuente: El Autor

Tabla 117:Función de los componentes del sistema hidráulico del camión recolector de basura.

SISTEMA HIDRÁULICO	
COMPONENTES	FUNCIÓN PRINCIPAL
Bomba hidráulica	Encargada de suministrar la presión necesaria al pistón
Limitador de presión	Proteger de las sobrepresiones que pueda sufrir el sistema.
Tanque de aceite	Lugar de almacenamiento del aceite el cual podrá suministra a la bomba para ser enviado a los diferentes elementos del sistema.

Fuente: El Autor

Tabla 118:Continuación función de los componentes del sistema hidráulico del camión recolector de basura.

Filtro	Encargado de retener las impurezas existentes en el aceite los cuales puedan causar daños a los distintos elementos del sistema.
Mangueras	Encargadas de transportar el fluido por el sistema.
Cilindro de simple efecto	Ejercer la presión en contra del embolo sacando el vástago de la carcasa
Válvula 2/2 de palanca	Se trata de una válvula de 2 vías con 2 posiciones, se encarga de poner de una posición en otra mediante una palanca permitiendo el paso o bloqueando la circulación del liquido

Fuente: El Autor

Tabla 119:Función de los componentes del sistema de suspensión del camión recolector de basura.

SISTEMA DE SUSPENSIÓN	
COMPONENTES	FUNCIÓN PRINCIPAL
Barra estabilizadora	Compensar la carga desigual cuando la maquina se expone a una curva.
Amortiguador	Atenuar de manera inmediata las atenuaciones que produce la máquina.
Elementos elásticos	Absorber los movimientos bruscos que son ocasionados por la máquina.

Fuente: El Autor

Tabla 120:Función de los componentes del sistema de dirección del camión recolector de basura.

SISTEMA DE DIRECCIÓN	
COMPONENTES	FUNCIÓN PRINCIPAL
Volante	Permite el control de movimiento de direccionamiento de la maquina cuando se encuentra en movimiento.
Columna de dirección	Transmite la rotación del volante de dirección, al engranaje de dirección y un tubo.
Cremalleras	Permite el movimiento a los lados mediante una barra dentada.
Rotulas	Permiten el movimiento vertical y rotatorio de las ruedas directrices de la suspensión delantera.

Fuente: El Autor

Tabla 121:Función de los componentes del sistema de lubricación del camión recolector de basura.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE LUBRICACIÓN	
COMPONENTES	FUNCIÓN PRINCIPAL
Bomba de aceite	Es la encargada de mantener el caudal y la presión en el sistema mediante la aspiración del aceite del cárter y dirigirlo bajo presión a los diferentes elementos.
Carter	Actuar como depósito del aceite necesario para el engrase del motor.
Enfriador de aceite	Proporciona la temperatura adecuada al aceite.
Elementos filtrantes	Encargado de detener las impurezas que se encuentran en el aceite.
Cañerías y Mangueras	Encargadas de trasladar al aceite a los diferentes elementos.

Fuente: El Autor

Tabla 122:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de refrigeración del camión recolector de basura.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE REFRIGERACIÓN	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Ventilador	Asegura un flujo continuo de aire a través del radiador para mantener una temperatura adecuada
Radiador	Trasladar el calor del líquido refrigerante al medio ambiente
Termostato	Obstruir el paso del refrigerante hasta que el motor alcance la temperatura adecuada de operación.
Bomba de agua	Encargada de enviar el refrigerante a través del bloque y de regreso al radiador
Cañerías y mangueras	Trasladar el líquido refrigerante del radiador hacia el bloque y regreso al radiador.
Depósito de recuperación	Almacenar el agua que el radiador expulsa cuando el sistema sube la temperatura y la regresa cuando el sistema se estabiliza.

Fuente: El Autor

Tabla 123:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de alimentación de combustible del camión recolector de basura.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Depósito de combustible	Lugar de almacenamiento de combustible.
Bomba de alimentación	Absorber el combustible y llevarlo hasta la bomba de inyección
Bomba de inyección	Encargada de aspirar y dirigir el combustible por los conductos hacia los diferentes elementos del sistema.
Inyectores	Pulverizar el combustible. Enviar y esparcir el combustible homogéneamente por toda la cámara de combustión.
Elementos filtrantes	Detener las impurezas que contiene el combustible.

Fuente: El Autor

Tabla 124:Función de los componentes del sistema del motor subsistema mecánico del camión recolector de basura.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA MECÁNICO	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Block del motor	Alojar el tren alternativo, formado por el cigüeñal, las bielas y los pistones.
Pistón	Es la de constituir la pared móvil de la cámara de combustión, transmitiendo la energía de los gases de la combustión a la biela mediante un movimiento alternativo dentro del cilindro.
Anillo del pistón	Actuar como sellos en el movimiento que mantiene la presión de combustión y proveen control de aceite al cilindro.
Camisas	Resistir el empuje del pistón, por lo que se convierte en la culata del pistón y evita el paso de aceites a la cámara de combustión
Biela	Encargada de transmitir el movimiento, controlar la lubricación y quitar el exceso de lubricante del cigüeñal.
Cigüeñal	Convierte el movimiento lineal del pistón en movimiento giratorio para transmitirlo al sistema de transmisión
Culata	Formar una cámara sobre el bloque donde se realiza el ciclo de trabajo.
Junta de la culata	Mantener la estanqueidad entre el bloque y la culata así evitando que los gases de combustión entren en las cámaras.
Volante de inercia	Regular el funcionamiento del motor almacenando energía durante la combustión.

Fuente: El Autor

Tabla 125:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de admisión del camión recolector de basura.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE ADMISIÓN	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Turbocompresor	Utilizar los gases de escape del motor para comprimir el aire fresco del conducto de admisión.
Filtro primario	Recoger los contaminantes y evitar el ingreso de polvo al motor.
Filtros secundarios	Recoger los contaminantes y evitar el ingreso de polvo al motor.
Válvula de alivio	Derivar parte de los gases de escape a la salida del bloque sin pasar por la turbina y evitar que la velocidad de giro llegue a valores peligroso.
Mangueras	Trasladar el aire refrigerante del radiador hacia el bloque y devolverlo al radiador.
Múltiple de admisión	Intercambiar el aire limpio desde el distribuidor hacia los cilindros.

Fuente: El Autor

Tabla 126:Función de los componentes del sistema del motor subsistema de distribución del camión recolector de basura.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Árbol de levas	Encargado de la apertura o cierre de las válvulas de admisión y escape
Válvulas	Encargadas de controlar la admisión y escape de los gases producidos en la combustión.
Varilla empujadora	Transforma el movimiento rotatorio de la leva en movimiento lineal provocando la apertura de la válvula.
Muelle para las válvulas	Cerrar las válvulas siempre y cuando la leva no las abra. Los muelles deben tener la suficiente fuerza y elasticidad para evitar rebotes y mantener el contacto con los elementos de mando y no perder movimiento
Balancines	Transformar el movimiento lineal del empujador en movimiento oscilatorio para de esta manera accionar directamente la válvula.

Fuente: El Autor

Tabla 127: Función de los componentes del sistema eléctrico del vehículo

	GADM SANTIAGO DE PÍLLARO	
	PARQUE AUTOMOTOR DEL	
	GAD MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO	
	SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DEL VEHÍCULO	
SISTEMA ELÉCTRICO		
COMPONENTES	FUNCIÓN PRINCIPAL	
Batería	Almacenar energía química que se transforma en energía eléctrica al momento que se activa un equipo.	
Alternador	Cargar la batería. Cuando el motor es encendido, el alternador produce corriente alterna que será rectificadada y enviada a la batería como corriente continua para restituir la carga perdida.	
Bujías	Encargado de suministrar la chipa para que se pueda realizar el proceso de combustión en el interior de la cámara.	
Motor de arranque	Encargado de facilitar el arranque del motor, venciendo la resistencia inicial al momento del arranque del mismo.	
Complementos eléctricos	Encargados de activar los diferentes dispositivos con que cuenta la máquina y los cuales son alimentados mediante la batería.	
Relé	Elemento que controla un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, y se considera como un amplificador eléctrico.	
Cables	Elemento por el cual lleva la energía eléctrica a los distintos dispositivos o elementos eléctricos.	
Panel de fusibles	Controla el funcionamiento de los circuitos electrónicos.	
Subsistema de iluminación	Proporciona iluminación a toda el área de trabajo de la máquina.	
Accesorios	Permitiendo el confort del operario entre ellos como el radio, limpia parabrisas, entre otros.	

Fuente: El Autor

Tabla 128:Función de los componentes del sistema de transmisión del vehículo.

SISTEMA DE TRANSMISIÓN	
COMPONENTES	FUNCIÓN PRINCIPAL
Junta de transmisión	Acoplar los elementos de transmisión y permitir variaciones de posición y longitud.
Caja de velocidades	Encargada de aumentar, mantener o disminuir la relación de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas.
Semi árbol de transmisión o carga	Transmitir el movimiento a las ruedas motrices cuando el sistema carece de árbol de transmisión.
Disco de embrague	Unir o desunir al motor del resto del sistema de transmisión.
Diferencial	Desmultiplicar constantemente las vueltas del árbol de transmisión en las ruedas motrices y convertir el giro longitudinal de éste, en giro transversal de las ruedas.

Fuente: El Autor

Tabla 129:Función de los componentes del sistema de dirección del vehículo.

SISTEMA DE DIRECCIÓN	
COMPONENTES	FUNCIÓN PRINCIPAL
Columna de dirección	Es un eje principal el cual permite la transmisión de rotación al volante de dirección, al engranaje de dirección y un tubo.
Crucetas	Encargada de la transmisión de movimiento en el vehículo es una pieza muy sensible.
Rotulas	Encargada del transmitir el movimiento vertical y de rotación de las ruedas directrices de la suspensión delantera.
Cremallera	Permite el movimiento de las ruedas hacia los lados mediante una barra la cual se encarga de dar la dirección de las mismas.
Guardapolvos	Encargados de la protección de los elementos de la transmisión para que se ensucien ni entren ningún tipo de sustancias las cuales puedan dañar al sistema.
Volante	Controlar el movimiento del vehículo permitiéndole dar una dirección la cual el conductor la desee.

Fuente: El Autor

Tabla 130:Función de los componentes del sistema de suspensión del vehículo.

SISTEMA DE SUSPENSIÓN	
COMPONENTES	FUNCIÓN PRINCIPAL
Amortiguadores	Atenuar de manera inmediata las atenuaciones que produce la máquina.
Barras de torsión	Son barras de acero de gran resistencia a la torsión, utilizadas como reemplazo de los resortes.
Elementos elásticos	Absorber los movimientos bruscos que son ocasionados por la máquina.
Barra estabilizadora	Compensar la carga desigual cuando la maquina se expone a una curva.
Resortes	Hechos de un material elástico en forma de espiras los cuales ayudan a atenuación producidas por la vibración de la máquina.
Ballestas	Cumplen la función de un resorte pero estas en forma de una hoja la cual permite la atenuación producidas por las vibraciones de la máquina. Son utilizados en vehículos grandes.

Fuente: El Autor

Tabla 131:Función de los componentes del sistema de frenos del vehículo.

SISTEMA DE FRENOS	
COMPONENTES	FUNCIÓN PRINCIPAL
Válvula de frenos	Controla y regula la presión hidráulica generada.
Bomba de freno	Mediante el accionamiento del pedal convertir la energía mecánica en energía hidráulica.
Pedal de freno	Permite transmitir una fuerza la cual es accionada por el conductor al sistema hidráulico.
Freno de estacionamiento/ freno de mano.	Detener la máquina cuando esta se encuentre en movimiento, es activada por resortes y desactivada por aceite.
Discos	Transformar la energía cinética en energía calórica al interactuar el disco con las pastillas. Disminuir la velocidad al mover el aire a su alrededor como lo haría un ventilador. Un ventilador y transmitir su energía a la atmósfera.

Fuente: El Autor

Tabla 132:Continuación función de los componentes del sistema de frenos del vehículo.

Resortes	Regresar los pistones cuando la presión hidráulica baja.
Engranajes planetarios o corona	Girara dentro de la corona fija y transmitir par al conjunto de la rueda.
Engranaje solar	Transmitir la potencia a los ejes planetarios.
Mangueras y acoples	Trasladar el líquido de freno. Soportar altas presiones ejercidas por el sistema.
Pistones	Encargados de empujar los platos y los discos de los frenos así permitiendo la reducción de velocidad o detener la máquina.
Cilindro	Encargado de aplicar la fuerza necesaria a las mordazas.
Pastillas	Las pastillas de freno son esenciales dentro del sistema de frenado del automóvil ya que proporcionan la fricción necesaria a los discos de freno de tal forma que cuando accionamos el pedal, nuestro vehículo se detiene.

Fuente: El Autor

Tabla 133:Función de los componentes del sistema motor subsistema de distribución del vehículo.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Árbol de levas	Controlar la apertura y cierre de las válvulas de admisión y escape.
Válvulas	Controlar la admisión y escape de los gases producidos en la combustión.
Muelle para las válvulas	Cerrar las válvulas siempre y cuando la leva no la abra.
Balancines	Encargado de transformar el movimiento lineal en movimiento oscilatorio accionando la válvula de una forma directa.
Varilla empujador	Encargada de transformar el movimiento giratorio en movimiento lineal producido por la apertura de la válvula.

Fuente: El Autor

Tabla 134:Función de los componentes del sistema motor subsistema de lubricación del vehículo.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE LUBRICACIÓN	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Bomba de aceite	Encargada de impulsar el aceite mediante una presión necesaria para poder hacer llegar a todos los elementos del sistema para su respectiva lubricación.
Cárter	Encargada de almacenar el aceite, alojando en su interior la bomba de aceite y la varilla medidora de aceite.
Varilla medidora de aceite	Permite la medición del nivel de aceite, se lo realiza cuando el motor se encuentra apagado.
Elementos filtrantes	Retener las impurezas existentes en el aceite para evitar daños en el sistema.
Enfriador de aceite	Proporciona la temperatura adecuada al aceite.
Mangueras	Encargadas de trasladar el aceite a los diferentes elementos del sistema.

Fuente: El Autor

Tabla 135:Función de los componentes del sistema motor subsistema de encendido del vehículo.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA DE ENCENDIDO	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Batería	Proporciona la corriente eléctrica la cual permite el accionamiento de todos los componentes electrónicos.
Bujías	Permite el accionamiento mediante el salto de una chispa mediante la cual que se produce la quema de la mezcla dentro de cada uno de los cilindros.
Distribuidor	Encargado de enviar la corriente eléctrica de alto voltaje, procedente de la bobina de encendido, mediante un dedo o rotor giratorio en el orden requerido por el ciclo de encendido de cada uno de los cilindros hasta las bujías de cada uno de ellos.
Interruptor de encendido	Encargado del accionamiento para el paso o no de la corriente de la batería hacia el sistema de encendido.
Bobinas	Generan una corriente de alta tensión requerida por las bujías, las cuales crean una chispa capaz de quemar la mezcla aire combustible dentro del cilindro.

Fuente: El Autor

Tabla 136: Función de los componentes del sistema motor subsistema mecánico del vehículo.

SISTEMA DEL MOTOR	
SUBSISTEMA MECÁNICO	
COMPONENTE	FUNCIÓN PRINCIPAL
Ventilador	Asegura un flujo continuo de aire a través del radiador para mantener una temperatura adecuada
Radiador	Trasladar el calor del líquido refrigerante al medio ambiente
Termostato	Obstruir el paso del refrigerante hasta que el motor alcance la temperatura adecuada de operación.
Bomba de agua	Encargada de enviar el refrigerante a través del bloque y de regreso al radiador
Cañerías y mangueras	Trasladar el líquido refrigerante del radiador hacia el bloque y regreso al radiador.
Depósito de recuperación	Almacenar el agua que el radiador expulsa cuando el sistema sube la temperatura y la regresa cuando el sistema se estabiliza.

Fuente: El Autor

3.4.1 Cálculo del Tiempos

En la tabla 138 a la tabla 148 se muestra los cálculos de tiempo de operación, tiempo de paro, tiempo medio entre fallos, tiempo medio de reparación, tasa de fallos, fiabilidad, disponibilidad, de la maquinaria y vehículos del GADM Santiago de Píllaro los cuales se obtuvo de fichas de control existentes en el GADM Santiago de Píllaro con los que se lleva un control del mantenimiento en la maquinaria pesada y vehículos livianos.

Tabla 137: Cálculo de tiempos en horas del tractor de oruga CATERPILLAR NXL-D5

MES	TO (Tiempo de operación)	TP (Tiempo de parada)	TMEF (por mes)	TMR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad (μ)	Disponibilidad (D)
ENERO	138,50	8,50	69,25	4,25	0,01	0,24	84,34
FEBRERO	121,00	19,00	40,33	6,33	0,02	0,16	
MARZO	135,00	19,00	45,00	6,33	0,02	0,16	
ABRIL	129,00	25,00	43,00	8,33	0,02	0,12	
MAYO	136,00	18,00	68,00	9,00	0,01	0,11	
JUNIO	140,00	21,00	46,67	7,00	0,02	0,14	
JULIO	158,50	30,50	79,25	15,25	0,01	0,07	
AGOSTO	149,50	36,50	74,75	18,25	0,01	0,05	
SEPTIEMBRE	128,00	33,00	42,67	11,00	0,02	0,09	
OCTUBRE	110,50	43,50	22,10	8,70	0,05	0,11	
NOVIEMBRE	119,50	34,50	19,92	5,75	0,05	0,17	
DICIEMBRE	115,50	38,50	14,44	4,81	0,02	0,13	
	131,75	27,25	47,11	8,75	0,02	0,13	

Fuente: El Autor

Tabla 138: Cálculo de tiempos en horas de la cargadora frontal HYUNDAI HL 757-7

MES	TO (Tiempo de operación)	TP (Tiempo de parada)	TMEF (por mes)	TMR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad(μ)	Disponibilidad (D)
ENERO	143	11	47,667	3,667	0,021	0,273	82,15
FEBRERO	117,5	43,5	58,750	21,750	0,017	0,046	
MARZO	137,25	16,75	27,450	3,350	0,036	0,299	
ABRIL	122	18	24,400	3,600	0,041	0,278	
MAYO	92,75	61,25	10,306	6,806	0,097	0,147	
JUNIO	87,5	73,5	21,875	18,375	0,046	0,054	
JULIO	146	5,25	29,200	1,050	0,034	0,952	
AGOSTO	151	10,25	25,167	1,708	0,040	0,585	
SEPTIEMBRE	136,75	24,25	22,792	3,031	0,044	0,330	
OCTUBRE	143,75	10,25	28,750	2,050	0,035	0,488	
NOVIEMBRE	130,5	30,5	26,100	6,100	0,038	0,164	
DICIEMBRE	141,5	19,50	17,69	2,44	0,04	0,33	
	129,12	27	28,34	6,16	0,04	0,32	

Fuente: El Autor

Tabla 139: Cálculo de tiempos en horas de la retro excavadora CATERPILLAR 416 E

MES	TO (Tiempo de operación)	TP (Tiempo de parada)	MTBF (por mes)	MTTR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad(μ)	Disponibilidad (D)
ENERO	136	11	68	5,5	0,015	0,182	83,51
FEBRERO	94	46	23,50	11,50	0,043	0,087	
MARZO	138,25	15,75	46,08	5,25	0,022	0,190	
ABRIL	137,75	16,25	34,44	4,06	0,029	0,246	
MAYO	153,25	0,75	76,63	0,38	0,013	2,667	
JUNIO	152,5	8,5	76,25	4,25	0,013	0,235	
JULIO	159,5	3,5	53,17	1,17	0,019	0,857	
AGOSTO	150,5	2	50,17	0,67	0,020	1,500	
SEPTIEMBRE	128	33	64,00	16,50	0,016	0,061	
OCTUBRE	82,5	71,5	41,25	35,75	0,024	0,028	
NOVIEMBRE	79,5	74,5	19,88	18,63	0,050	0,054	
DICIEMBRE	125,00	36,00	62,50	18,00	0,02	0,06	
	128,06	26,56	51,32	10,14	0,02	0,51	

Fuente: El Autor

Tabla 140: Cálculo de tiempos en horas de la motoniveladora CATERPILLAR 140K

MES	TO (Tiempo de operación)	TP (Tiempo de parada)	TMEF (por mes)	TMR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad(μ)	Disponibilidad (D)
ENERO	138,5	8,5	69,250	4,250	0,014	0,235	83,96
FEBRERO	116	24	38,667	8,000	0,026	0,125	
MARZO	122,75	31,25	30,688	7,813	0,033	0,128	
ABRIL	137	17	45,667	5,667	0,022	0,176	
MAYO	130	24	26,000	4,800	0,038	0,208	
JUNIO	144,5	16,5	36,125	4,125	0,028	0,242	
JULIO	159,5	8,5	79,750	4,250	0,013	0,235	
AGOSTO	151,5	25,5	50,500	8,500	0,020	0,118	
SEPTIEMBRE	89	72	22,250	18,000	0,045	0,056	
OCTUBRE	96,25	57,75	32,083	19,250	0,031	0,052	
NOVIEMBRE	131	23	43,667	7,667	0,023	0,130	
DICIEMBRE	138	23,00	69,00	11,50	0,03	0,16	
	129,5	27,58	45,30	8,65	0,02	0,15	

Fuente: El Autor

Tabla 141: Cálculo de tiempos en horas de la excavadora hidráulica CATERPILLAR 320C

MES	TO (Tiempo de operación)	TP (Tiempo de parada)	TMEF (por mes)	TMR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad(μ)	Disponibilidad (D)
ENERO	138,5	8,5	46,167	2,833	0,118	0,3529	86,50
FEBRERO	97,75	42,25	97,750	42,250	0,024	0,0237	
MARZO	145	9	48,333	3,000	0,111	0,3333	
ABRIL	137,5	16,5	45,833	5,500	0,061	0,1818	
MAYO	137,5	16,5	137,500	16,500	0,061	0,0606	
JUNIO	136,5	24,5	68,250	12,250	0,041	0,0816	
JULIO	160,33	15,5	160,333	15,500	0,065	0,0645	
AGOSTO	151,75	9,5	75,875	4,750	0,105	0,2105	
SEPTIEMBRE	138,5	22,5	138,500	22,500	0,044	0,0444	
OCTUBRE	139,75	14,25	139,750	14,250	0,070	0,0702	
NOVIEMBRE	113,5	40,5	37,833	13,500	0,025	0,0741	
DICIEMBRE	120,5	21,50	120,500	21,500	0,07	0,14	
	134,75	20,08	93,05	14,52	0,06	0,13	

Fuente: El Autor

Tabla 142: Cálculo de tiempos en horas de la mini cargadora

CATERPILLAR 246B

MES	TO (Tiempo de operación)	TP (Tiempo de parada)	TMEF (por mes)	TMR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad(μ)	Disponibilidad (D)
ENERO	136,75	10,25	45,583	3,417	0,022	0,293	89,04
FEBRERO	125,5	14,5	125,500	14,500	0,008	0,069	
MARZO	137,5	16,5	34,375	4,125	0,029	0,242	
ABRIL	143,5	10,5	47,833	3,500	0,021	0,286	
MAYO	152,5	1,5	76,250	0,750	0,013	1,333	
JUNIO	139	22	139,000	22,000	0,007	0,045	
JULIO	159	9,25	53,000	3,083	0,019	0,324	
AGOSTO	152,5	8	152,500	8,000	0,007	0,125	
SEPTIEMBRE	146,5	14,5	73,250	7,250	0,014	0,138	
OCTUBRE	118,5	35,5	118,500	35,500	0,008	0,028	
NOVIEMBRE	103	51	25,750	12,750	0,039	0,078	
DICIEMBRE	152,5	8,50	76,25	4,25	0,02	0,27	
	138,89	16,83	80,64	9,92	0,01	0,26	

Fuente: El Autor

Tabla 143: Cálculo de tiempos en horas del rodillo CATERPILLAR CS533E

MES	TO (Tiempo de operación)	TP (Tiempo de parada)	TMEF (por mes)	TMR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad(μ)	Disponibilidad (D)
ENERO	135,5	11,5	45,167	3,833	0,022	0,261	93,11
FEBRERO	130	10	43,333	10,000	0,023	0,100	
MARZO	152,5	1,5	152,500	0,375	0,007	2,667	
ABRIL	145,5	8,5	48,500	2,833	0,021	0,353	
MAYO	152,25	1,75	50,750	0,875	0,020	1,143	
JUNIO	150,5	10,5	75,250	10,500	0,013	0,095	
JULIO	160	9,25	32,000	3,083	0,031	0,324	
AGOSTO	151,75	1	75,875	1,000	0,013	1,000	
SEPTIEMBRE	143,5	17,5	35,875	8,750	0,028	0,114	
OCTUBRE	145,75	8,25	48,583	8,250	0,021	0,121	
NOVIEMBRE	132	22	66,000	5,500	0,015	0,182	
DICIEMBRE	159,5	1,50	79,75	0,75	0,02	0,58	
	146,56	8,60	62,79	4,64	0,01	0,57	

Fuente: El Autor

Tabla 144: Cálculo de tiempos en horas de la volqueta HINO GH TMA-1109

MES	TO (Tiempo de operación)	TP (Tiempo de parada)	TMEF (por mes)	TMR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad(μ)	Disponibilidad (D)
ENERO	139	8	69,500	4,000	0,014	0,250	93,73
FEBRERO	125	15	62,500	7,500	0,016	0,133	
MARZO	146,5	7,5	146,500	7,500	0,007	0,133	
ABRIL	146,25	7,75	73,125	3,875	0,014	0,258	
MAYO	124,75	29,25	62,375	14,625	0,016	0,068	
JUNIO	153	8	76,500	4,000	0,013	0,250	
JULIO	161	7,5	161,000	7,500	0,006	0,133	
AGOSTO	152,25	1,5	76,125	0,750	0,013	1,333	
SEPTIEMBRE	145	16	36,250	4,000	0,028	0,250	
OCTUBRE	146,5	7,5	146,500	7,500	0,007	0,133	
NOVIEMBRE	144,75	9,25	48,250	3,083	0,021	0,324	
DICIEMBRE	151,75	9,25	50,583	3,083	0,01	0,30	
	144,64	10,54	84,10	5,61	0,01	0,29	

Fuente: El Autor

Tabla 145: Cálculo de tiempos en horas de la camioneta MAZDA B2600 DC FULL 4X4 placas TEC-0022

MES	TO (Tiempo de operación)	TP (Tiempo de parada)	TMEF (por mes)	TMR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad(μ)	Disponibilidad (D)
ENERO	129,75	24,25	25,950	4,850	0,039	0,206	86,11
FEBRERO	106,25	33,75	17,708	5,625	0,056	0,178	
MARZO	136,25	17,75	34,063	4,438	0,029	0,225	
ABRIL	129,25	17,75	32,313	4,438	0,031	0,225	
MAYO	123,75	16,25	24,750	3,250	0,040	0,308	
JUNIO	112,5	41,5	22,500	8,300	0,044	0,120	
JULIO	110,5	43,5	36,833	14,500	0,027	0,069	
AGOSTO	117	23	39,000	7,667	0,026	0,130	
SEPTIEMBRE	139	15	69,500	7,500	0,014	0,133	
OCTUBRE	139,5	7,5	139,500	7,500	0,007	0,133	
NOVIEMBRE	115,75	31,25	28,938	7,813	0,035	0,128	
DICIEMBRE	138,5	22,50	69,25	11,25	0,03	0,17	
	124,83	24,5	45,02	7,26	0,03	0,16	

Fuente: El Autor

Tabla 146: Cálculo de tiempos en horas del JEEP TOYOTA LAND-CRUSIER PRADO placas TEC-0023

MES	TO (Tiempo de operación)	TP (Tiempo de parada)	TMEF (por mes)	TMR	Tasa de fallos (λ)	fiabilidad(μ)	Disponibilidad (D)
ENERO	138	16	69,000	8,000	0,014	0,125	90,26
FEBRERO	122,5	17,5	30,625	4,375	0,033	0,229	
MARZO	139	15	69,500	7,500	0,014	0,133	
ABRIL	129,25	17,75	32,313	4,438	0,031	0,225	
MAYO	124,5	15,5	62,250	7,750	0,016	0,129	
JUNIO	144,75	9,25	72,375	4,625	0,014	0,216	
JULIO	121	33	40,333	11,000	0,025	0,091	
AGOSTO	132,5	7,5	132,500	7,500	0,008	0,133	
SEPTIEMBRE	138,5	15,5	69,250	7,750	0,014	0,129	
OCTUBRE	139,5	7,5	139,500	7,500	0,007	0,133	
NOVIEMBRE	122,5	24,5	40,833	8,167	0,024	0,122	
DICIEMBRE	136,5	24,50	45,50	8,17	0,02	0,15	
	132,37	16,95	66,99	7,23	0,01	0,15	

Fuente: El Autor

Tabla 147: Cálculo de tiempos en horas del recolector HINO-GH TMA-1104

MES	TO (Tiempo de operación)	TP (Tiempo de parada)	TMEF (por mes)	TMR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad(μ)	Disponibilidad (D)
ENERO	137,000	17,000	34,250	4,250	0,029	0,235	86,28
FEBRERO	144,500	9,500	48,167	3,167	0,021	0,316	
MARZO	138,500	15,500	46,167	5,167	0,022	0,194	
ABRIL	122,500	24,500	30,625	6,125	0,033	0,163	
MAYO	124,000	16,000	62,000	8,000	0,016	0,125	
JUNIO	116,500	44,500	29,125	11,125	0,034	0,090	
JULIO	110,500	43,500	22,100	8,700	0,045	0,115	
AGOSTO	131,000	9,000	65,500	4,500	0,015	0,222	
SEPTIEMBRE	117,000	37,000	29,250	9,250	0,034	0,108	
OCTUBRE	136,500	17,500	45,500	5,833	0,022	0,171	
NOVIEMBRE	124,500	22,500	41,500	7,500	0,024	0,133	
DICIEMBRE	130,500	16,500	43,500	5,500	0,023	0,182	
	1533,00	273,00	497,68	79,11	0,31	2,05	

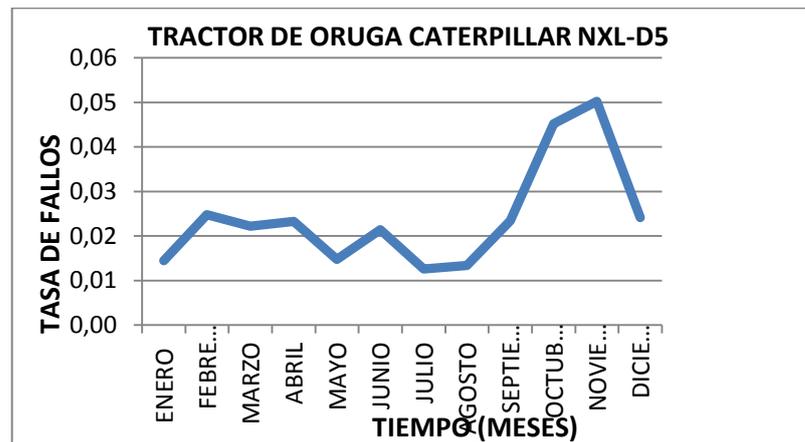
Fuente: El Autor

3.5 Interpretación de la curva de la bañera.

3.5.1 Curva de la bañera del tractor de oruga Caterpillar Nxl-D5

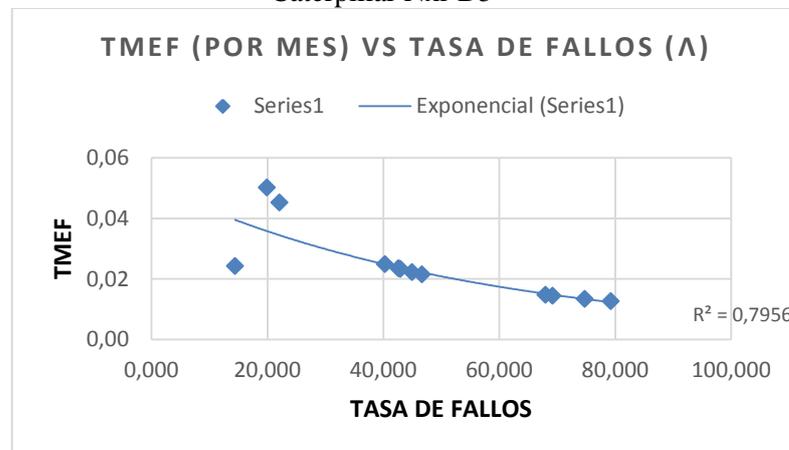
En la figura 2 se ve el comportamiento de la curva de la bañera entre tiempo en (meses) vs tasa de fallos del tractor de oruga Caterpillar Nxl-D5; en la cual se aprecia que la máquina tiene un funcionamiento regular, excepto por los meses de octubre y noviembre en los cuales la máquina posee una tasa de fallos elevada, dividido a que se encuentra paralizada por falta de repuestos para poder realizar su mantenimiento. Mientras que la figura 3 muestra el comportamiento de la curva de la bañera entre tasa de fallos vs TMEF.

Figura 2: Curva de la bañera; tiempo en (meses) vs tasa de fallos del tractor de oruga Caterpillar Nxl-D5



Fuente: El Autor

Figura 3: Curva de la bañera; tasa de fallos vs TMEF del tractor de oruga Caterpillar Nxl-D5

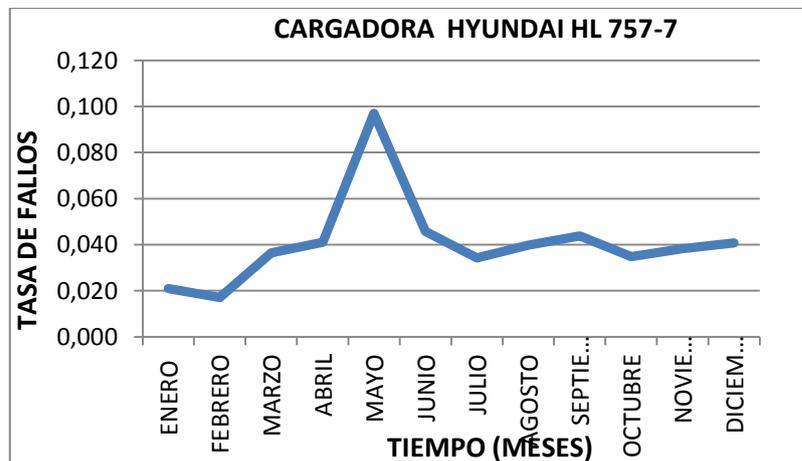


Fuente: El Autor

3.5.2 Curva de la bañera de la cargadora Hyundai HL 757-7

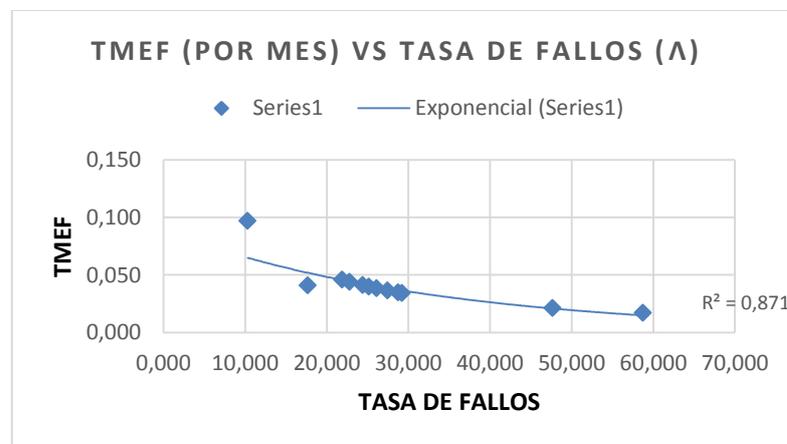
En la figura 4 se ve la curva de la bañera entre tiempo en (meses) vs tasa de fallos de la cargadora Hyundai HL 757-7 en la cual se puede apreciar que la máquina tiene un funcionamiento un tanto regular, a excepción del mes de mayo en el cual la máquina posee una tasa de fallos elevada con respecto al resto del año en el cual la máquina a funcionado con normalidad por falta de mantenimiento el cual permita que la máquina traiga de manera eficiente. Mientras que la figura 5 muestra el comportamiento de la curva de la bañera entre tasa de fallos vs TMEF.

Figura 4: Curva de la bañera; tasa de tiempo en (meses) vs tasa de fallos de la cargadora Hyundai HL 757-7



Fuente: El Autor

Figura 5: Curva de la bañera; tasa de fallos vs TMEF de la cargadora Hyundai HL 757-7

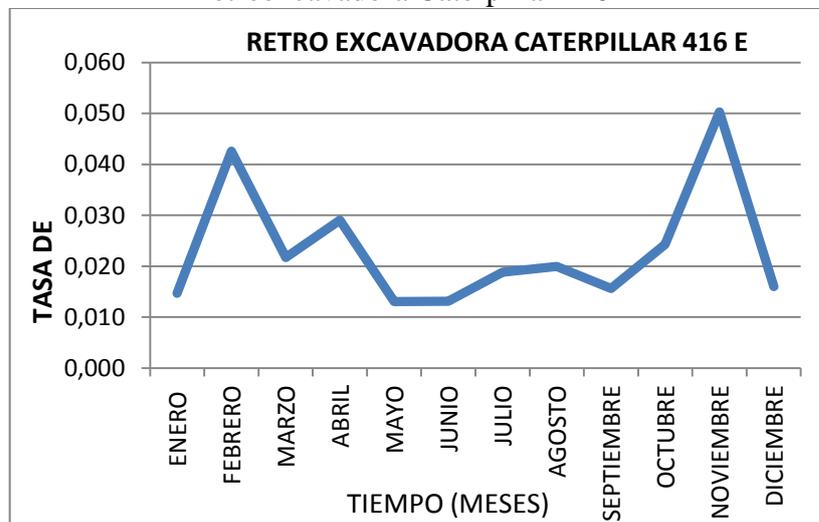


Fuente: El Autor

3.5.3 Curva de la bañera de la retro excavadora Caterpillar 416 E

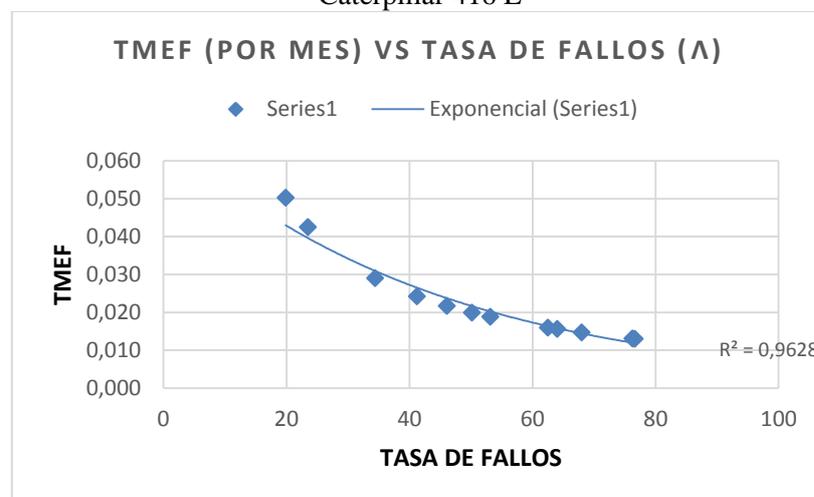
Se puede apreciar en la figura 6 que la tendencia de funcionamiento de la Retro excavadora Caterpillar 416E es un tanto normal durante el año de funcionamiento a excepción de los meses de febrero y noviembre, en los cuales la máquina tiene una tasa de fallos elevada por lo cual su funcionamiento no fue el esperado debido a falta de un mantenimiento preventivo. Mientras que la figura 7 muestra el comportamiento de la curva de la bañera entre tasa de fallos vs TMEF.

Figura 6: Curva de la bañera; tiempo en (meses) vs tasa de fallos de la retroexcavadora Caterpillar 416 E



Fuente: El Autor

Figura 7: Curva de la bañera; tasa de fallos vs TMEF de la retroexcavadora Caterpillar 416 E

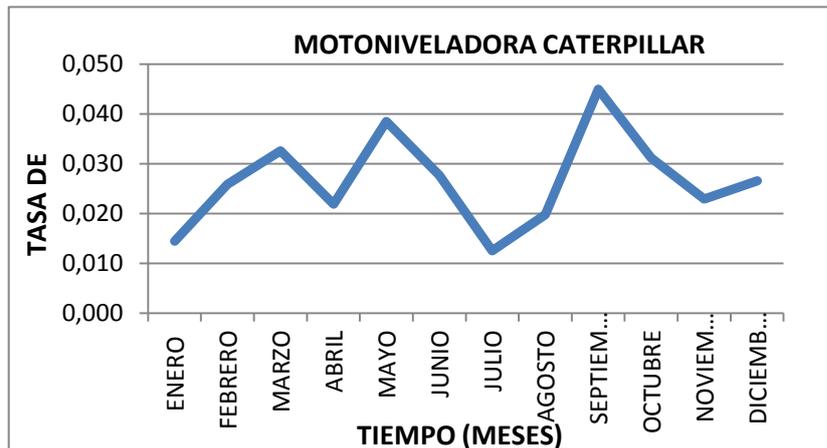


Fuente: El Autor

3.5.4 Curva de la bañera de la motoniveladora Caterpillar 140K

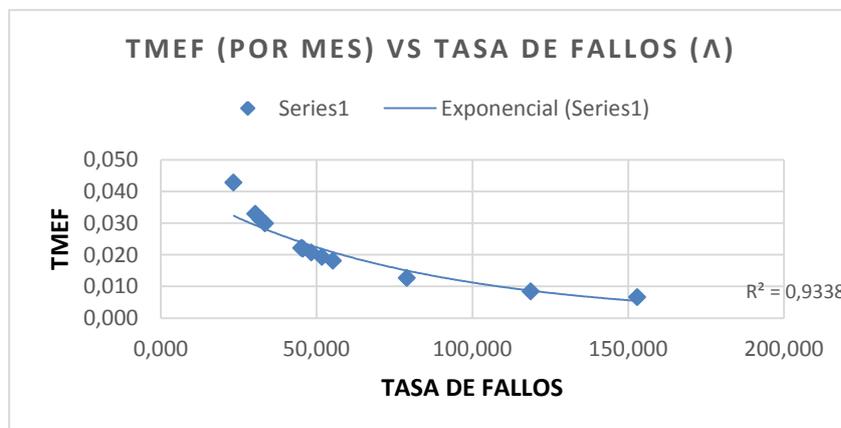
De acuerdo a la tendencia mostrada en la figura 8 se puede apreciar el funcionamiento de la motoniveladora Caterpillar 140k en la cual se deduce que el funcionamiento durante todo el año fue normal a excepción de los meses de marzo mayo y septiembre ya que estos meses tiene una tasa de fallos elevada lo cual no permite que la máquina funcione con normalidad debido a daños inesperados producidos en momentos de trabajo la cual se tuvo que paralizar la máquina para su reparación. Mientras que la figura 9 muestra el comportamiento de la curva de la bañera entre tasa de fallos vs TMEF.

Figura 8: Curva de la bañera; tiempo en (meses) vs tasa de fallos de la motoniveladora Caterpillar 140K



Fuente: El Autor

Figura 9: Curva de la bañera; tasa de fallos vs TMEF de la motoniveladora Caterpillar 140K

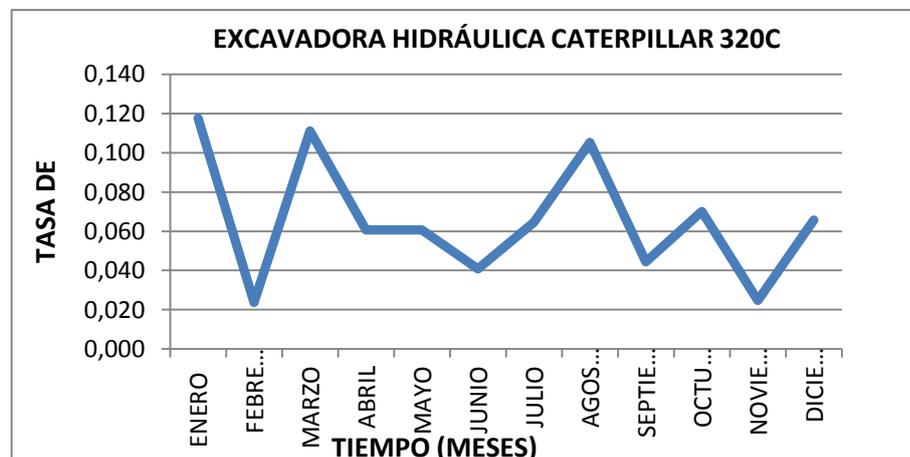


Fuente: El Autor

3.5.5 Curva de la bañera de la excavadora hidráulica Caterpillar 320C

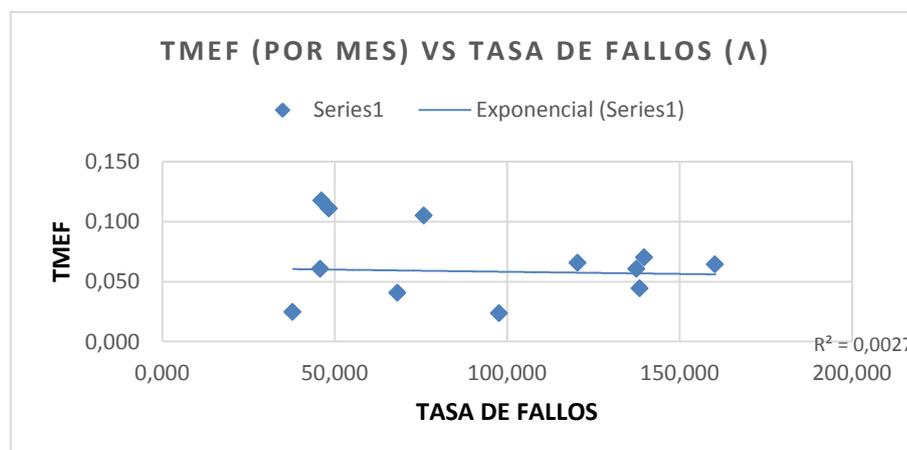
En la figura 10 podemos apreciar el funcionamiento de la Excavadora Hidráulica Caterpillar 320C durante un año de funcionamiento y cómo podemos observar tiene un funcionamiento casi irregular debido a que su tasa de fallos es elevada en varios meses como son enero marzo agosto y octubre es por eso que la máquina no tuvo un funcionamiento correcto durante su periodo anual de trabajo. Mientras que la figura 11 muestra el comportamiento de la curva de la bañera entre tasa de fallos vs TMEF.

Figura 10: Curva de la bañera; tiempo en (meses) vs tasa de fallos de la excavadora hidráulica Caterpillar 320C



Fuente: El Autor

Figura 11: Curva de la bañera; tasa de fallos vs TMEF de la excavadora hidráulica Caterpillar 320C

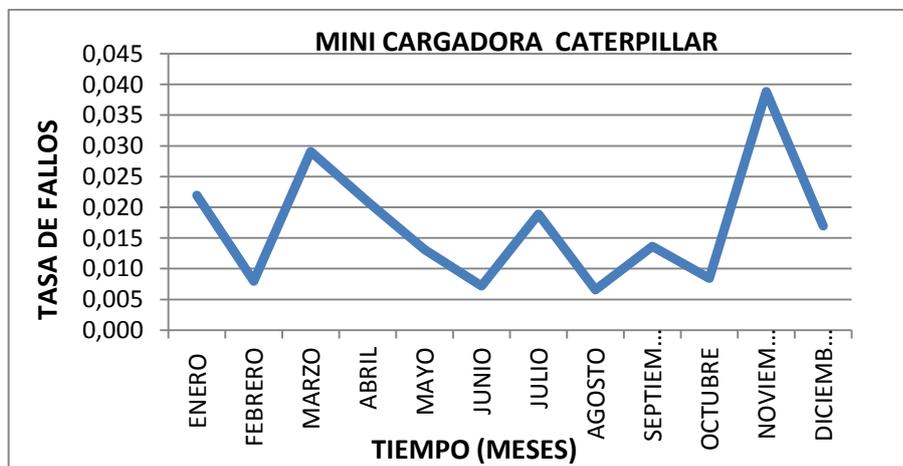


Fuente: El Autor

3.5.6 Curva de la bañera de la minicargadora Caterpillar 246B

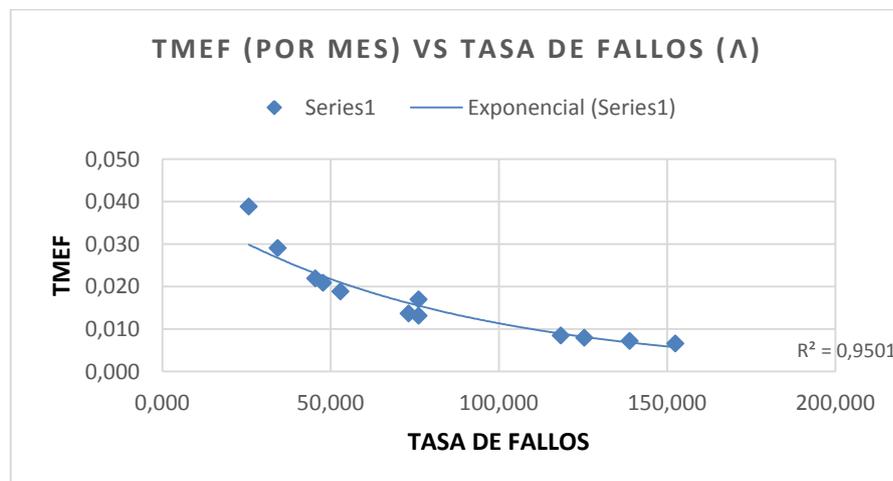
En la figura 12 se puede observar que el funcionamiento de la minicargadora Caterpillar 246B fue un tanto regular, a excepción de los meses de marzo y noviembre ya que en estos meses la máquina no funcionó correctamente debido a la falta de mantenimiento el cual produjo una tasa de fallos elevada. Mientras que la figura 13 muestra el comportamiento de la curva de la bañera entre tasa de fallos vs TMEF.

Figura 12: Curva de la bañera; tiempo en (meses) vs tasa de fallos de la minicargadora Caterpillar 246B



Fuente: El Autor

Figura 13: Curva de la bañera; tasa de fallos vs TMEF de la minicargadora Caterpillar 246B

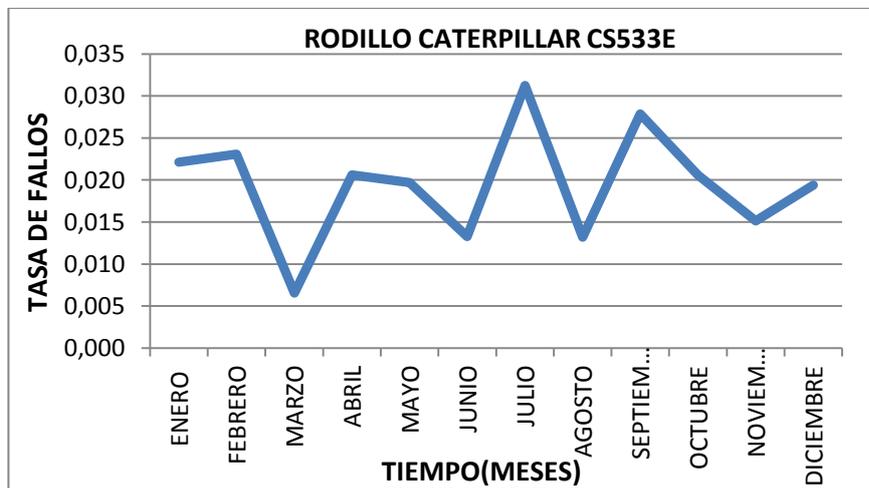


Fuente: El Autor

3.5.7 Curva de la bañera del rodillo Caterpillar CS533E

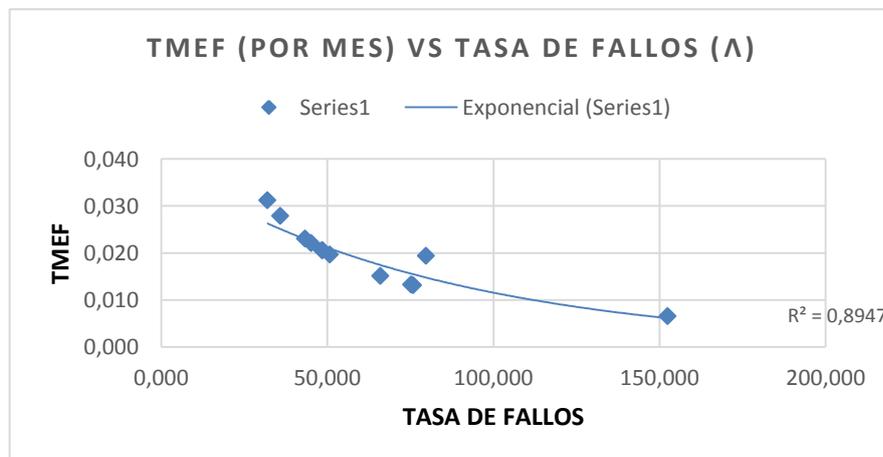
La tendencia irregular que se puede apreciar en la figura 14 nos muestra como fue el funcionamiento del rodillo Caterpillar CS533E durante un año de funcionamiento, en el cual nos indica que funciono casi normalmente a excepción de los meses de julio y septiembre que no tuvo un funcionamiento adecuado debido a su alto índice de la tasa de fallos de la máquina durante los meses mencionados anteriormente. Mientras que la figura 15 muestra el comportamiento de la curva de la bañera entre tasa de fallos vs TMEF.

Figura 14: Curva de la bañera; tiempo en (meses) vs tasa de fallos Rodillo Caterpillar CS533E



Fuente: El Autor

Figura 15: Curva de la bañera; tasa de fallos vs TMEF del rodillo Caterpillar CS533E

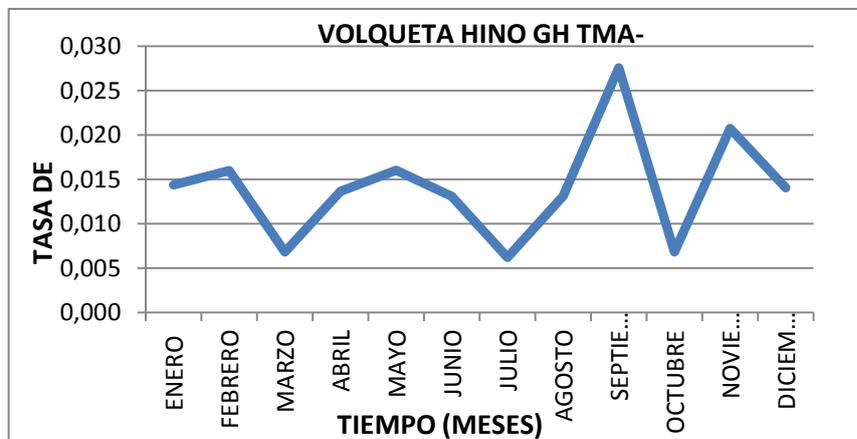


Fuente: El Autor

3.5.8 Curva de la bañera de la volqueta HINO GH TMA-1109

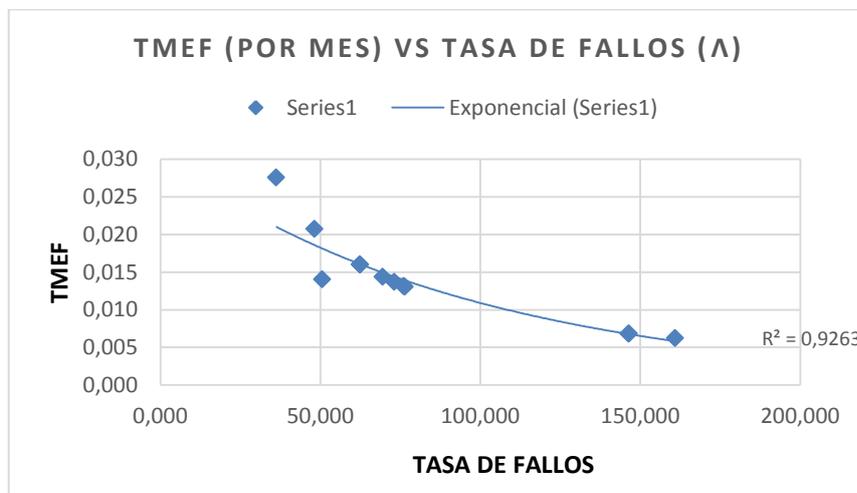
En la figura 16 se puede observar el funcionamiento de la volqueta HINO GH TMA-1109 fue casi normal durante todo el año a excepción de los meses de septiembre y noviembre ya que la máquina en estos meses no funciono normalmente debido falta de mantenimiento lo cual produjo una tasa de fallos elevada. Mientras que la figura 17 muestra el comportamiento de la curva de la bañera entre tasa de fallos vs TMEF.

Figura 16: Curva de la bañera; tiempo en (meses) vs tasa de fallos de la volqueta HINO GH TMA-1109



Fuente: El Autor

Figura 17: Curva de la bañera; tasa de fallos vs TMEF de la volqueta HINO GH TMA-1109

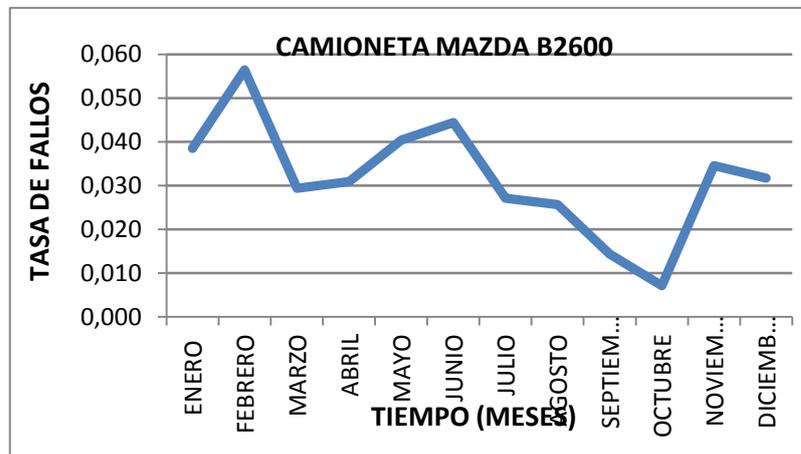


Fuente: El Autor

3.5.9 Curva de la bañera de la camioneta Mazda B2600 DC FULL 4X4

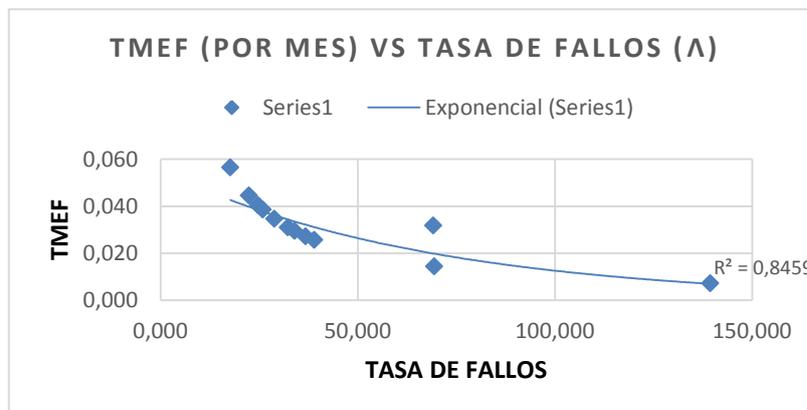
Como se puede apreciar la tendencia que nos muestra la figura 18 de la camioneta Mazda B2600 DC FULL 4X4 es un tanto regular, lo mismo que nos dice que funciona normalmente a excepción de los meses de febrero, junio y noviembre ya que en estos meses la tasa de fallo de la camioneta fue elevada por falta de mantenimiento lo cual produjo que el funcionamiento no sea normal. Mientras que la figura 19 muestra el comportamiento de la curva de la bañera entre tasa de fallos vs TMEF.

Figura 18: Curva de la bañera; tiempo en (meses) vs tasa de fallos de la camioneta Mazda B2600 DC FULL 4X4



Fuente: El Autor

Figura 19: Curva de la bañera; tasa de fallos vs TMEF de la camioneta Mazda B2600 DC FULL 4X4

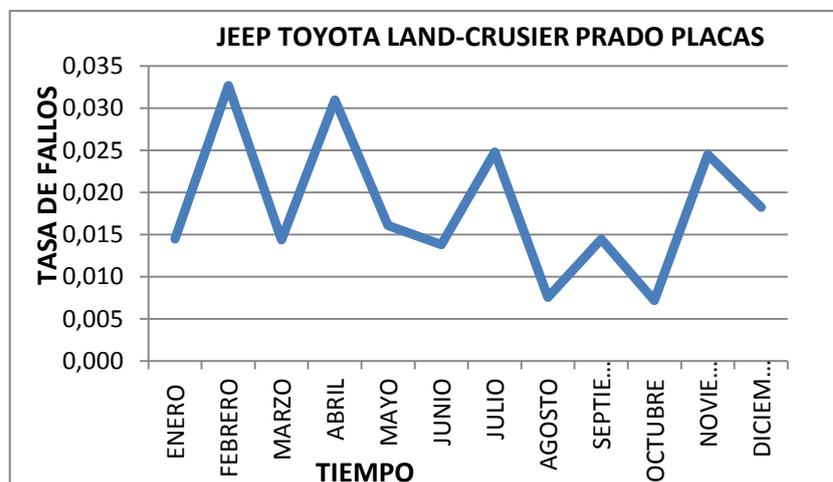


Fuente: El Autor

3.5.10 Curva de la bañera del Jeep Toyota Land-Crusier Prado

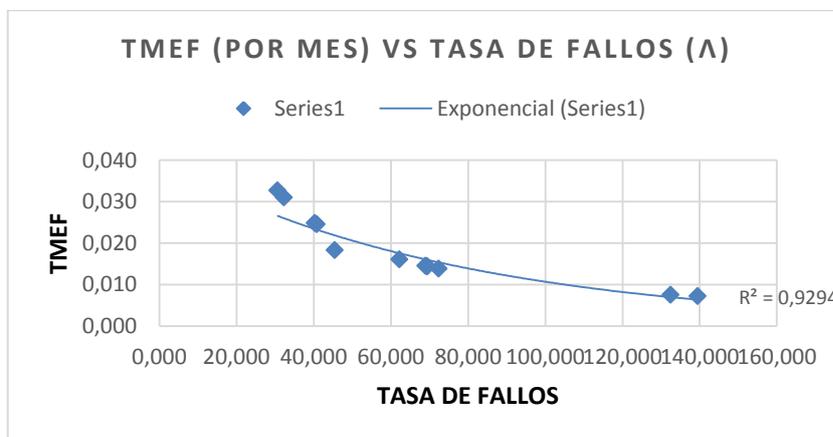
En la figura 20 se puede observar el funcionamiento del Jeep Toyota Land-Crusier Prado placas TEC-0023 a lo largo de un año, en el cual se aprecia que funcionó con normalidad a excepción de los meses de febrero, abril, julio y noviembre ya que en estos meses el Jeep posee una tasa de fallos elevada es por esto que su funcionamiento no fue el esperado en los meses mencionados. Mientras que la figura 21 muestra el comportamiento de la curva de la bañera entre tasa de fallos vs TMEF.

Figura 20: Curva de la bañera; tiempo en (meses) vs tasa de fallos del Jeep TOYOTA Land-Crusier Prado.



Fuente: El Autor

Figura 21: Curva de la bañera; tasa de fallos vs TMEF del Jeep TOYOTA Land-Crusier Prado.

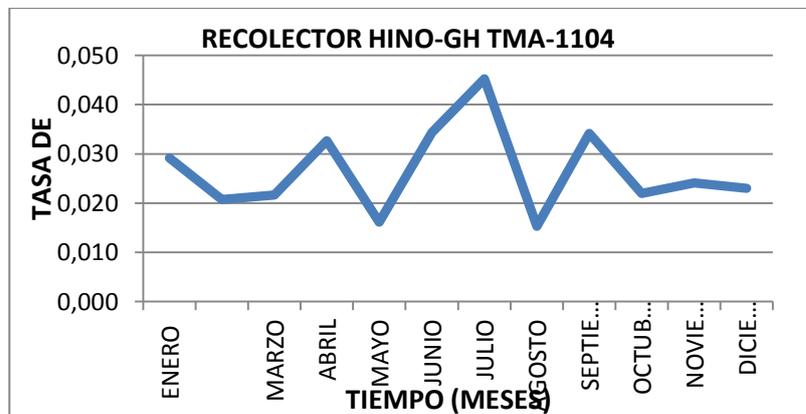


Fuente: El Autor

3.5.11 Curva de la bañera del recolector HINO-GH

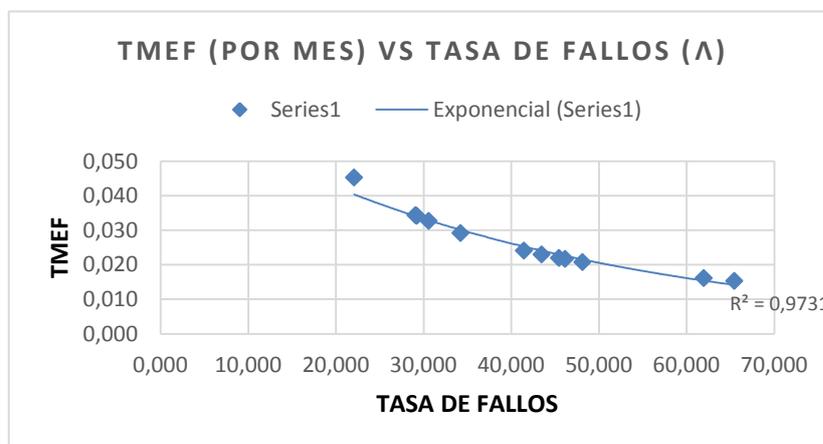
La tendencia que se puede observar en la figura 22 muestra el funcionamiento del Recolector HINO-GH TMA-1104 durante el periodo de un año en el cual se aprecia que tuvo un funcionamiento normal durante el año a excepción de los meses de abril, julio y septiembre en los cuales no funcionó con normalidad debido a falta de mantenimiento por lo que posee una tasa de fallos elevada en los meses mencionados. Mientras que la figura 23 muestra el comportamiento de la curva de la bañera entre tasa de fallos vs TMEF.

Figura 22: Curva de la bañera; tiempo en (meses) vs tasa de fallos recolector HINO-GH TMA-1104



Fuente: El Autor

Figura 23: Curva de la bañera; tasa de fallos vs TMEF recolector HINO-GH TMA-1104



Fuente: El Autor

3.6 Cálculo o modelo operativo mediante el análisis AMFE

Es un método de prevención dirigido hacia la consecución del aseguramiento de la calidad, que mediante un análisis sistemático permite evaluar, desde la fase de diseño de un producto, servicio o proceso, la probabilidad de ocurrencia de un fallo, la gravedad del mismo y la posibilidad de su detección, mediante los cuales, se calculará el Número de Prioridad de Riesgo, para priorizar las causas, sobre las cuales habrá que actuar para evitar que se presenten dichos modos de fallo.

$$NPR = S \times O \times D \quad \text{Ec.(8)}$$

Dónde:

NPR: Número de Prioridad de Riesgo

G: Gravedad de fallo

F: Probabilidad de ocurrencia

D: Probabilidad de no detección

Objetivos del AMFE

El método AMFE es uno de los más utilizados para agrupar la experiencia y el conocimiento colectivo, además de las previsiones del área de diseño, con objeto de asegurar que los nuevos diseños se hacen bien, desde el inicio, o al menos mejoran con respecto a la generación anterior.

Para realizar las matrices AMFE se toma en cuenta los vehículos y máquinas que son del mismo tipo ya que sus componentes son semejantes para poder generar una matriz por cada tipo de vehículo y máquina existente en el patio automotriz del GADM Santiago de Píllaro. Lo cual facilitara la elaboración de las matrices AMFE de los vehículos y maquinas ya que no será necesario realizar una matriz por cada máquina ya que los sistemas, subsistemas y componentes son los mismos..

En la tabla 149 a la tabla 236 se expone el análisis AMFE de los sistemas, subsistemas, componentes, funciones específicas, fallos funcionales, causas del fallo, efecto del fallo, valoraciones de frecuencia, gravedad, detección del fallo, prioridad de riesgo y recomendaciones. Para de esta manera poder identificar cuáles son los elementos más propensos a sufrir daños en la maquinaria y vehículos del GADM Santiago de Píllaro.

Tabla 148: Análisis AMFE del sistema hidráulico del tractor de orugas

		GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO									
		ANÁLISIS MODAL AMFE DE LOS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE LA MAQUINARIA PESADA Y VEHÍCULOS									
		MÁQUINAS:	TRACTOR DE ORUGAS	ELABORADO POR:	MARIO VASCO	FECHA DE ELABORACIÓN :					28-07-2016
		SISTEMA:	HIDRÁULICO	REVISADO POR:	ING. CHRISTIAN CASTRO	FECHA DE REVISIÓN:					05-08-2016
SUBSISTEMA:	N/E	APROBADO POR:	ING. CHRISTIAN CASTRO	ENCARGADO:	ING. CHRISTIAN CASTRO						
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN		
					F	G	D	NPR			
Filtro	Retener las impurezas y purificar para evitar el ingreso al interior del sistema.	Taponamiento del filtro.	Acumulación de impurezas en el interior del filtro.	Disminución en el rendimiento del sistema hidráulico.	6	5	4	120	Realizar cambio de filtro cada 3000km.		
Cañerías y Mangueras	Trasladar el fluido en todo el sistema.	Fisura de las mangueras y cañerías.	Rozamiento con otro elemento.	Presión débil en el sistema y fuga de fluido.	5	6	1	30	Revisar las conexiones que se encuentren en buen estado.		
Bomba hidráulica	Enviar el aceite con la presión necesaria para el accionamiento de los elementos del sistemas.	Rotura de los sellos.	Desgaste por el tiempo de la vida útil.	No llega el aceite con la presión necesaria para el accionamiento del sistema.	3	7	3	63	Tener cuidado que el aceite no esté mesclado con agua.		
Válvula 2/2 de palanca	Válvula de dos vías dos posiciones. El paso de una posición a otra se regula mediante una placa.	Atascamiento de la válvula al abrirse o cerrarse .	Resortes de la válvula defectuosas.	Presión del fluido demasiado bajo.	4	6	4	96	Realizar mantenimiento en el tiempo establecido por el fabricante.		
Mandos de accionamiento	Encargado del accionamiento del sistema hidráulico.	Rotura en los mandos.	Desgaste en los mandos de accionamiento.	Remordimiento en los cuales no permiten el accionamiento.	4	5	4	80	Revisar que los mandos estén en buen estado.		
Cilindro de simple efecto.	En el cilindro el aceite ejerce la presión contra el embolo, sacando el vástago de la carcasa. En esta se conecta a una manguera la cual permite el retorno del aceite al depósito.	Torcedura del vástago del cilindro.	Torcedura producida por las altas temperaturas.	Perdida de presión en el cilindro.	3	8	4	96	No realizar sobre esfuerzos en el momento de realizar el trabajos.		
Limitador de presión	Protege el sistema cuando existe sobre presión.	Rotura de cañerías y mangueras.	Sobre presión en el sistema.	Perdida de presión debido a las fugas producidas en las roturas de los conductos.	3	7	3	63	Revisar que no exista sobre presiones.		
								78			

Fuente: El Autor

Tabla 149: Análisis AMFE del sistema de transmisión del tractor de orugas

SISTEMA DE TRANSMISIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Eslabones	Elementos que se encargan de formar a la cadena del tren de rodaje, y que son acoplados por pines en su interior.	Rotura de un eslabón que conforma la cadena..	Fuerza excesiva en el tren de rodaje.	No se puede mover la máquina por falta de transmisión.	4	6	4	96	Chequear que el embrague se encuentre en buen estado.
Caja de velocidades	Cambiar la relación de transmisión entre el motor y las ruedas.	Desgaste de los piñones.	Producidos por la fricción, la mala lubricación, usos inadecuados.	No se puede realizar el cambio de marcha con normalidad.	3	8	4	96	Realizar una buena lubricación para que no exista daño.
Cadenas	Elementos compuestos de eslabones y acoplados mediante bocines los cuales tienen como función dar movimiento al tren de rodaje.	Desacople de los eslabones que la conforman.	Sobre esfuerzos producidos en el trabajo.	Paralización de la máquina por falta de tracción para ejercer movimiento.	3	7	4	84	Revisar que las cadenas se encuentren en buen estado.
Ejes de transmisión	Transmitir el movimiento de la caja de velocidades al grupo cónico diferencial.	Fisura del eje	Desgaste producidos por la fricción.	Paralización de la máquina	3	8	3	72	No realizar sobre esfuerzos
Pines	Elemento encargado de unir los eslabones y formar el tren de rodaje.	Torcedura de los pines	Producidos por los sobre esfuerzos de la máquina y vibración en el momento de ejercer el movimiento.	Desacople de la cadena por lo tanto produciéndose la paralización de la máquina.	3	7	4	84	No realizar sobre esfuerzos
Ruedas guías	Elementos mecánicos encargados de dar movimiento a la máquina.	Desgaste de las ruedas guías	Producidos por trabajos excesivos y sobre esfuerzos realizados en el trabajo.	Descarrilamiento de la máquina	2	7	3	42	Dar mantenimiento a los pines y bocines de las ruedas guías.
Bocines	Elemento encargado de unir el pin a la cadena del tren de rodaje.	Desgaste de los bocines de la rueda guía.	Falta de lubricación.	Desalineamiento de los eslabones	4	7	3	84	Chequeos periódicos para verificar su estado de funcionamiento para poder realizar un mantenimiento.
								80	

Fuente: El Autor

Tabla 150: Análisis AMFE del sistema eléctrico del tractor de orugas

SISTEMA ELÉCTRICO									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Batería	Almacenar energía química que se transforma en energía eléctrica al momento que se activa un equipo.	Descargue de la batería	Bajo contenido de ácido en el electrolito.	La máquina no puede arrancar por falta de energía para su accionamiento.	4	7	3	84	Realizar chequeos continuos para verificar que los niveles de líquido de la batería estén los adecuados.
Alternador	Encargado de generar corriente alterna para reponer o cargar la batería para posteriormente alimentar a los diferentes elementos del sistema eléctrico.	El sistema de carga esta averiada el cual no genera energía para la batería.	Escobillas o anillos en mal estado	El alternador no carga con normalidad por lo tanto la batería se descarga y no suministra energía al vehículo	4	8	4	128	Chequear los elementos del sistema.
Complementos eléctrico	Activar los distintos elementos de la máquina.	Falta de energía en los distintos elementos.	La batería no genera la energía necesaria para los distintos elementos.	Los distintos elementos electricos no funcionan con normalidad por lo que la máquina no puede funcionar con normalidad.	6	5	3	90	Revisar que estén en buen estado antes de encender la máquina
Arranque	Imprimir movimiento inicial al motor para que empiece su funcionamiento.	Desgaste de los dientes del piñón.	Excesivo arranque producido por parte del operario de la máquina.	El motor de arranque no es capaz de generar el movimiento inicial de giro para que se produzca el movimiento del motor	5	7	3	105	Cambiar los carbones del motor de arranque.
Luces interiores y exteriores	Encargadas de Brindar iluminación en el área de trabajo ya sea dentro y fuera de la máquina.	Luces en mal estado.	Corto circuitos producidos por rozamiento de cables en mal estado.	La máquina no puede trabajar con una buena disponibilidad por falta de iluminación.	5	6	3	90	Verificar si la batería está bien conectada o si los fusibles estén en buen estado.
Relé /solenoides	Cerrar o abrir el paso de corriente eléctrica.	Señales incorrectas	La vida útil del relé ha llegado a su fin.	El motor no arranca con facilidad.	4	7	3	84	Revisar que el relé este dando la señal adecuada.
								97	

Tabla 151: Análisis AMFE del sistema de frenos del tractor de orugas

SISTEMA DE FRENOS									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Bomba	Encargada de suministrar aceite a presión para accionar al sistema mediante la presión del fluido.	Perdida de presión al frenar.	Sellos de neopreno desgastados.	Los sistemas accionados por la bomba no funcionan con normalidad por fugas en las líneas de salida de presión.	3	8	3	72	Realizar cambio de sellos y realizar mantenimiento periódico.
Freno de estacionamiento	Mantener la máquina frenada cuando se encuentra inmovilizada.	Daño de la palanca de accionamiento manual.	Manipulación excesiva por parte del operario de la máquina..	La máquina no se detiene en su totalidad, no está con todo la seguridad la cual puede ocasionar algún accidente.	3	7	3	63	Verificar si se encuentra en buen estado, caso contrario cambiar el elemento dañado.
Cañerías del sistema de frenado	Elemento encargado de distribuir el fluido por todos los componentes del sistema.	Rotura de la cañería	Golpes con otro elemento y la misma vibración producida por la máquina.	Perdida de presión en el sistema producido por la fuga del líquido.	5	8	4	160	Realizar chequeos continuos para verificar que se encuentren en buen estado, caso contrario cambiar el elemento dañado..
válvula del freno de estacionamiento	Controla y regular la presión hidráulica en el sistema.	Perdida de presión	Rotura del resorte de la válvula	Perdida de presión en el interior del cilindro al momento del frenado.	5	7	5	175	Realizar mantenimientos periódicos y verificar el funcionamiento de las válvulas.
Control de freno	Encargada de controlar la velocidad de avance durante la acción de frenado.	Recalentamiento en el sistema	Exceso de energía	No se puede controlar la velocidad de frenado de la máquina.	6	7	3	126	Realizar un chequeo y mantenimiento.
								119	

Fuente: El Autor

Tabla 152: Análisis AMFE del sistema de dirección del tractor de orugas

SISTEMA DE DIRECCIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Volante	Encargado del controlar el movimiento de la dirección y sentido del vehículo.	Desgaste de las válvulas de rotación la cuales permiten el direccionamiento de la máquina	Excesiva manipulación de la dirección del vehículo.	No se puede dar dirección y sentido adecuado al vehículo..	3	4	3	36	Utilizar de la manera más apropiada para poder facilitar el trabajo de direccionamiento.
Válvulas	Controlar el funcionamiento de los actuadores y controlar la cantidad de flujo de aceite.	Perdida de presión.	Sobrepresiones las cuales dañaron la válvula.	Perdida de presión por falta de un control de presiones.	5	7	5	175	Realizar mantenimientos preventivos.
Eje delantero	Elemento encargado de sustentar el peso de algunos elementos del sistema.	Fisura del eje de la corona.	Producido por la vibración y la sobre carga en la máquina.	Paralización de la máquina por falta de direccionamiento para su movimiento.	3	8	3	72	No forzar a la maquina en el momento de realizar trabajos forzados.
Cañerías	Elemento encargado de distribuir el fluido por todos los componentes del sistema.	Rotura de las cañerías.	Producidas por la fricción entre elementos.	Pérdida de fluido y la paralización de la máquina.	5	6	4	120	Verificar que se encuentre en buen estado.
Cilindros hidráulicos	Aumentar la fuerza de trabajo proporcionado por la bomba al momento de realizar un trabajo mediante la presión del aceite para direccionar la máquina.	Presión muy baja en el cilindro	Producida por falta de aceite en el depósito para que la bomba suministre la presión necesaria.	No se puede realizar el güiro por falta de presión en el cilindro.	3	7	3	63	Realizar mantenimientos preventivos.
								93,2	

Fuente: El Autor

Tabla 153: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de distribución del tractor de orugas

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Árbol de levas	Controlar la apertura y cierre de las válvulas de admisión y escape.	Fractura de las leva	Sobrecargas , mala lubricación.	Perdida de tracción.	2	8	4	64	Realizar una buena lubricación para evitar daños.
Válvulas	Controlar la admisión y escape de los gases producidos en la combustión.	Desgaste de la cabeza de las válvulas	Producidas por las altas temperaturas producidas en el momento de la admisión y escape de los gases.	No se puede controlar la apertura y cierre de las válvulas en el momento de la admisión y escape, produciéndose sobre calentamiento del motor.	4	7	3	84	Realizar mantenimientos preventivos.
Muelle para las válvulas	Cerrar las válvulas siempre y cuando la leva no la abra.	Rotura del muelle	Provocado por el exceso de carga en las estrías del muelle.	El muelle entra en resonancia, la cual no permite el cierre total de la válvulas	3	7	3	63	Realizar mantenimientos preventivos en el tiempo estipulado por el fabricante.
Balancines	Encargado de transformar el movimiento lineal en movimiento oscilatorio accionando la válvula de una forma directa.	Des alñamiento del balancín produciéndose una torcedura.	Provocada por sobre carga de trabajo.	Las válvulas no se pueden accionar normalmente.	3	7	3	63	Realizar cambio del elemento dañado.
Varilla empujador	Encargada de transformar el movimiento giratorio en movimiento lineal producido por la apertura de la válvula.	Desgaste de los ejes giratorios los cuales permiten realizar el movimiento.	Raspaduras producidas en la varilla empujadora.	No permite el paso de los agente lubricantes hacia los cojinetes de las válvulas.	3	6	4	72	Colocar de manera adecuada la varilla para evitar torceduras.
								69,2	

Tabla 154: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de alimentación de combustible del tractor de orugas

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Depósito de combustible	Lugar de almacenamiento de combustible.	Fisura del depósito de combustible.	Golpe con algún elemento en el tanque de almacenamiento	Perdida de combustible por fugas existentes en el depósito de combustible de la máquina.	4	8	3	96	Tener cuidado en el momento de arrancar la máquina.
Bomba de alimentación	Encargado de enviar el combustible con la presión requerida.	Rotura de los sellos.	Desgaste de los sellos.	La máquina no arranca por falta de combustible.	3	8	3	72	Tener cuidado que el combustible este en buenas condiciones y no tenga otros agentes contaminantes
Bomba de inyección	Encargada de aspirar y dosificar el combustible a presión por los conductos según el orden de inyección.	La bomba de inyección se encuentra taponada.	Impurezas existentes en el combustible.	La máquina no arranca por falta de combustible.	3	8	3	72	Realizar chequeos y mantenimiento de la bomba.
Inyectores	Pulverizar el combustible y esparcir el combustible homogéneamente en la cámara de combustión.	El inyector se encuentra taponado.	Presencia de impurezas en el inyector.	No se puede realizar la combustión en el interior de la cámara.	4	7	4	112	Revisar el sistema de inyección
Elementos filtrantes	Detener las impurezas que contiene el combustible.	Taponamiento del filtro.	Producido por las impurezas existentes en el combustible.	No fluye con facilidad el combustible.	5	6	4	120	Realizar cambio de filtro anualmente.
								94,4	

Fuente: El Autor

Tabla 155: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de refrigeración del tractor de orugas

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE REFRIGERACIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Ventilador	Asegura un flujo continuo de aire a través del radiador para mantener una temperatura adecuada	Rotura de una de las hélices del ventilador	Rose con otros elementos	recalentamiento del motor producido por falta de ventilación	4	7	4	112	Chequeo rutinario del ventilador para verificar su buen funcionamiento.
Radiador	Trasladar el calor del líquido refrigerante al medio ambiente	Fisura del radiador	Golpe con algún elemento.	Fuga del elemento refrigerante produciendo recalentamiento en el motor.	4	8	4	128	Revisar periódicamente para verificar su buen funcionamiento.
Termostato	Abrir o cerrar el paso del refrigerante hasta que el motor alcance la temperatura adecuada de operación.	Remordimiento del termostato.	Resorte interno en mal estado.	Remordimiento del termostato debido a las altas temperaturas.	4	8	3	96	Calibrar nuevamente la temperatura
Bomba de agua	Encargada de enviar el refrigerante a través del bloque y de regreso al radiador	Rotura del sello	Desgaste del sello por el tiempo de vida útil.	Fugas del fluido en el sistema.	4	8	3	96	Tomar precisión al momento de llenar el radiador cuando el motor este muy caliente.
Cañerías y mangueras	Trasladar el líquido refrigerante del radiador hacia el bloque y regreso al radiador.	Rotura de las cañerías o mangueras	Producidos por golpes o fricción de elementos.	Fuga del líquido refrigerante produciendo sobre calentamiento en el motor.	3	7	4	84	Chequeo y ajuste continuo de conexiones y mangueras.
Depósito de recuperación	Almacenar el agua que el radiador expulsa cuando el sistema sube la temperatura y la regresa cuando el sistema se estabiliza.	Fisura del depósito de recuperación	Producido por golpes en el depósito o la vibración de la misma máquina	Fugas del líquido refrigerante provocando recalentamiento en el radiador.	4	7	3	84	Chequeo rutinario del deposito
								100	

Tabla 156: Análisis AMFE del sistema motor subsistema mecánico del tractor de orugas

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA MECÁNICO									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Block del motor	Alojar el tren alternativo, formado por el cigüeñal, las bielas y los pistones.	Fisura del block del motor	Vibraciones producidas por la máquina.	Paralización de la máquina	3	8	3	72	Verificar la temperatura adecuada de funcionamiento del motor.
Anillo del pistón	Actuar como sellos en el movimiento que mantiene la presión de combustión y proveen control de aceite al cilindro.	Desgaste de los rines del pistón.	Por mala lubricación	Pérdida de presión por la mezcla inadecuada de aire combustible.	5	7	4	140	Realizar chequeos continuos y verificar el estado actual del aceite lubricante.
Camisas	Resistir el empuje del pistón, por lo que se convierte en la culata del pistón y evita el paso de aceites a la cámara de combustión.	Fisura de la camisa.	Excesivo desgaste o cambios bruscos de temperatura.	Pérdida de potencia en el motor.	3	7	4	84	Realizar chequeos continuos y cambios de elementos defectuosos.
Biela	Encargada de transmitir el movimiento, controlar la lubricación y quitar el exceso de lubricante del cigüeñal.	Torcedura del brazo de la biela	Cambios bruscos de temperatura alta a baja produciéndose choque térmico.	No genera la presión necesaria en el sistema.	3	8	4	96	Revisar la temperatura del motor de la máquina
Cigüeñal	Convierte el movimiento lineal del pistón en movimiento giratorio para transmitirlo al sistema de transmisión posteriormente.	Desgaste del cigüeñal	Exceso de fricción en el cigüeñal	Pérdida de potencia en el sistema de transmisión.	2	7	3	42	Realizar un mantenimiento periódico del cigüeñal y en caso realizarlo su cambio.
Culata	Formar una cámara sobre el bloque donde se realiza el ciclo de trabajo.	Rotura de la culata	Golpes o vibraciones producidos por la máquina	Remordimiento del motor por causas de ingresos de polucidades al motor.	3	7	4	84	Tratar de no golpear la culata al momento de realizar algún trabajo.
Cojinetes de muñones	Evitar el desgaste por rozamiento.	Fisura de las chaquetas	Golpes o por la misma vibración y la mala lubricación de la máquina.	El motor no desarrolla adecuadamente	4	7	3	84	Realizar chequeos continuos.
								87,3	

Fuente: El Autor

Tabla 157: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de admisión del tractor de orugas

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE ADMISIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Turbocompresor	Utilizar los gases de escape del motor para comprimir el aire fresco del conducto de admisión.	Rotura de las aletas del turbo compresor	Desgaste de los bocines.	Pérdida de potencia del motor.	3	8	4	96	Chequeo y mantenimiento periódico del turbocompresor.
Filtro primario	Recoger los contaminantes y evitar el ingreso de polvo al motor.	Taponamiento del filtro	Acumulación de impurezas.	Disminución de potencia al motor.	5	7	3	105	Realizar el sopleteo de filtros antes de realizar una actividad con la máquina y cambio cada 10000km.
Filtros secundarios	Recoger los contaminantes y evitar el ingreso de polvo al motor.	Daño del filtro	Obstrucción de partículas de polvo.	Disminución de potencia al motor.	5	7	3	105	Realizar el sopleteo de filtros antes de realizar una actividad con la máquina y cambio cada 10000 km
Mangueras	Trasladar el aire refrigerante del radiador hacia el bloque y devolverlo al radiador.	Ruptura de la manguera	Producidas por la fricción o golpes por otros elementos.	Daño de los distintos elementos del motor.	4	7	4	112	Chequeo y ajuste periódico.
Múltiple de admisión	Distribuir el aire limpio desde los filtros de aire a cada uno de los cilindros.	Fisura del múltiple de escape	Desgaste del múltiple producidos por las vibraciones de la máquina.	Daño de los distintos elementos del motor por el ingreso de partículas.	3	7	3	63	Realizar chequeo y mantenimiento.
								96,2	

Fuente: El Autor

Tabla 158: Análisis AMFE del sistema hidráulico de la excavadora

		GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO									
		ANÁLISIS MODAL AMFE DE LOS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE LA MAQUINARIA PESADA Y VEHÍCULOS									
		MÁQUINAS:	EXCAVADORA	ELABORADO POR:	MARIO VASCO	FECHA DE ELABORACIÓN :					29-07-2016
		SISTEMA:	HIDRÁULICO	REVISADO POR:	ING. CHRISTIAN CASTRO	FECHA DE REVISIÓN:					05-08-2016
SUBSISTEMA:	N/E	APROBADO POR:	ING. CHRISTIAN CASTRO	ENCARGADO:	ING. CHRISTIAN CASTRO						
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN		
					F	G	D	NPR			
Cilindro estabilizador	Soporta la presión hidráulica que crea el aceite sobre el pistón y permite que se mueva hacia adelante y hacia atrás de manera lineal permitiendo estabilizar a la máquina.	Remordimiento del vástago del gato hidráulico	Falta de líquido hidráulico en el cilindro	No se puede estabilizar los elementos de la máquina.	3	8	3	72	Revisar periódicamente que exista el suficiente líquido hidráulico.		
Bomba hidráulica	Enviar el aceite con la presión requerida para el accionamiento de los sistemas de elevación.	Rotura de los sellos.	Desgaste o envejecimiento su vida útil llevo a su fin.	No llega el aceite con la presión necesaria para el accionamiento del sistema.	3	8	4	96	Tener cuidado que el aceite no esté mezclado con agua.		
Cilindro del brazo	Resiste la presión hidráulica generada por el aceite sobre el pistón permitiendo el movimiento hacia adelante y hacia atrás de manera lineal del brazo.	Remordimiento del vástago del gato hidráulico	Falta de líquido hidráulico en el cilindro	No se puede movilizar los elementos de la máquina.	2	8	3	48	Revisar periódicamente que exista el suficiente líquido hidráulico.		
Cilindro de rotación	Soportar la presión hidráulica que crea el aceite sobre el pistón y hace que se mueva y pueda rotar, para poder generar el movimiento de la pluma.	Remordimiento del cilindro del vástago del gato hidráulico	Falta de líquido hidráulico en el cilindro	No se puede movilizar el cucharón con facilidad.	2	8	4	64	Revisar periódicamente que exista el suficiente líquido hidráulico.		
Tanque hidráulico	Encargado de almacenar el líquido hidráulico para posteriormente ser enviado a los diferentes elementos.	Fisura del tanque hidráulico.	Producido por golpes o la vibración de la máquina.	Fuga del aceite hidráulico en todo el sistema.	3	8	3	72	Evitar el golpeteo del tanque hidráulico		
Válvulas de control	Encargadas de bloquear o accionar el paso de líquidos y gases en el proceso.	Rotura del resorte de la válvula.	Producido por altas presiones.	No se puede controlar el flujo en el momento de realizar su trabajo.	5	7	3	105	Cambiar la válvula de control.		
Tuberías de la palanca extensible.	Soportar la presión generada en su interior generado por el fluido en el momento de realizar el trabajo.	Fisura de las tuberías de la palanca extensible.	Golpes con otros elementos en el momento de realizar trabajos	El brazo no puede extenderse.	3	8	4	96	No forzar al momento de realizar algún trabajo.		
								79			

Fuente: El Autor

Tabla 159: Análisis AMFE del sistema de tren de rodaje de la excavadora

SISTEMA DE TREN DE RODAJE									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Cadenas	Elementos compuestos de eslabones y acoplados mediante bocines los cuales tienen como función dar movimiento a la máquina.	Rotura de la cadena	Esfuerzo excesivo en el instante de movilizarse la máquina.	Paralización de la máquina por falta de tracción.	3	8	3	72	Chequeos periódicos para verificar el estado en que se encuentra la cadena.
Eslabones	Elementos que forman la cadena del tren de rodaje los cuales permiten dar movimiento.	Rotura de uno de los eslabones que forma la cadena	No existe lubricación de los bocines que conforman la cadena	Desalineamiento de los eslabones	2	8	3	48	Chequeos periódicos para verificar el estado de los eslabones
Pines	Elemento encargado de unir los eslabones y formar el tren de rodaje.	Desgaste del pin	Fricción entre elementos en el instante que realiza su trabajo.	Desacople de los eslabones produciendo el descarrilamiento de la máquina	3	7	3	63	Dar mantenimiento periódico
Ruedas guías	Elementos que permiten el movimiento de la máquina.	Desgaste de las ruedas guías	Fricción producida en trabajos forzados disminuyendo la vida útil.	Paralización de la máquina por descarrilamientos producidos por el desgaste de las ruedas.	3	8	3	72	Dar mantenimiento a los pines y bocines de las ruedas guías.
Bocines	Unir los pines de la cadena del tren de rodajes.	Desgaste de los bocines que unen la cadena	Producidos por la fricción de elementos durante su trabajo.	Desacople de los eslabones produciendo el descarrilamiento de la máquina	3	8	3	72	Chequeos periódicos para verificar su estado de funcionamiento para poder realizar un mantenimiento.
Mando final	Desmultiplicar constantemente las vueltas del árbol de transmisión en las ruedas motrices y convertir el giro longitudinal en giro transversal.	Desgaste de los orines del mando final.	Fricción entre elementos que dan transmisión, convierten el giro longitudinal en transversal.	Paralización de la máquina debido al remordimiento de los pines.	4	7	4	112	Revisar los orines para verificar si se encuentran en buen estado.
								73,2	

Tabla 160: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de alimentación de combustible de la excavadora

SISTEMA DEL MOTOR									
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Tanque de combustible	Acumulador el combustible diseñado para líquidos inflamables que suele formar parte del sistema del motor.	Fisura del tanque de combustión	Golpes producidos al tanque o por la vibración producida por la máquina	Fuga del combustible y por ende la paralización de la máquina.	3	8	3	72	Tener cuidado al momento de encender la máquina.
Bomba	Encargada de dirigir el combustible hasta la bomba de inyección con la presión necesaria.	Rotura de los sellos de la bomba.	Desgaste producido por envejecimiento su tiempo de vida útil llega a su fin.	La máquina no puede entrar en funcionamiento por falta de combustible.	3	7	5	105	Realizar chequeos y mantenimiento preventivos a la bomba.
Bomba de inyección	Encargada de aspirar y dirigir el combustible a presión por los conductos según el orden de inyección.	La bomba de inyección se encuentra taponada.	Impurezas existentes en el combustible.	La máquina no puede entrar en funcionamiento por falta de inyección para suministrar el combustible.	3	8	4	96	Realizar un mantenimiento para precautelar el buen funcionamiento.
Filtro de combustible	Encargado de retener las impurezas existentes en el combustible evitando que circulen en el sistema.	Taponamiento del filtro del combustible	Acumulación de impurezas existentes en combustible.	El ingreso de combustible no es el suficiente para que la máquina entre en funcionamiento.	5	7	4	140	Realizar cambio de filtro anualmente.
Tuberías	Encargadas de conducir el combustible para posteriormente realizar la combustión en el interior del motor.	Fisura de las tuberías del filtro de combustible.	Golpes con otros elementos.	Fuga del combustible en el sistema.	4	7	3	84	Evitar el roce o golpear a las cañerías de combustible.
								99,4	

Fuente: El Autor

Tabla 161: Análisis AMFE del sistema eléctrico de la excavadora

SISTEMA DE ELÉCTRICO									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Baterías	Almacenar energía química que se transforma en energía eléctrica al momento que se activa un equipo.	Descargue de la batería	Bajo contenido de ácido en el electrolito.	La máquina no puede arrancar por falta de energía.	3	8	5	120	Verificar el líquido de la batería y ver si se encuentra en buenas condiciones.
Alternador	Encargado de generar corriente alterna para reponer o cargar la batería para posteriormente alimentar a los diferentes elementos del sistema eléctrico.	El sistema de carga esta averiada el cual no genera energía para la batería.	Escobillas o anillos en mal estado	El alternador no carga con normalidad por lo tanto la batería se descarga y no suministra energía al vehículo	5	7	4	140	Realizar mantenimiento para verificar que el alternador este en buenas condiciones.
Subsistema de iluminación	Proporcionar iluminación en el área de trabajo de la máquina.	Luces quemadas	Provocados por cortos circuitos por el choque de cables pelados.	Iluminación defectuosa causando malestar en el momento de operar la máquina.	4	8	3	96	Realizar un chequeo periódico para poder verificar su buen funcionamiento.
Arranque	Imprimir movimiento inicial al motor para que empiece su funcionamiento.	Desgaste de los dientes del piñón.	Excesivo arranque producido por parte del operario de la máquina.	El motor de arranque no es capaz de generar el movimiento inicial de giro para que se produzca el movimiento del motor	4	8	4	128	Cambiar los carbones del motor de arranque.
Cables	Elementos encargados de llevar la corriente a los distintos elementos del motor.	Rotura internas de los cables del motor.	Por cortos circuitos de los cables del motor.	No se puede conducir la corriente al sistema	3	7	6	126	Verificar que las conexiones estén en buen estado para evitar cortos circuitos.
Relé	Elemento encargado de controlar un circuito de salida a mayor potencia que el de entrada, puede ser como amplificador eléctrico.	Recalentamiento del relé señales falsas.	Voltajes muy altos los cuales dañan al relé.	No puede amplificar la señal de corriente.	5	6	5	150	Utilizar el voltaje necesario para el sistema.
								127	

Fuente: El Autor

Tabla 162: Análisis AMFE del sistema de frenos de la excavadora

SISTEMA DE FRENOS									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Freno de servicio	Cuando el pedal de freno es oprimido, los platos y discos son hidráulicamente comprimidos, la fricción entre los platos y discos causa que las ruedas giren más lentamente o se detengan.	Bloque del freno de servicio	Desgaste de las pastillas del freno.	La máquina puede bloquearse.	3	8	4	96	Chequear las pastillas periódicamente para verificar su funcionamiento.
Freno de parqueo	Encargada de asegurar la máquina cuando esta se encuentra inmovilizada.	Rotura de la palanca de accionamiento manual	Manipulación excesiva por parte del operador.	Frenado inadecuado de la máquina	3	7	4	84	Verificar si se encuentra en buen estado antes de encender la máquina.
Válvula de freno de servicio	Controla el flujo de caudal de aceite y la presión hidráulica de los frenos.	Rotura del resorte de la válvula.	Provocado por presiones muy altas.	Pérdida de presión en el interior del cilindro.	5	6	5	150	Realizar mantenimientos periódicos y verificar el funcionamiento de las válvulas.
Control de los frenos	Verificar y controlar la velocidad de las ruedas al momento de producir el frenado.	Daño del control de los frenos	Recalentamiento de los fusibles por exceso de energía.	No se puede controlar la velocidad de las ruedas al momento de realizar el frenado.	5	7	5	175	Realizar un chequeo y mantenimiento.
Tanque del sistema de freno	Depositar aire el cual será utilizado posteriormente para el frenado.	Fisura del tanque del sistema de la máquina.	Golpe en el tanque del sistema de freno o por la vibración producida por la misma máquina.	Fugas del líquido de freno por la fisura.	4	7	4	112	Chequear que no existan fugas.
								123	

Fuente: El Autor

Tabla 163: Análisis AMFE del sistema de dirección de la excavadora

SISTEMA DE DIRECCIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Volante	Encargado del controlar el movimiento de la dirección y sentido del vehículo.	Desgaste de las válvulas de rotación la cuales permiten el direccionamiento de la máquina	Excesiva manipulación de la dirección del vehículo.	No se puede dar dirección y sentido adecuado al vehículo..	5	7	4	140	No manipular el volante de manera brusca.
Tubería de dirección	Transmitir movimiento del volante hacia los demás elementos.	Desgaste de las tuberías de la dirección.	Fricción de los elementos.	No se puede transmitir el movimiento del volante hacia los demás elementos.	4	8	5	160	Chequear que las tuberías estén en buen estado antes de encender la máquina.
Eje delantero	Elemento encargado de sustentar el peso de algunos componentes del sistema.	Rotura del eje	Producidas por vibración y sobrecarga en la máquina	Paralización de la máquina por falta de direccionamiento para su movimiento.	3	7	3	63	No realizar sobre esfuerzos en el momento de realizar trabajos que requieran de esfuerzo.
Cañerías	Elemento encargado de distribuir el fluido por todos los componentes del sistema.	Rotura de las cañerías.	Producidas por la fricción entre elementos.	Pérdida de fluido y la paralización de la máquina.	4	8	5	160	Evitar golpes los cuales ocasionen daños en las cañerías.
Columna de dirección	Transmitir movimiento del volante a la caja de engranes.	Daño de la columna de dirección	Producidos por el desgaste de los acoples de la columna.	La columna no puede transmitir el movimiento para poder mover la máquina.	4	8	3	96	No manipular el volante de manera brusca.
								124	

Tabla 164: Análisis AMFE del sistema motor subsistema mecánico de la excavadora

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA MECÁNICO									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Árbol de levas	Elemento encargado de activar y desactivar las válvulas de admisión y escape en intervalos repetitivos.	Desgaste de las levas	Producidos por la fricción por falta de lubricación.	Pérdida de potencia del motor	3	8	5	120	Realizar una lubricación adecuada para poder evitar daños.
Tapa de la culata	Se encarga de proteger a todos los elementos que se encuentran en su interior de las distintas partículas que afectan al sistema.	Rotura de la tapa de la culata	Producido por golpe o la vibración de la misma máquina.	daños en los elementos del motor por el ingreso de impurezas	5	6	6	180	Revisar que la culata se encuentre en buenas condiciones para evitar daños en el mismo.
Cigüeñal	Transforma el movimiento rectilíneo alternativo en circular uniforme y viceversa, mediante la fuerza transmitida por la biela y el pistón tras la explosión en la cámara de combustión.	Desgaste del cigüeñal	Ocasionado por la mala lubricación	Pérdida de potencia en el motor	4	7	5	140	Chequear que exista una buena lubricación para evitar daños en el motor.
Block del motor	Tiene conexiones y aperturas a través de las cuales varios dispositivos adicionales son controlados a través de la rotación del cigüeñal, como puede ser la bomba de combustible, etc.	Fisura del block	Cambios bruscos de temperatura ocasionando choques térmicos los cuales ocasionan fisuras.	Paralización de la maquina por motivos de reparación del block.	2	8	6	96	No realizar trabajos forzosos los cuales produzcan daños en el sistema.
Culata de cilindros	Se encargada de sellar superiormente los cilindros de un motor de combustión para evitar la pérdida de compresión. También aloja en ella el eje de levas, las bujías, válvulas, etc.	Desgaste del empaque de la culata del cilindro.	La vida útil de trabajo del empaque a llegado a su fin.	Filtraciones de sustancias extrañas hacia el interior del motor el cual provoca daños.	3	6	5	90	Revisar que los empaques se encuentren en buen estado.
Cárter	Se encarga de cerrar y aislar al bloque del motor del exterior, el cual aloja el cigüeñal, el pistón y la biela. Pero su principal misión es albergar el aceite de lubricación del motor.	Rotura del cárter	Provocado por golpes cuando la máquina está trabajando.	Fugas del aceite	4	7	5	140	Chequear que el cárter este en buenas condiciones.
								128	

Tabla 165: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de lubricación de la excavadora

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE LUBRICACIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Bomba de aceite	Encargada de mantener el caudal y la presión en el sistema mediante la aspiración del aceite del cárter y dirigirlo a presión a los diferentes elementos.	Rotura de los sellos de la bomba .	Desgaste ocasionados por el envejecimiento, su tiempo de vida útil llega a su fin.	Presión y caudal de aceite demasiado bajo.	4	8	4	128	Realizar chequeos y mantenimientos periódicos de la bomba para verificar si se encuentra en buen estado.
Carter	Actuar como depósito del aceite necesario para la lubricación.	Fisura del cárter	Provocado por golpes cuando la maquina está trabajando.	Fugas del aceite	4	7	5	140	Chequear que el cárter este en buenas condiciones.
Enfriador de aceite	Proporciona la temperatura adecuada al aceite.	Fisura en el enfriador de aceite	Producido por la vibración de la máquina.	Fuga del aceite en el motor.	5	6	5	150	Realizar mantenimientos a tiempo.
Elementos filtrantes	Encargado de detener las impurezas que se encuentran en el aceite.	Taponamiento del filtro	Acumulación de impurezas existentes en aceite.	Lubricación de mala calidad por falta de lubricante.	5	6	4	120	Realizar el cambio de filtro cada 3000km.
Cañerías y Mangueras	Encargadas de trasladar al aceite a los diferentes elementos.	Rotura de cañerías	Producidos por golpes o vibración de la máquina.	Fuga del aceite en el sistema.	6	7	3	126	Revisar el estado en que se encuentran las mangueras y cañerías antes de encender la máquina.
								133	

Tabla 166: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de admisión de la excavadora

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE ADMISIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Turbocompresor	Utilizar los gases de escape del motor para comprimir el aire fresco del conducto de admisión.	Rotura de las aletas del turbo compresor	Desgaste de los bocines.	Pérdida de potencia del motor.	5	6	4	120	Revisar que se encuentre en buen estado
Filtro primario	Recoger los contaminantes y evitar el ingreso de polvo al motor.	Taponamiento del filtro	Acumulación de impurezas	La admisión no se realiza de la mejor manera.	5	7	3	105	Realizar soplete de filtro diariamente y cambiarlo cada 10000km.
Filtros secundarios	Recoger los contaminantes y evitar el ingreso de polvo al motor.	Taponamiento del filtro	Acumulación de hollín e impurezas	La admisión no se realiza de la mejor manera por el taponamiento ocasionado por los gases de la combustión.	5	7	3	105	Realizar soplete de filtro diariamente y cambiarlo cada 10000km.
Mangueras	Trasladar el aire refrigerante del radiador hacia el bloque y devolverlo al radiador.	Rotura de las mangueras	Por fricción o golpes.	Daño a los distintos elementos del sistema.	5	8	4	160	Chequeo y ajuste periódico.
Múltiple de admisión	Distribuir el aire limpio desde los filtros de aire a cada uno de los cilindros.	Fisura del múltiple de escape	Desgaste del múltiple producidos por las vibraciones de la máquina.	Daño de los distintos elementos del motor por el ingreso de partículas.	4	7	5	140	Realizar chequeo y mantenimiento.
								126	

Fuente: El Autor

Tabla 167: Análisis AMFE del sistemas de transmisión de la cargadora frontal

		GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO									
		ANÁLISIS MODAL AMFE DE LOS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE LA MAQUINARIA PESADA Y VEHÍCULOS									
		MÁQUINAS:	CARGADORA	ELABORADO POR:	MARIO VASCO	FECHA DE ELABORACIÓN :					30-07-2016
		SISTEMA:	DE TRANSMISIÓN	REVISADO POR:	ING. CHRISTIAN CASTRO	FECHA DE REVISIÓN:					05-08-2016
SUBSISTEMA:	N/E	APROBADO POR:	ING. CHRISTIAN CASTRO	ENCARGADO:	ING. CHRISTIAN CASTRO						
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN		
					F	G	D	NPR			
Caja de transferencia	Encargada de conectar y desconectar las ruedas delanteras en vehículos de doble tracción. Otra de sus funciones es la de abastecer dos velocidades auxiliares.	Desgaste de los piñones de la caja de transferencia.	Falta de lubricación la cual produce fricción entre elementos y daños en los piñones	No se puede realizar el cambio de marcha con normalidad.	4	7	3	84	Realizar una buena lubricación para que no existan daños en la caja.		
Ejes planetarios exteriores	Admite hacer diversas desmultiplicaciones con un solo juego de engranes se puede utilizar de muchas maneras, es el diferencial de casi todos los automóviles de motor y cambio transversal.	Rotura de los engranes	Producidos por desgaste y sobreesfuerzos.	La máquina no puede movilizarse	3	6	4	72	Realizar chequeos continuos de los ejes planetarios.		
Caja de cambios	Aumentar, mantener o disminuir la relación de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas.	Rotura de los dientes engranes de transmisión	Desgaste producidos por la fricción de los elementos de la caja.	No se puede aumentar o disminuir la relación de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas.	4	8	3	96	Verificar que la caja de cambios este lubricada para facilitar el cambio de marcha.		
Par cónico diferencial	Tener constante la suma de las velocidades de las ruedas motrices antes de tomar una curva y convertir al giro longitudinal, en giro transversal de los neumáticos.	Desgaste de los dientes del piñón del diferencial.	Perdida de la capacidad de potencia	Vibración y ruido molesto en el momento de cambiar de marcha.	3	7	3	63	Chequear que el líquido lubricante sea el suficiente para poder realizar la lubricación.		
Juntas de transmisión	Acopla los elementos de transmisión y permitir variaciones de longitud y posición.	Desgaste de la junta de transmisión	Calentamiento producido por la fricción del disco	No se puede desembragar con facilidad y produciendo ruidos incómodos.	4	6	3	72	Embragar de buena manera para no producir daños.		
Transmisión	Desconectar las ruedas motrices del motor, consiguiendo una relación de velocidades diferentes entre el motor y las ruedas.	Desgaste de los engranes encargados de realizar la transmisión.	Contacto sin tener una buena lubricación la cual produce el desgaste de los engranes.	Remordimiento en el momento de realizar la transmisión.	4	7	3	84	Realizar una correcta lubricación de los elementos de la transmisión antes que la maquina entre a funcionar		
					78,6						

Fuente: El Autor

Tabla 168: Análisis AMFE del sistemas eléctrico de la cargadora frontal

SISTEMA DE ELÉCTRICO									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Batería	Almacenar energía química que se transforma en energía eléctrica al momento que se activa un equipo.	La batería se encuentra descargada.	Bajo contenido de ácido en el electrolito	La máquina no enciende por falta de energía.	5	7	4	140	Realizar chequeos continuos para verificar que los niveles de líquido de la batería estén los adecuados.
Alternador	Encargado de generar corriente alterna y producir corriente eléctrica por medio de campos magnéticos para los dispositivos eléctricos de la máquina.	Sistema de generación de carga se encuentran dañado por lo que no genera energía a la batería.	Escobillas o anillos en mal estado.	La batería no puede ser cargada para por hacer mover a la máquina.	5	7	3	105	Chequear los elementos del sistema.
Regulador de voltaje	Encargado de mantener un nivel de tensión o voltaje constante.	regulador de voltaje averiado.	Recalentamiento del regulador de voltaje por exceso de energía en el sistema.	Daño de los elementos los cuales fueron sobre cargados en el sistema.	4	6	5	120	Revisar periódicamente el funcionamiento de los elementos del sistema.
Llave de ignición/Interruptor de parada	Encargado de activar o detener la máquina en su totalidad por motivos de seguridad.	Funcionamiento defectuoso de los interruptores	Los fusibles se encuentran en mal estado.	No se puede realizar ninguna actividad para verificar si la maquina está en buen estado.	3	8	4	96	Chequear el fusible para verificar si se encuentran en buen estado.
Motor de arranque	Encargado de facilitar el arranque del motor, venciendo la resistencia inicial al momento del arranque del mismo.	Desgaste de los dientes del piñón.	Por el excesivo arranque por parte del operador de la máquina.	La máquina no puede encenderse.	4	7	3	84	Tener precaución en el momento de realizar el arranque de la máquina.
Subsistema de iluminación	Proporcionar iluminación en el área de trabajo de la máquina.	Luces quemadas.	Cortocircuitos por rozamiento de cables en mal estado.	La máquina no puede trabajar de una manera satisfactoria por falta de iluminación.	5	6	3	90	Verificar si los cables y batería está bien conectada o si los fusibles están en buen estado.
								106	

Fuente: El Autor

Tabla 169: Análisis AMFE del sistema de frenos de la cargadora frontal

SISTEMA DE FRENOS									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Válvula de frenos	Controla y regula la presión hidráulica generada en el sistema.	Perdida de presión en la válvula.	Rotura del resorte el cual genera la presión	Perdida de presión en el interior del cilindro.	4	6	5	120	Revisar y dar mantenimientos a las válvulas para su buen funcionamiento.
Bomba de freno	Mediante el accionamiento del pedal convertir la energía mecánica en energía hidráulica.	Rotura de los sellos de neopreno desgastados.	Desgaste por el tiempo de servicio la vida útil llega a su fin.	Perdida de presión en el momento de realizar el accionamiento del freno.	3	7	5	105	Realizar un mantenimiento de la bomba en tiempos estimados para evitar daños.
Pedal de freno	Permite transmitir una fuerza la cual es accionada por el conductor al sistema hidráulico.	Bloqueo del pedal de freno.	Remordimiento del pedal por desgaste de las fibras de las pastillas de freno.	La máquina no se puede frenar con facilidad y se bloquea.	3	6	3	54	Revisar los pedales de freno antes de accionar la máquina.
Discos	Transformar la energía cinética en energía calórica al interactuar el disco con las pastillas. Disminuir la velocidad al mover el aire a su alrededor como lo haría un ventilador. Un ventilador y transmitir su energía a la atmósfera.	Desgaste del disco	Por el exceso de abrasión del disco produciendo fricción la cual desgasta al disco.	El disco empieza a fallar y no retiene adecuadamente en el momento del frenado.	5	7	4	140	Revisar continuamente para verificar el estado de los discos.
Resortes	Regresar los pistones cuando la presión hidráulica baja.	Rotura del resorte.	Provocado por altas presiones o la mala posición del resorte.	El pistón no puede regresar.	4	6	5	120	Revisar si el resorte se encuentra en una buena posición para realizar su trabajo.
Engranajes planetarios	Girar dentro de la corona fija y transmitir par al conjunto de la rueda.	Rotura de los engranajes del eje planetario.	Desgaste de los engranes producidos por la fricción debido a la mala lubricación.	La máquina no puede realizar movimientos por lo que se paraliza la máquina.	3	7	5	105	Realizar chequeos continuos y realizar una buena lubricación.
Mangueras y acoples	Trasladar el líquido de freno. Soportar altas presiones ejercidas por el sistema.	Rotura de la manguera	Por la fricción con otros elementos y la misma presión en el sistema.	Paralización de la máquina por fuga de líquidos en el sistema.	5	8	3	120	Verificar los acoples y mangueras si se encuentran en buen estado.
								109	

Fuente: El Autor

Tabla 170: Análisis AMFE del sistema hidráulico de la cargadora frontal

SISTEMA HIDRÁULICO									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Bomba	Encargada de enviar aceite con la presión necesaria para accionar los elementos del sistema.	Rotura de los sellos de la bomba.	Desgastes producidos por el tiempo de servicio, su tiempo de vida llega a su fin.	La bomba no suministra la presión necesaria en el sistema.	3	8	3	72	Realizar chequeos y mantenimientos para aumentar la vida útil y el buen funcionamiento de la bomba.
Válvula de control de direccional	Traslada el aceite a circuitos separados de un sistema hidráulico.	La válvula no cumple su función de la manera correcta	Por desgaste de los bocines los cuales no permiten realizar su función.	El flujo de aceite no es el adecuado por lo que el motor tiende a perder potencia.	4	7	4	112	Realizar chequeos y mantenimientos para aumentar la vida útil y el buen funcionamiento de las válvulas.
Válvula de control de presión	Controla la presión en el circuito pueden ser de secuencia, alivio o reductores de presión.	Atascamiento de la válvula.	Resortes de la válvula en mal estado.	Presión del fluido demasiado bajo.	5	7	3	105	Chequear periódicamente para verificar el buen funcionamiento de las válvulas.
Acumulador de presión	Compensar el aceite requerido por el sistema de dirección cuando la demanda excede el flujo de la bomba o falle el motor.	Rotura del acumulador de presión	Producidos por golpes o fricción entre elementos.	Fuga del aceite y por ende pérdida de presión en el sistema.	3	6	5	90	No aumentar la presión en el sistema ya que puede causar daños en los elementos.
Filtros	Detener las impurezas existentes en el aceite hidráulico que puedan producir daños en el sistema.	Taponamiento del filtro	Acumulación de impurezas en el filtro.	No permite el flujo normal del fluido.	5	6	3	90	Realizar cambio de filtro cada 3000km.
Cañerías y mangueras	Encargadas de transportar el líquido a los diferentes elementos del sistemas.	Rotura de las cañerías.	Golpes y la vibración de la máquina.	Pérdida de aceite por fugas en el sistema	5	7	3	105	Chequear las conexiones y acoples del sistema para verificar si se encuentran en buen funcionamiento.
Tanque hidráulico	Encargado de depositar y garantizar un amplio suministro de aceite permitiendo que se asienten las partículas y que el aire se separe del aceite	Fisura del tanque Hidráulico	Producido por golpes o la misma vibración de la máquina	Fuga del aceite y por ende pérdida de presión en el sistema.	3	8	3	72	Revisar el esta del líquido lubricante.
								89,8	

Fuente: El Autor

Tabla 171: Análisis AMFE del sistema de suspensión de la cargadora frontal

SISTEMA DE SUSPENSIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Barra estabilizadora	Compensar las cargas desiguales generadas cuando la máquina se expone a curvas.	Rotura de la barra estabilizadora	Por exceso de carga o vibración de la máquina.	La máquina se paraliza	3	8	3	72	No exceder la carga recomendada para que no sufra daños las barras.
Amortiguadores	Atenuar las oscilaciones de la máquina	Fisura del amortiguador	Producido por la vibración de la máquina.	La máquina no puede trabajar de buena manera porque puede sufrir daños en otros sistemas.	3	7	4	84	Evitar la vibración excesiva.
Elementos elásticos	Encargada de absorber las atenuaciones en el momento del cambio de marchas.	Rotura de los elementos elásticos	Producido por la vibración de la máquina.	La máquina no puede trabajar de buena manera porque puede sufrir daños en otros sistemas.	4	6	5	120	No exceder la carga recomendada para que no sufra daños las barras.
								92	

Fuente: El Autor

Tabla 172: Análisis AMFE del sistema de enfriamiento de la cargadora frontal

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Cámara de refrigeración	Permite la circulación del líquido refrigerante para evacuar el calor producido por el trabajo de la máquina.	El líquido refrigerante no fluye en la cámara.	Taponamiento en la cámara.	Sobrecalentamiento en el sistema de refrigeración.	3	6	5	90	Chequear las conexiones y acoples del sistema para verificar si se encuentran en buen funcionamiento.
Bomba de agua	Encargada de impulsar el líquido refrigerante en el sistema permitiendo la refrigeración del motor mediante el intercambiador de calor.	Rotura de los sellos de la bomba de agua	Desgaste provocado por el tiempo de servicio.	Filtraciones en el sistema por fugas existentes	4	8	4	128	Realizar un chequeo y mantenimiento periódico de la bomba.
Termostato	Modula la temperatura del refrigerante ya sea para el calentamiento del motor o mantener en una temperatura óptima para su funcionamiento.	Atascamiento del muelle interno del termostato.	Muelle interno en mal estado.	Aumento de temperatura en el motor.	5	7	3	105	Realizar el cambio del elemento dañado o a su vez cambiar el termostato.
Válvula de purga	Permite la evacuación del aire del sistema	Atascamiento de la válvula de purga	Acumulación de impurezas en la válvula.	No puede evacuar con facilidad por el taponamiento existente.	5	6	5	150	Realizar mantenimiento en el tiempo especificado por el fabricante.
Correa	Transmite el movimiento del motor a la bomba para su giro.	Rotura en la correa	Ocasionado por desgaste y años de servicio.	La bomba no puede realizar el movimiento por falta de generación de movimiento del motor.	3	6	5	90	Realizar mantenimiento en el tiempo especificado por el fabricante.
								113	

Fuente: El Autor

Tabla 173: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de alimentación de combustible de la cargadora frontal

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Deposito del combustible	Encargado de almacenar el combustible.	Fisura del depósito de combustible.	Producido por golpes o la vibración de la máquina en el momento de realizar su trabajo.	Fuga del combustible llevando a la paralización de la máquina	3	8	3	72	Tener precaución en el momento de encender la máquina.
Bomba de alimentación	Encargado de enviar el combustible desde el depósito en que se encuentra almacenado a la bomba de inyección con la presión adecuada.	Rotura del sello de la bomba.	Desgaste producidos por el tiempo de servicio.	El fluido no llega a la bomba de inyección con la presión necesaria.	4	8	4	128	Realizar el mantenimiento en el tiempo establecido por el fabricante.
Bomba de inyección	Enviar el combustible a presión de acuerdo a la cantidad requerida por el motor..	La bomba de inyección se encuentra taponada.	Acumulación de impurezas existentes en el combustible.	Paralización de la máquina por falta de inyección de combustible.	3	7	3	63	Realizar mantenimientos preventivos en tiempos estipulados por el fabricante para alargar la vida útil.
Inyectores	Pulverizar el combustible y esparcir homogéneamente en la cámara de combustión.	Taponamiento de los inyectores	Taponamiento de los inyectores por impurezas existentes en el combustible.	No se puede realizar la combustión en el interior de la cámara.	4	6	5	120	Realizar mantenimiento preventivo en los tiempos estipulados por el fabricante.
Elementos filtrantes	Retener las impurezas que contiene el combustible para evitar daños en el sistema	Taponamiento del filtro	Acumulación de las impurezas existentes en el combustible.	Paralización de la máquina por falta de combustible.	5	6	5	150	Realizar cambios de filtro cada 3000km.
								107	

Tabla 174: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de distribución de la cargadora frontal

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Válvulas	Encargada de controlar la admisión y escape de los gases producidos en la combustión.	Desgaste de la cabeza de la válvula.	Producida por las altas temperaturas producidas en el momento de la combustión.	Pérdida de potencia en el motor	5	6	5	150	Realizar el mantenimiento adecuado indicado por el fabricante para evitar daños en el sistema.
Árbol de levas	Verificar la apertura y cierre de las válvulas de admisión y escape.	Desgaste del árbol de levas	Producido por el rozamiento y mala lubricación.	El cierre y apertura de las válvulas no serán de la mejor manera.	3	7	5	105	Realizar un mantenimiento continuo para evitar el desgaste.
Varilla empujadora	Cambiar el movimiento rotatorio de la leva en movimiento rectilíneo provocado por la apertura de la leva.	Desgaste de los ejes giratorios los cuales permiten realizar el movimiento.	Raspaduras producidas en la varilla empujadora.	No permite el paso de los agente lubricantes hacia los cojinetes de las válvulas.	3	6	6	108	Evitar golpes en la varilla la cual pueda ocasionar daños.
Balancín	Convierte el movimiento lineal del empujador en movimiento oscilatorio accionando la válvula directamente.	Rotura de los balancines	Desgastes excesivo.	Las válvulas no se pueden accionar normalmente.	3	6	5	90	Realizar la calibración continua en el motor para verificar su buen funcionamiento,
Muelles para las válvulas	Cerrar las válvulas siempre y cuando la leva no lo abra.	Rotura del muelle.	Provocado por el exceso de carga en las estrías del muelle.	El muelle entra en resonancia, la cual no permite el cierre total de la válvula.	5	6	6	180	Realizar mantenimientos preventivos.
								127	

Tabla 175: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de refrigeración de la cargadora frontal

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE REFRIGERACIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Ventilador	Permitir la circulación de una gran cantidad de aire en el radiador para que tenga un buen funcionamiento del sistema.	Rotura de una de las aletas	Rozamiento con otro elemento en el momento de realizar el trabajo.	Calentamiento en el motor	4	7	3	84	Revisar que el ventilador este en buenas condiciones antes de encender la máquina para evitar daños en los sistemas.
Radiador	Ceder el calor del líquido refrigerante al medio ambiente.	Fisura del radiador	Golpes con otros elementos en el trabajo.	Fuga del refrigerante causando daños a los demás sistemas.	3	7	4	84	Realizar chequeos continuos para verificar que se encuentre en buen estado.
Termostato	Abrir o cerrar el paso del refrigerante hasta que el motor alcance la temperatura adecuada.	Atascamiento del termostato.	Deterioro del resorte por el tiempo de servicio.	Elevación de temperatura del motor llegando en casos hasta la fundición	3	7	5	105	Revisar que se encuentre en buen estado caso contrario realizar el cambio de inmediato.
Bomba de agua	Enviar el líquido refrigerante a través del bloque y de regreso al radiador.	Rotura de los sellos	Desgaste provocados por el tiempo de servicio.	Fugas del líquido refrigerante ocasionando daños en los diferentes elementos del sistema	4	8	3	96	Drene antes de hacer el mantenimiento de la bomba.
Depósito de recuperación	Almacenar el agua que el radiador despiden cuando el sistema sube la temperatura y devuelve cuando el sistema se estabiliza.	Fisura del depósito de recuperación	Por golpes o la vibración de la máquina.	Fugas del líquido refrigerante ocasionando recalentamiento en el radiador.	3	6	5	90	Revisar que se encuentre en buen estado antes que la máquina entre en funcionamiento.
Mangueras	Conduce el líquido refrigerante del radiador hacia el bloque.	Rotura de la manguera	Por calentamiento ocasionado por la mala instalación por zonas de alta temperatura.	Fuga de los líquidos refrigerantes ocasionando pérdida del líquido.	5	7	3	105	No colocar las mangueras en zonas de alta temperatura o por zonas las cuales puedan ser cortadas por metales.
								94	

Fuente: El Autor

Tabla 176: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de admisión de la cargadora frontal

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE ADMISIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Válvula de escape	Permite que parte de los gases de escape salgan del bloque del motor sin pasar por la turbina.	Rotura de la válvula.	Producido por el excesivo juego entre la válvula y el balancín.	No se puede realizar el escape por falta de conexión.	5	6	4	120	Verificar si la válvula no presenta un desgaste excesivo para poder ser reutilizada caso contrario realizar su cambio.
Múltiple de escape	Repartir el aire limpio desde el filtro de aire a cada uno de los cilindros.	Rotura del múltiple de escape.	Desgaste producidos por los gases de combustión los cuales salen a altas temperaturas.	Daño de los distintos elementos del motor.	4	7	5	140	Realizar el mantenimiento continuo para alargar la vida útil.
Filtro	Detener las impurezas que puedan causar daños al motor.	Taponamiento	Ocasionado por la acumulación de impurezas.	Acumulación de hollín producido en el ciclo produciendo daños en el motor.	5	6	4	120	Realizar la limpieza y sopleteo de los filtros antes que la máquina entre en funcionamiento y cambiarlos cada 10000km
Mangueras	Conducir el aire refrigerante del radiador hacia el bloque y de regreso al radiador.	Rotura de la manguar.	Producido por fricción o golpes por otros elementos.	Fugas en el sistema.	5	7	3	105	Verificar que las mangueras y acoples se encuentre en buen estado.
								121	

Tabla 177: Análisis AMFE del sistema motor de del subsistema de lubricación de la cargadora frontal

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE LUBRICACIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Bomba de aceite	Encargada de aspirar el aceite del cárter y conducirlo mediante presión a los diferentes elementos.	Rotura del sello de la bomba.	Desgaste producido por los años de servicio, su tiempo de vida útil llega a su fin.	Fugas de aceite provocando pérdida de presión.	3	8	3	72	Permita que el motor se enfríe antes de agregar el refrigerante. Después, vuelva a prender el motor y déjelo encendido mientras agrega lentamente el resto.
Elementos filtrantes	Detener impurezas que se encuentran en el aceite para evitar daños en el sistema.	Taponamiento de los filtrantes	Provocado por impurezas existentes en el aceite lubricante	Daños de los elementos del sistema por falta de lubricante.	5	6	5	150	Realizar cambio de filtro cada 3000km.
Enfriador del aceite	Encargado de mantener la temperatura adecuada del aceite recomendado por el fabricante para su buen funcionamiento.	Fisura en el enfriador de aceite	Producido por desgaste y la vibración de la máquina.	Fuga del aceite en el motor.	3	6	5	90	Revisar que el depósito se encuentre en buen estado antes de encender la máquina.
Mangueras	Medio de conducción del aceite hacia los diferentes elementos del sistema.	Rotura de la manguera	Provocado por las altas presiones y la fricción entre otros elementos.	Fuga del lubricante en todo el sistema provocando daños y pérdidas.	5	7	3	105	Chequear de manera continua para cerciorarse que se encuentren en buen estado.
Carter	Contener la cantidad necesaria de aceite para poder realizar su lubricación.	Fisura del cárter	Provocado por golpes o por la vibración de la máquina	El nivel de aceite no es el adecuado por fugas existentes las cuales pueden dañar a los demás elementos	3	7	4	84	Revisar que se encuentre en buen estado para poder encender la máquina
								100	

Fuente: El Autor

Tabla 178: Análisis AMFE del sistema eléctrico de la motoniveladora

		GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO									
		ANÁLISIS MODAL AMFE DE LOS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE LA MAQUINARIA PESADA Y VEHÍCULOS									
		MÁQUINAS:	MOTONIVELADORA	ELABORADO POR:	MARIO VASCO	FECHA DE ELABORACIÓN :					30-07-2016
		SISTEMA:	ELÉCTRICO	REVISADO POR:	ING. CHRISTIAN CASTRO	FECHA DE REVISIÓN:					05-08-2016
SUBSISTEMA:	N/E	APROBADO POR:	ING. CHRISTIAN CASTRO	ENCARGADO:	ING. CHRISTIAN CASTRO						
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN		
					F	G	D	NPR			
Batería	Almacenar energía química que se transforma en energía eléctrica al momento que se activa un equipo.	La batería se encuentra descargada.	Bajo contenido de ácido en el electrolito	La máquina no enciende por falta de energía.	4	8	3	96	Realizar chequeos continuos para verificar que los niveles de líquido de la batería estén los adecuados.		
Alternador	Encargado de generar corriente alterna y producir corriente eléctrica por medio de campos magnéticos para los dispositivos eléctricos de la máquina.	Rotura de las escobillas.	Ocasionado por un corto circuito	El alternador no genera la corriente necesaria para poder arrancar la máquina.	4	7	4	112	Revisar que las bobinas se encuentren en buen estado verificando que existe continuidad.		
Motor de arranque	Encargado de facilitar el arranque del motor, venciendo la resistencia inicial al momento del arranque del mismo.	Desgaste de los carbones del motor de arranque	Por el tiempo de servicio, el cual llevo al fin de su vida útil.	No se puede realizar el arranque del motor de la máquina.	3	8	3	72	Cambiar los carbones del motor de arranque.		
Regulador de voltaje	Encargado de mantener un nivel de tensión o voltaje constante.	El regulador de voltaje se encuentra averiado.	Recalentamiento del regulador de voltaje por exceso de energía en el sistema.	Daño de los elementos los cuales fueron sobre cargados en el sistema.	4	6	6	144	Revisar periódicamente el funcionamiento de los elementos del sistema.		
Subsistema de iluminación	Proporcionar iluminación en el área de trabajo de la máquina.	Luces quemadas	Provocados por cortos circuitos por el choque de cables pelados.	Iluminación defectuosa causando malestar en el momento de operar la máquina.	5	6	3	90	Revisar que las conexiones eléctricas estén en buen estado para evitar cortos circuitos.		
Relés	Elemento que controla un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, y se considera como un amplificador eléctrico.	Recalentamiento del relé	Voltajes muy altos los cuales dañan al relé	No puede amplificar la señal de corriente.	4	8	3	96	Utilizar el voltaje necesario para el sistema.		
								90			

Fuente: El Autor

Tabla 179: Análisis AMFE del sistema de frenos de la motoniveladora

SISTEMA DE FRENOS									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Bomba de freno	Convertir la energía mecánica ejercida sobre el pedal del freno en energía hidráulica.	Rotura de los sellos.	Desgaste producidos por el tiempo de vida útil el cual llevo a su fin.	Fugas provocando pérdidas de presión al momento de generar el frenado.	3	8	4	96	Se recomienda realizar el cambio de los sellos pero para mayor seguridad cambiar la bomba por completo por motivos de seguridad.
Disco	Transformar la energía cinética en energía calórica al interactuar el disco con las pastillas. Disminuir la velocidad al mover el aire a su alrededor como lo haría un ventilador.	Desgaste del disco	Por el exceso abrasión del disco produciendo fricción la cual desgasta la disco.	El disco empieza a fallar y no retiene adecuadamente en el momento del frenado.	5	7	3	105	Revisar continuamente para verificar el estado de los discos.
Válvula de freno	Controla y regula la presión hidráulica generada.	Rotura de los resortes	Excesiva presión lo cual provoca la rotura del resorte.	Pérdida de presión en el sistema.	5	6	5	150	Realizar un chequeo continuo del estado de las válvulas.
Freno de parqueo	Asegurar la máquina cuando esta no se encuentre en movimiento, es activada por resortes y desactivada por aceite.	Cable en mal estado provocando deshilachamiento.	Debido al tiempo de utilización	Dureza en el momento de accionar la palanca para poder asegurar la máquina.	3	7	4	84	Realizar mantenimientos como engrase del sistema para evitar daños en el sistema.
Mangueras y acoples	Trasladar el líquido de freno.	Rotura de las mangueras	Provocado por las altas presiones y la fricción entre otros elementos	Pérdida de presión en el momento de ejercer el frenado por la pérdida del líquido.	5	6	5	150	Revisar continuamente la cantidad de líquido de freno para verificar que el sistema se encuentre en buen estado.
Engranaje planetario	Girar dentro de la corona fija y transmitir par al conjunto de la rueda.	Rotura de los engranajes del eje planetario.	Desgaste de los engranes producidos por la fricción debido a la mala lubricación.	La máquina no puede realizar movimientos por lo que se paraliza la máquina.	3	7	6	126	Realizar chequeos continuos y realizar una buena lubricación.
								118	

Tabla 180: Análisis AMFE del sistema hidráulico de la motoniveladora

SISTEMA HIDRÁULICO									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Tanque hidráulico	Encargado de depositar y garantizar un amplio suministro de aceite permitiendo que se asienten las partículas.	Fisura del tanque hidráulico	Provocados por golpes o la vibración de la misma máquina	Fuga del aceite provocando daños en los elementos del sistema.	3	8	3	72	Revisar que no existan fugas antes de que entre a funcionar la máquina.
Cañerías	Encargadas de conducir el líquido a los diferentes elementos del sistema.	Taponamiento de las tuberías	Impurezas existentes en el aceite	El fluido no llega a los distintos elementos del sistema.	5	7	3	105	Verificar si el filtro está en buenas condiciones para que retenga adecuadamente las impurezas.
Válvula de control de presión	Controla la presión en el circuito pueden ser de secuencia, alivio o reductores de presión.	Atascamiento de la válvula	Resorte de la válvula en mal estado.	La presión no es la adecuada para que la máquina trabaje de buena manera.	4	6	5	120	Realizar mantenimientos en el tiempo establecido por el fabricante.
Mangueras	Transporta el aceite hidráulico soportando altas presiones.	Rotura de la manguera	Ocasionado por golpes o fricción entre otros elementos.	Fuga del fluido en el sistema ocasionando pérdidas del aceite y daños en el sistema.	5	7	2	70	Revisar las conexiones que se encuentre en buen estado.
Bomba hidráulica	Encargada de enviar el aceite con la presión necesaria para poder accionar los diferentes elementos del sistema.	Rotura de los sellos de la bomba	Desgaste de los sellos los cuales ya cumplieron su vida útil.	No llega el aceite con la presión necesaria para el accionamiento del sistema.	3	8	3	72	Realizar el cambio de sellos cuando el tiempo recomendado por el fabricante.
Cilindro de simple efecto.	En el cilindro el aceite ejerce la presión contra el embolo, sacando el vástago de la carcasa. En esta se conecta a una manguera la cual permite el retorno del aceite al depósito.	Torcedura del vástago del cilindro.	Torcedura producida por las altas temperaturas.	Perdida de presión en el cilindro.	3	8	4	96	Realizar chequeos y mantenimientos para evitar la paralización de la máquina.
Filtro	Detener las impurezas que pueden dañar los componentes.	Taponamiento del filtros	Acumulación de impurezas existentes el aceite.	Provoca una restricción de aceite en el sistema el cual podría dar una mala lubricación provocando daños.	5	6	3	90	Realizar limpiezas de los filtros de manera continua para evitar su taponamiento.
Enfriador de aceite	Encargado de mantener la temperatura óptima recomendó por el fabricante para el buen funcionamiento de los elementos.	Fisura en el enfriador de aceite	Producido por la vibración de la máquina.	Fuga del aceite en el motor.	3	6	6	108	Revisar que el depósito se encuentre en buen estado antes de encender la máquina.
								91	

Fuente: El Autor

Tabla 181: Análisis AMFE del sistema de transmisión de la motoniveladora

SISTEMA DE TRANSMISIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Caja de velocidades	Encargada de cambiar la relación de transmisión entre el motor y las ruedas	Atascamiento de la caja de velocidades.	Rotura de uno de los piñones .	No su puede cambiar de marcha con normalidad.	3	7	4	84	Realizar una buena lubricación para evitar el desgaste de los elementos del sistema.
Embrague	Acoplar o desacoplar la transmisión de movimiento	Desgaste del disco de embrague.	Producido por recalentamiento de los discos.	No se puede realizar el cambio de marcha con normalidad.	5	7	4	140	Realizar mantenimientos en tiempos estipulados por el fabricante.
Transmisor	Mecanismo que da movimiento a la maquina mediante los elementos internos del servo transmisor	Deterioro de los engranes encargados de realizar la transmisión.	Contacto sin tener una buena lubricación la cual produce el desgaste de los engranes.	Remordimiento en el momento de realizar la transmisión.	3	6	5	90	Realizar una correcta lubricación de los elementos de la transmisión antes que la maquina entre a funcionar
Semi árbol de transmisión	Transmite el movimiento del grupo cónico diferencial hasta las ruedas motrices cuando el sistema carece del árbol de transmisión.	Desgaste del árbol de levas	Ocasionados por la fricción entre elementos por mala lubricación.	Cierre y apertura de las válvulas de una manera la cual no es la adecuada.	2	8	6	96	Realizar una buena lubricación para evitar daños en el sistema
Planetarios	Permite la tracción a la corona y posteriormente la movilización de la misma.	Rotura de los engranes	Producidos por desgaste y sobre esfuerzos.	La máquina no puede movilizarse	2	8	6	96	Realizar chequeos continuos de los ejes planetarios.
Par cónico diferencial	Mantener constante la suma de las velocidades que llevan las ruedas motrices antes de tomar una curva.	Desgaste de los dientes del piñón del diferencial.	Ocasionados por la fricción entre elementos por mala lubricación.	Vibración y ruido molesto en el momento de cambiar de marcha.	3	7	5	105	Chequear que el líquido lubricante sea el suficiente para poder realizar la lubricación.
Bomba de dirección	Es el dispositivo que presuriza el fluido de la dirección hidráulica y lo envía a la caja de dirección para que el vehículo pueda ser asistido y gire.	Sellos rotos.	Desgaste producidos por el tiempo de vida útil.	Fugas la cual ocasiona perdida de presión.	3	7	5	105	Verificar que exista el suficiente líquido y que no existan fugas.
								102	

Fuente: El Autor

Tabla 182: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de distribución de la motoniveladora

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Válvulas	Controlar la admisión y escape de los gases producidos en la combustión.	Rotura en las ranuras de la válvula	Errores en el momento del montaje	No permitirá realizar una admisión y escape.	5	7	3	105	Ajustar según especificaciones del fabricante la relación entre el encendido y la carburación de acuerdo al combustible que se utilice.
Muelle de las válvulas	Cerrar las válvulas siempre y cuando las levas no las abran.	Rotura del muelle.	Provocado por el exceso de carga en las estrías del muelle.	El muelle entra en resonancia, la cual no permite el cierre total de la válvula.	5	6	4	120	Realizar mantenimientos continuos.
Árbol de levas	Controlar la apertura y cierre de las válvulas de admisión y escape.	Desgaste del árbol de levas	Ocasionado por la fricción entre elementos debido a la mala lubricación.	El cierre y apertura de las válvulas no se realizaran de buena manera.	2	9	6	108	Realizar una buena lubricación para evitar el daño de los elementos del sistema.
Balancines	Transformar el movimiento lineal en movimiento oscilatorio accionando la válvula de forma directa.	Desgaste de los balancines	Debido a la mala calibración de los mismos.	La válvula no se abre y se cierra adecuadamente.	3	8	5	120	Realizar una buena calibración.
Varilla empujadora	Transforma el movimiento rotatorio de la leva en movimiento lineal provocando la apertura de la válvula.	Desgaste de los ejes giratorios los cuales permiten realizar el movimiento.	Raspaduras producidas en la varilla empujadora.	No permite el paso de los agente lubricantes hacia los cojinetes de las válvulas.	3	7	4	84	Evitar golpes en la varilla la cual pueda ocasionar daños.
								107	

Fuente: El Autor

Tabla 183: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de alimentación de combustible de la motoniveladora

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Depósito de combustible	Lugar designado a almacenar el combustible necesario para la máquina.	Fisura en el depósito de combustible.	Golpes con otros elementos o la misma vibración ocasionada por la máquina.	Fugas las cuales permiten la pérdida del combustible.	3	9	2	54	Antes de encender la maquina revisar que no existan fugas de combustible.
Bomba de alimentación	Encargado de enviar el combustible desde el depósito en que se encuentra almacenado a la bomba de inyección con la presión adecuada.	Rotura de los sellos.	Desgaste de los sellos ocasionados por el tiempo de vida útil.	Perdida de presión ocasionada por fugas.	3	8	3	72	Realizar el cambio desellos en el tiempo establecidos por el fabricante.
Bomba de inyección	Enviar el combustible a presión de acuerdo a la cantidad requerida por el motor. Entregar el combustible de acuerdo al orden de inyección del motor.	Taponamiento de la bomba..	Impurezas existentes en el combustible.	La máquina tiene dificultad para funcionar por falta de inyección de combustible.	3	7	4	84	Realizar mantenimientos preventivos en tiempos estipulados por el fabricante para alargar la vida útil.
Inyectores	Dirigir el chorro de combustible pulverizado de manera que este se esparza homogéneamente por toda la cámara de combustión	Taponamiento de los inyectores	Acumulación de impurezas.	Afecta seriamente el funcionamiento del motor diesel, causando un inestable funcionamiento del motor.	4	7	4	112	Realizar mantenimientos en tiempos para evitar el taponamiento de los inyectores.
Filtros	Encargados de retener las impurezas existentes en el combustible para así evitar el daño de los diferentes elementos del sistema.	Taponamiento de los filtros	Acumulación de las impurezas existentes en el combustible.	Flujo de combustible no es el adecuado el cual provoca el paro de la máquina por falta de combustible.	5	6	3	90	Realizar cambio de filtro anualmente.
								82,4	

Tabla 184: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de refrigeración de la motoniveladora

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE REFRIGERACIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Bomba de agua	Enviar el líquido refrigerante a través del bloque y de regresarlo al radiador.	Rotura del sello.	Desgaste del sello producido por el tiempo de vida útil.	Perdida de presión por fugas del líquido refrigerante.	3	8	2	48	Revisar que no existan elementos fugas los cuales puedan ocasionar pérdidas de presión.
Depósito de recuperación	Contener el agua que el radiador expulsa cuando la temperatura se eleva y lo devuelve cuando este se estabiliza.	Fisura del depósito de recuperación	Por golpes con otros elementos o la misma vibración de la máquina	Fugas del líquido refrigerante ocasionando recalentamiento.	3	7	4	84	Revisar que se encuentre en buen estado antes que la máquina entre en funcionamiento.
Radiador	Encargado de transferir el calor del líquido refrigerante al medio ambiente	Fisura del radiador	Golpes con otros elementos.	Fugas del refrigerante ocasionando calentamiento del motor.	4	8	3	96	No sacar la tapa del radiador cuando este se encuentre a altas temperaturas.
Mangueras	Encargadas de conducir el líquido refrigerante por el sistema.	Fisura en las mangueras	Provocado por la fricción y las altas temperaturas a las que están expuestas.	Fuga del líquido refrigerante ocasionando daños en el motor por falta de refrigerante.	6	6	2	72	Revisar periódicamente que los acoples y mangueras estén en buen estado.
Ventilador	Suministrar aire a alta presión al radiador para que este pueda estar en una temperatura óptima de funcionamiento.	Rotura de las aletas del ventilador.	Rozamiento con otros elementos los cuales están sueltos.	Elevación de la temperatura por falta de ventilación.	4	7	3	84	Revisar que el ventilador no este propenso a sufrir ningún tipo de rozamiento con otros objetos.
Termostato	Cerrar el paso del refrigerante hasta que el motor alcance la temperatura adecuada de funcionamiento.	Atascamiento del termostato.	Deterioro del resorte por el tiempo de servicio.	Elevación de temperatura del motor llegando en casos hasta la fundición	5	6	4	120	Revisar que se encuentre en buen estado caso contrario realizar el cambio de inmediato.
								84	

Tabla 185: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de admisión de la motoniveladora

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE ADMISIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Múltiple de escape	Repartir el aire limpio desde el filtro de aire a cada uno de los cilindros.	Taponamiento de los conductos del múltiple de escape.	Producidos por la acumulación de carbón (hollín) producidos en la combustión.	Puede ocasionar daños en el motor por la contaminación producida por los gases de combustión.	5	7	5	175	Esperar a que se enfríe, si se realizan observaciones con el motor en marcha debe hacerse en un lugar ventilado ya que las emanaciones de gases son nocivas a la salud.
Turbo compresor	Utiliza los gases de escape del motor para comprimir el aire fresco del conducto de admisión.	Rotura de las aletas del turbo compresor	Desgaste de los bocines.	Pérdida de potencia del motor.	4	7	4	112	Chequeo y mantenimiento periódico del turbocompresor.
Filtro primario	Detener e impedir que ingresen las impurezas al motor.	Taponamiento del filtro.	Acumulación de impurezas existentes en el ambiente.	Acumulación de hollín producido en el ciclo produciendo daños en el motor.	5	6	3	90	Realizar la limpieza y sopleteo de los filtros antes que la máquina entre en funcionamiento y realizar cambios cada 10000km
Mangueras	Trasladar el flujo de aire para refrigerar el bloque y regresarlo al radiador.	Rotura de las mangueras	Ocasionado por golpes con otros elementos y el tiempo de vida está llegando a su fin.	Daños en otros elementos por la fuga de los gases producidos en la combustión.	5	6	2	60	Revisar que las mangueras se encuentre en buen estado antes de encender la máquina.
								109	

Tabla 186: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de lubricación de la motoniveladora

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE LUBRICACIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Bomba de aceite	Encargada de enviar el aceite del cárter a los distintos elementos del sistema con la presión requerida.	Rotura del sello.	Desgaste producidos por el tiempo de servicio	Perdida de presión en el sistema producido por fugas.	3	9	3	81	Realizar el mantenimiento en el tiempo establecido por el fabricante.
Filtros	Encargados de retener las impurezas existentes en el aceite para evitar daños en los elementos del sistema.	Taponamiento del filtro	Acumulación de impurezas existentes en el aceite.	Los elementos del sistema no son lubricados los cuales se dañan por falta de lubricación.	5	6	4	120	Realizar cambios de filtros cada 3000 km.
Carter	Contener la cantidad necesaria de aceite para la lubricación del motor y al mismo tiempo funcionando como un medio enfriador.	Fisura del cárter	Provocado por golpes o por la vibración de la máquina	El nivel de aceite no es el adecuado por fugas existentes las cuales pueden dañar a los demás elementos	3	8	5	120	Revisar que se encuentre en buen estado para poder encender la máquina
Mangueras	Encargadas de conducir el aceite a los elementos del sistema.	Fisura en las mangueras	Ocasionada por el rozamiento entre otros elementos.	Fuga de líquido ocasionando daños en el resto de elementos.	5	6	2	60	Revisar que los acoples y mangueras estén en buen estado antes de encender la máquina.
								95,3	

Fuente: El Autor

Tabla 187: Análisis AMFE del sistema del tren de rodaje de la retroexcavadora

		GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO				ANÁLISIS MODAL AMFE DE LOS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE LA MAQUINARIA PESADA Y VEHÍCULOS				
		MÁQUINAS:	RETROEXCAVADORA	ELABORADO POR:	MARIO VASCO	FECHA DE ELABORACIÓN :	07-30-2016			
SISTEMA:	TREN DE RODAJE	REVISADO POR:	ING. CHRISTIAN CASTRO	FECHA DE REVISIÓN:	08-08-2016					
SUBSISTEMA:	N/E	APROBADO POR:	ING. CHRISTIAN CASTRO	ENCARGADO:	ING. CHRISTIAN CASTRO					
SISTEMA DE TREN DE RODAJE										
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN	
					F	G	D	NPR		
Cadena	Encargado de recibir el movimiento del tren de rodaje de la máquina.	Rotura de la cadena	Producida por los esfuerzos excesivos.	Paralización de la máquina por falta de tracción para ejercer movimiento.	3	8	2	48	Realizar mantenimientos preventivos como limpiezas continuas.	
Eslabones	Encargados de la formación de la cadena del tren de rodaje son unidos por medio de pines.	Desacople de los eslabones que la conforman.	Sobre esfuerzos producidos en el trabajo.	Desacople de la cadena por lo tanto produciéndose la paralización de la máquina.	3	7	3	63	No realizar sobre esfuerzos en el momento de realizar los trabajos.	
Pines	Elementos encargados de unir los eslabones de la cadena del tren de rodaje de la máquina.	Torcedura de los pines	Producidos por los sobre esfuerzos de la máquina y vibración en el momento de ejercer el movimiento.	Desacople de la cadena por lo tanto produciéndose la paralización de la máquina.	4	7	4	112	Realizar mantenimientos preventivos para alargar la vida útil.	
Bocines	Elementos que tienen como función la unión del pin a la cadena del tren de rodaje.	Desgaste de los bocines	Falta de lubricaciones los bocines	Los eslabones se desacoplan por el desgaste.	3	8	3	72	Realizar lubricación para que no se dañen los elementos	
Ruedas guías	Elementos mecánicos los cuales permiten el movimiento de la máquina de un lugar a otro.	Desgaste de las ruedas guías	Producidas por la fricción entre elementos y la mala lubricación.	Descarrilamiento del tren de rodaje.	2	8	2	32	Realizar lubricación continua para evitar el desgaste.	
Mando final	Desmultiplicar constantemente las vueltas del árbol de transmisión en las ruedas motrices para convertir el giro longitudinal en giro transversal de las ruedas.	Cauchos desgastados del mando final.	Provocado por el tiempo de trabajo.	Remordimiento en los pines del sistema	3	7	4	84	Realizar el mantenimiento en el tiempo establecido por el fabricante.	
								68,5		

Fuente: El Autor

Tabla 188: Análisis AMFE del sistema de lubricación de la retroexcavadora

SISTEMA DE LUBRICACIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Bomba de aceite del motor	Encargada de enviar el aceite por todo el sistema, manteniendo una presión y caudal adecuado.	Desgaste de los sellos de la bomba	Desgaste producido por los años de servicios.	Fugas del aceite lubricante el cual puede ocasionar pérdidas de presión.	2	8	3	48	Realizar mantenimientos según el tiempo estipulado por el fabricante para evitar daños mayores.
Filtro del aceite	Encargado de retener las impurezas existentes en el aceite para evitar el daño de los componentes del sistema.	Taponamiento de los filtros	Acumulación de impurezas existentes en el aceite.	Los diferentes elementos del sistema no pueden ser lubricados.	3	7	5	105	Realizar cambios de filtros cada 3000 km.
Varilla de nivelación del aceite	Encargada de indicar el nivel de aceite existente.	Varillas deformadas	Producida por el sobre esfuerzo al momento de colocarlo.	La lectura del nivel de aceite no es la correcta.	3	6	5	90	Realizar la colocación de la varilla despacio para evitar daños.
Respiraderos	Se encarga de proteger de las sobre presiones producidas en el sistema.	Rotura del respiradero	Provocado por golpes o la vibración de la máquina.	Fugas del aceite lubricante.	4	6	6	144	Revisar que se encuentre en buen estado.
								96,8	

Fuente: El Autor

Tabla 189: Análisis AMFE del sistema de admisión y escape de la retroexcavadora

SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Múltiple de escape	Encargado de distribuir el aire limpio desde los filtros a cada uno de los cilindros.	Taponamiento de los conductos del múltiple de escape.	Producidos por la acumulación de carbón (hollín) producidos en la combustión.	Puede ocasionar daños en el motor por la contaminación producida por los gases de combustión.	2	8	3	48	Esperar a que se enfríe, si se realizan observaciones con el motor en marcha debe hacerse en un lugar ventilado ya que las emanaciones de gases son nocivas a la salud.
Filtro	Retiene las impurezas existentes en el ambiente evitando que ingresen en el sistema.	Taponamiento de los filtros.	Acumulación de impurezas existentes en el ambiente.	Daños en los elementos del motor por impurezas que no son retenidas por el filtro.	4	7	3	84	Realizar sopleteo de filtros y cambios cada 10000 km.
Turbo compresor	Encargado de recolectar los gases producidos en la cámara de combustión para luego comprimirlos en los cilindros a mayor presión.	Rotura de las aletas del turbo compresor	Desgaste ocasionados por el tiempo de servicio.	Pérdida de potencia del motor.	3	6	2	36	Chequeo y mantenimiento periódico del turbocompresor.
Silenciador	Se encarga de disminuir el ruido producido por los gases luego de salir del motor, interactuando las diferentes válvulas.	Fisura en el silenciador.	Provocado por golpes o la vibración excesiva.	Ruido excesivo produciendo incomodidad al operario.	4	6	4	96	Realizar mantenimientos preventivos para evitar daños.
Conexiones de entrada	Unir al múltiple de escape con el motor.	Conexión en mal estado	Producido por la mala instalación en el momento del montaje.	Fugas de los gases producidos en la combustión.	4	6	3	72	Revisar que las conexiones estén echas correctamente.
								67,2	

Fuente: El Autor

Tabla 190: Análisis AMFE del sistema de enfriamiento de la retroexcavadora

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Ventilador	Encargado de enviar aire a alta presión para mantenerlo en una temperatura óptima.	Rotura de la aleta del ventilador	Golpes ocasionados por elementos sueltos en el sistema.	Elevación de la temperatura por falta de ventilación.	3	7	3	63	Revisar que todos los elementos estén ajustados bien para evitar el rozamiento con las aletas del ventilador.
Bomba de agua	Enviar el líquido refrigerante por el sistema con una presión y caudal adecuado.	Rotura del sello de la bomba..	Provocado por el desgaste y el tiempo de vida de servicio luego a su fin.	La bomba no envía el refrigerante con una presión y caudal adecuado.	5	8	2	80	Realizar mantenimientos en el tiempo adecuado según el fabricante.
Termostato	Cerrar el paso del refrigerante hasta que el motor alcance la temperatura adecuada de funcionamiento.	Atascamiento del termostato.	Deterioro del resorte por el tiempo de servicio.	Elevación de temperatura del motor llegando en casos hasta la fundición	4	6	5	120	Chequeo y mantenimiento periódico.
Radiador	Encargado de transferir el calor del líquido refrigerante al medio ambiente	Fisura del radiador	Golpes con otros elementos.	Fugas del refrigerante ocasionando calentamiento del motor.	3	6	4	72	No sacar la tapa del radiador cuando este se encuentre a altas temperaturas.
Depósito de recuperación	Contener el refrigerante que el radiador expulsa cuando la temperatura se eleva y lo devuelve cuando este se estabiliza.	Fisura del depósito de recuperación	Por golpes con otros elementos o la misma vibración de la máquina	Fugas del líquido refrigerante ocasionando recalentamiento.	4	6	5	120	Revisar que se encuentre en buen estado antes que la máquina entre en funcionamiento.
Mangueras	Transportar el líquido refrigerante a los diferentes elementos del sistema.	Fisura de la manguera	Producido por la fricción entre otros elementos.	Fuga en el sistema de enfriamiento provocando la elevación de temperatura.	5	6	3	90	Revisar que las mangueras estén en buen estado.
								90,8	

Fuente: El Autor

Tabla 191: Análisis AMFE del sistema de alimentación de combustible de la retroexcavadora

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Tanque de combustible	Sirve como depósito del combustible diseñado para líquidos inflamables.	Fisura del tanque de combustible.	Causado por golpes o por la misma vibración de la máquina.	Fuga del combustible provocando pérdida la cual no podrá encender la máquina.	3	9	2	54	Chequera que no existan fugas de combustible antes de encender la máquina.
Bomba de inyección	Entregar el combustible a presión de acuerdo al orden de inyección del motor.	Taponamiento de la bomba..	Impurezas existentes en el combustible.	La máquina tiene dificultad para funcionar por falta de inyección de combustible.	3	8	3	72	Realizar mantenimientos preventivos en tiempos estipulados por el fabricante para alargar la vida útil.
Bomba de alimentación	Encargado de enviar el combustible desde el depósito en que se encuentra almacenado a la bomba de inyección con la presión adecuada.	Rotura de los sellos.	Desgaste de los sellos ocasionados por el tiempo de vida útil.	Perdida de presión ocasionada por fugas.	4	7	3	84	Realizar chequeos y mantenimiento preventivos a la bomba.
Filtro de combustible	Detener las impurezas existentes en el combustible así evitando daños en los diferentes elementos del sistema	Taponamiento del filtro	Acumulación de impurezas	El flujo de combustible no es el adecuado por el cual la bomba no pueda abastecerse y enviar el combustible.	5	6	3	90	Realizar cambio de filtro anualmente.
								75	

Fuente: El Autor

Tabla 192: Análisis AMFE del sistema de frenos de la retroexcavadora

SISTEMA DE FRENOS									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Freno de servicio	Son activados mediante la fuerza ejercida sobre los pedales los cuales mediante la fricción de los platos y discos causan que las ruedas giren más lentamente.	Bloque del freno de servicio	Desgaste de las pastillas del freno.	La máquina puede bloquearse.	3	8	3	72	Chequear las pastillas periódicamente para verificar su funcionamiento.
Freno de parqueo	Son activados mediante resortes y utilizados para asegurar la máquina cuando esta no esté en movimiento.	Cable en mal estado provocando deshilachamiento.	Debido al tiempo de utilización.	Dureza en el momento de accionar la palanca para poder asegurar la máquina.	3	7	3	63	Realizar mantenimientos como engrase del sistema para evitar daños en el sistema.
Válvula de freno	Controla la cantidad de aceite y presión de los frenos de servicio delantero funcionando como válvula reductora de presión.	Rotura de los resortes	Excesiva presión lo cual provoca la rotura del resorte.	Pérdida de presión en el sistema.	4	6	3	72	Realizar un chequeo continuo del estado de las válvulas.
Control de los frenos	Verificar y controlar la velocidad de las ruedas al momento de producir el frenado.	Recalentamiento del control de los frenos	Exceso de energía.	No se puede controlar la velocidad de las ruedas al momento de realizar el frenado.	4	8	3	96	Realizar chequeos periódicos.
Tanque del sistema de frenos	Almacena el aire para su posterior uso en el proceso de frenado.	Fisura del tanque del sistema de la máquina.	Golpe en el tanque o por la vibración producida por la misma máquina.	Fugas del líquido de freno por la fisura.	3	6	5	90	Chequear que no existan fugas.
								78,6	

Fuente: El Autor

Tabla 193: Análisis AMFE del sistema eléctrico de la retroexcavadora

SISTEMA ELECTICO									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Batería	Almacenar energía química que se transforma en energía eléctrica al momento que se activa un equipo.	Descargue de la batería	Falta de líquido en la batería	La máquina no puede arrancar por falta de energía.	4	8	3	96	Verificar el líquido de la batería y ver si se encuentra en buenas condiciones.
Alternador	Encargado de generar corriente alterna y producir corriente eléctrica por medio de campos magnéticos para los dispositivos eléctricos de la máquina.	El sistema de carga se encuentra averiado el cual no genera energía para la batería.	Escobillas en mal estado.	El alternador no genera la corriente necesaria para poder arrancar la máquina.	4	7	3	84	Revisar que las bobinas se encuentren en buen estado verificando que existe continuidad.
Arranque	Imprimir movimiento inicial al motor para que empiece su funcionamiento.	Desgaste de los engranes del piñón.	Excesivo arranque producido por parte del operador de la máquina.	El motor de arranque no es capaz de generar el movimiento inicial de giro para que se produzca el movimiento del motor.	3	8	3	72	Cambiar los carbones del motor de arranque.
Relé	Elemento que controla un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, y se considera como un amplificador eléctrico.	Recalentamiento del relé	Voltajes muy altos los cuales dañan al relé	No puede amplificar la señal de corriente.	5	6	4	120	Utilizar el voltaje necesario para el sistema.
Cables	Elemento por el cual lleva la energía eléctrica a los distintos dispositivos o elementos eléctricos.	Cables rotos	Producido por corto circuitos por sobre alimentación de voltaje.	Danos de elementos en el sistema eléctrico.	5	5	3	75	Verificar que las conexiones estén en buen estado.
Fusibles	Controla el funcionamiento de los circuitos electrónicos.	Fusibles quemados	Provocado por sobre voltajes	La corriente no llega a los diferentes elementos eléctricos.	6	8	2	96	Verificar que el voltaje sea el adecuado.
								99	

Fuente: El Autor

Tabla 194: Análisis AMFE del sistema de dirección de la retroexcavadora

SISTEMA DE DIRECCIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Control de la dirección o volante	Encargado de controlar el sentido de dirección de la máquina.	Desgaste de la válvula de distribución rotatoria.	Excesiva manipulación del control de dirección	No se puede controlar las llantas delanteras debido a la pérdida de transmisión.	3	7	2	42	Realizar mantenimientos preventivos.
Columna de dirección	Encargado de transmitir la dirección del movimiento del volante a la caja de engranajes.	Desgaste de los acoples de la columna.	Producidos por los movimientos brusco.	No se puede ejercer el movimiento de giro.	3	8	3	72	No utilizar el volante de forma brusca o incorrecta.
Cilindro Hidráulico	Aumentar la fuerza de trabajo proporcionado por la bomba al momento de realizar un trabajo mediante la presión del aceite para direccionar la máquina.	Presión muy baja en el cilindro	Producida por falta de aceite en el depósito para que la bomba suministre la presión requerida.	No suministra la presión necesaria para poder direccionar a la máquina.	4	9	2	72	Realizar chequeos para verificar que no existan fugas de aceite.
Eje delantero	Encargado de soportar el peso de algunos elementos del sistema.	Rotura del eje	Producido por las sobrecargas.	Paralización de la máquina	3	8	3	72	Evitar sobre esfuerzos en el momento de realizar su trabajo.
								68,4	

Fuente: El Autor

Tabla 195: Análisis AMFE del sistema del motor de la retroexcavadora

SISTEMA DEL MOTOR									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Block del motor	Es alojar el tren alternativo, formado por el cigüeñal, las bielas y los pistones.	Fisuras del block	Ocasionado por golpes o la vibración de la máquina.	Fugas ocasionando daños a los demás elementos del sistema.	2	9	3	54	Verificar que se encuentren en buenas condiciones.
Cigüeñal	Encargada de transformar el movimiento lineal del pistón en un movimiento giratorio para posteriormente transmitirlo al sistema de transmisión.	Desgaste del cuerpo del cigüeñal	Producido por la fricción y la mala lubricación.	Desgaste del cuerpo de un cigüeñal ocasiona una pérdida de presión de aceite y por consiguiente mayor fricción y desgaste de las partes del motor que requieren lubricación.	3	8	4	96	Utilizar un aceite de buena calidad para evitar el desgaste de los componentes del sistema.
Tapa de la culata	Proteger a los elementos que se encuentran en su interior protegiéndole de las distintas partículas que pueden afectar al sistema.	Fisura de la tapa de la culata	Producida por golpes o por la vibración de la máquina	Remordimiento del motor por ingreso de polucidades al motor.	4	7	3	84	Tratar de no golpear la culata al momento de realizar algún trabajo.
Árbol de levas	Encargada de activar y de desactivar las válvulas de admisión y escape.	Desgaste del árbol de levas	Producido por el rozamiento y la mala lubricación.	El cierre y apertura de las válvulas no serán de la mejor manera.	3	8	4	96	Realizar un mantenimiento continuo para evitar el desgaste.
Tapón del motor	Encargado de retener el aceite, a la vez también como depurador, para posteriores cambios de aceite	Fisura del tapón del motor	Sobre esfuerzos en el momento de abrir el tapón	Remordimiento de los elementos del motor por entrada de polvo.	4	6	4	96	Tomar las debidas precauciones en el momento de abrir y cerrar el tapón del motor.
Culata del cilindro	Sellar las superficies de los cilindros para evitar la pérdida de compresión.	Fisura de la culata	Producida por golpes o por la vibración de la máquina	Pérdida de potencia del motor	3	6	4	72	Tratar de no golpear la culata al momento de realizar algún trabajo.
								83	

Fuente: El Autor

Tabla 196: Análisis AMFE del sistema hidráulico de la retroexcavadora

SISTEMA HIDRÁULICO									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Cilindro estabilizador	Soporta la presión hidráulica que crea el aceite sobre el pistón y permite que se mueva hacia adelante y hacia atrás de manera lineal permitiendo estabilizar a la máquina.	Remordimiento del vástago del gato hidráulico	Falta de líquido hidráulico en el cilindro.	No se puede estabilizar de buena manera la máquina.	3	8	2	48	Revisar periódicamente que exista el suficiente líquido hidráulico.
Bomba hidráulica	Enviar el aceite con la presión necesaria para el accionamiento de los elementos del sistemas.	Rotura de los sellos de la bomba	Desgaste de los sellos producidos por el tiempo de servicio.	No llega el aceite con la presión necesaria para el accionamiento del sistema.	3	8	3	72	Realizar el cambio de sellos en el tiempo estipulado por el fabricante.
Cilindro de rotación	Soportar la presión hidráulica que crea el aceite sobre el pistón y hace que se mueva y pueda rotar, para poder generar el movimiento de la pluma.	Remordimiento del vástago del gato hidráulico	Falta de líquido hidráulico en el cilindro.	No se puede movilizar el cucharón con facilidad.	2	8	4	64	Revisar periódicamente que exista el suficiente líquido hidráulico.
Mangueras	Trasladar el fluido en el sistema.	Rotura de mangueras.	Golpes con otros elementos o la misma presión.	No existe el fluido hidráulico suficiente en sistema.	5	6	3	90	Realizar ajustes y chequeos continuos de las conexiones.
Enfriador de aceite	Encargado de mantener la températe óptima recomendó por el fabricante para el buen funcionamiento de los elementos.	Fisura en el enfriador de aceite	Producido por golpes o la vibración de la máquina.	Fuga del aceite en el motor.	5	6	4	120	Revisar que el depósito se encuentre en buen estado antes de encender la máquina.
Tanque hidráulico	Encargado de almacenar el líquido hidráulico para posteriormente ser enviado a los diferentes elementos.	Fisura del tanque hidráulico.	Producido por golpes o la vibración de la máquina.	Fuga del aceite hidráulico en todo el sistema.	3	8	3	72	Evitar el golpeteo del tanque hidráulico
Válvulas de control de presión.	Encargadas de bloquear a accionar el paso de líquidos y gases en el proceso.	Atascamiento de la válvula	Sobrepresiones ocasionados.	La presión no es la adecuada para que la máquina trabaje de una buena manera.	5	7	4	140	Realizar mantenimientos en el tiempo establecido por el fabricante.
								81	

Fuente: El Autor

Tabla 197: Análisis AMFE del sistema eléctrico de la minicargadora

		GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO							
		ANÁLISIS MODAL AMFE DE LOS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE LA MAQUINARIA PESADA Y VEHÍCULOS							
		MÁQUINAS:	MINICARGADORA	ELABORADO POR:	MARIO VASCO	FECHA DE ELABORACIÓN :	01-08-2016		
		SISTEMA:	Eléctrico	REVISADO POR:	ING. CHRISTIAN CASTRO	FECHA DE REVISIÓN:	08-08-2016		
SUBSISTEMA:	N/E	APROBADO POR:	ING. CHRISTIAN CASTRO	ENCARGADO:	ING. CHRISTIAN CASTRO				
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Batería	Almacenar energía química que se transforma en energía eléctrica al momento que se activa un equipo.	Descargue de la batería	Bajo contenido de ácido en el electrolito.	La máquina no puede arrancar por falta de energía.	4	8	2	64	Verificar el líquido de la batería y ver si se encuentra en buenas condiciones.
Alternador	Encargado de generar corriente alterna y producir corriente eléctrica por medio de campos magnéticos para los dispositivos eléctricos de la máquina.	El sistema se encuentra averiado el cual no puede generar energía para la batería.	Escobillas en mal estado.	El alternador no genera la corriente necesaria para poder arrancar la máquina.	4	8	3	96	Revisar que las bobinas se encuentren en buen estado verificando que existe continuidad.
Llave de ignición/Interruptor de parada	Encargado de activar o detener la maquina en su totalidad por motivos de seguridad.	Funcionamiento defectuoso de los interruptores	Los fusibles se encuentran en mal estado.	No se puede realizar ninguna actividad para verificar si la maquina está en buen estado.	3	7	3	63	Chequear el fusible para verificar si se encuentran en buen estado.
Arranque	Imprimir el movimiento inicial de giro al motor para que pueda iniciar su funcionamiento.	Desgaste de los engranes del piñón.	Excesivo arranque por parte de la persona encargada de la máquina.	No se puede realizar el arranque del motor de la máquina.	4	8	2	64	Cambiar los carbonos del motor de arranque.
Subsistema de iluminación	Proporcionar iluminación en el área de trabajo de la máquina.	Luces quemadas	Provocados por cortos circuitos por el choque de cables pelados.	Iluminación defectuosa causando malestar en el momento de operar la máquina.	5	6	3	90	Revisar que las conexiones eléctricas estén en buen estado para evitar cortos circuitos.
Computador o memoria	Encargada de dar la orden en el momento de la activación de los servicios de la máquina que son alimentados por la batería.	Daño en uno de los sensores	Provocado por sobrecargas.	La máquina no puede arrancar por señales falsas en el sistema.	2	9	3	54	Verificar que el voltaje de entrada sea el adecuado.
								75,3	

Fuente: El Autor

Tabla 198: Análisis AMFE del sistema hidráulico de la minicargadora

SISTEMA HIDRÁULICO									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Bomba hidráulica	Enviar el aceite con la presión necesaria para el accionamiento de los elementos del sistemas.	Rotura de los sellos de la bomba	Desgastes ocasionados por el tiempo de vida útil.	Fugas por lo que el aceite no llega con la presión necesaria para accionar los elementos del sistema.	3	8	2	48	Realizar el cambio de sellos en el tiempo establecido por el fabricante..
Cilindro del brazo	Resiste la presión hidráulica generada por el aceite sobre el pistón permitiendo el movimiento hacia adelante y hacia atrás de manera lineal del brazo.	Remordimiento del vástago del gato hidráulico	Falta de líquido hidráulico en el cilindro.	No se puede movilizar con facilidad.	3	7	3	63	Revisar periódicamente que exista el suficiente líquido hidráulico.
Válvula de control de presión	Controla la presión en el circuito pueden ser de secuencia, alivio o reductores de presión.	Atascamiento de la válvula.	Ocasionada por altas presiones.	Pérdida de potencia en el motor por falta de presión	4	7	3	84	Chequear periódicamente para verificar el buen funcionamiento de las válvulas.
Filtros	Detener las impurezas existentes en el aceite hidráulico que puedan producir daños en el sistema.	Taponamiento del filtro	Acumulación de impurezas en el filtro.	No permite el flujo normal del fluido.	5	6	4	120	Realizar cambio de filtro cada 3000km.
Cañerías y Mangueras	Encargadas de transportar el líquido a los diferentes elementos del sistemas.	Rotura de las cañerías.	Golpes y la vibración de la misma máquina.	Perdida de aceite por fugas en el sistema	5	6	3	90	Chequear las conexiones y acoples del sistema para verificar si se encuentran en buen funcionamiento.
Cilindro de elevación	Encargado de transformar la energía cinética en energía mecánica para poder elevar el cucharón.	Desalineamiento del pistón	Producidas por las altas presiones y temperaturas	Atascamiento del pistón por lo que no genera movimiento.	2	8	3	48	Realizar un mantenimiento periódico el cual garantice la buena lubricación del sistema.
Tanque hidráulico	Encargado de depositar y garantizar un amplio suministro de aceite permitiendo que se asienten las partículas y que el aire se separe del aceite	Fisura del tanque Hidráulico	Producido por golpes o la misma vibración de la máquina	Fuga del aceite y por ende perdida de presión en el sistema.	3	8	3	72	Revisar el estado del líquido lubricante.
								77,5	

Fuente: El Autor

Tabla 199: Análisis AMFE del sistema de transmisión de la minicargadora

SISTEMA DE TRANSMISIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Caja de transferencia	Encargada de conectar y desconectar las ruedas delanteras en vehículos de doble tracción.	Desgaste de los piñones de la caja de transferencia.	Falta de lubricación la cual produce fricción entre elementos y daños en los piñones	No se puede realizar el cambio de marcha con normalidad.	4	7	2	56	Realizar una buena lubricación para que no existan daños en la caja.
Ejes planetarios exteriores	Admite hacer diversas desmultiplicaciones con un solo juego de engranes se puede utilizar de muchas maneras, es el diferencial de casi todos los automóviles de motor y cambio transversal.	Rotura de los engranes	Producidos por desgaste y sobreesfuerzos.	La máquina no puede movilizarse	3	8	2	48	Realizar chequeos continuos de los ejes planetarios.
Caja de cambios	Aumentar, mantener o disminuir la relación de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas.	Rotura de los engranes de transmisión	Desgaste producidos por la fricción de los elementos de la caja.	No se puede aumentar o disminuir la relación de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas.	4	9	2	72	Verificar que la caja de cambios este lubricada para facilitar el cambio de marcha.
Embrague	Acoplar o desacoplar la transmisión de movimiento	Desgaste del disco de embrague.	Producido por recalentamiento de los discos.	No se puede realizar el cambio de marcha con normalidad.	5	7	3	105	Chequear que el embrague se encuentre en buen estado.
Par cónico diferencial	Tener constante la suma de las velocidades de las ruedas motrices antes de tomar una curva y convertir al giro longitudinal, en giro transversal de los neumáticos.	Desgaste de los dientes del piñón del diferencial.	Desgaste producidos por la fricción de los elementos.	Vibración y ruido molesto en el momento de cambiar de marcha.	4	6	4	96	Chequear que el líquido lubricante sea el suficiente para poder realizar la lubricación.
Juntas de transmisión	Acopla los elementos de transmisión y permitir variaciones de longitud y posición.	Desgaste de la junta de transmisión	Calentamiento producido por la fricción del disco	No se puede desembragar con facilidad y produciendo ruidos incómodos.	5	6	5	150	Embragar de buena manera para no producir daños.
Transmisión	Desconectar las ruedas motrices del motor, consiguiendo una relación de velocidades diferentes entre el motor y las ruedas.	Desgaste de los engranes encargados de realizar la transmisión.	Contacto sin tener una buena lubricación.	Remordimiento en el momento de realizar la transmisión.	5	7	3	105	Realizar una correcta lubricación de los elementos de la transmisión antes que la maquina entre a funcionar
								87	

Tabla 200: Análisis AMFE del sistema de frenos de la minicargadora

SISTEMA DE FRENOS									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Válvula de frenos	Controla y regula la presión hidráulica generada.	Rotura de resortes el cual genera la presión necesaria en el momento de la apertura o cierre de la válvula	Desgaste del resorte por el tiempo de servicio y presiones altas.	Perdida de presión en el interior del cilindro.	5	6	4	120	Revisar y dar mantenimientos a las válvulas para su buen funcionamiento.
Bomba de freno	Mediante el accionamiento del pedal convertir la energía mecánica en energía hidráulica.	Rotura de los sellos de la bomba.	Desgaste producidos por el tiempo de vida.	Perdida de presión en el momento de realizar el accionamiento del freno.	4	8	3	96	Realizar cambios de sellos y mantenimiento de la bomba en tiempos estimados para evitar daños.
Pedal de freno	Permite transmitir una fuerza la cual es accionada por el conductor al sistema hidráulico.	Bloque del freno de servicio	Desgaste de las pastillas del freno.	La máquina puede bloquearse.	3	7	2	42	Chequear las pastillas periódicamente para verificar su funcionamiento.
Freno de estacionamiento/ freno de mano.	Asegurar la máquina cuando esta se encuentre inmovilizada.	Cable en mal estado provocando deshilachamiento.	Debido al tiempo de utilización	Dureza en el momento de accionar la palanca para poder asegurar la máquina.	4	8	3	96	Realizar mantenimientos como engrase del sistema para evitar daños en el sistema.
Resortes	Regresar los pistones cuando la presión hidráulica baja.	Rotura del resorte.	Provocado por presión o la mala posición del resorte.	El pistón no puede regresar.	5	8	4	160	Revisar si el resorte se encuentra en una buena posición para realizar su trabajo.
Engranajes planetarios	Girara dentro de la corona fija y transmitir par al conjunto de la rueda.	Rotura de los engranajes del eje planetario.	Desgaste de los engranes producidos por la fricción debido a la mala lubricación.	La máquina no puede realizar movimientos por lo que se paraliza.	3	7	4	84	Realizar chequeos continuos y realizar una buena lubricación.
Mangueras y acoples	Trasladar el líquido de freno. Soportar altas presiones ejercidas por el sistema	Rotura de la manguera	Por la fricción con otro elementos y la misma presión en el sistema.	Paralización de la máquina por fuga de líquidos en el sistema.	5	7	3	105	Verificar los acoples y mangueras si se encuentran en buen estado.
								100	

Fuente: El Autor

Tabla 201: Análisis AMFE del sistema de enfriamiento de la minicargadora

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Mangueras	Encargadas de conducir el líquido refrigerante por el sistema.	Fisura en las mangueras	Provocado por la fricción y las altas temperaturas a las que están expuestas.	Fuga del líquido refrigerante ocasionando daños en el motor por falta de refrigerante.	5	7	3	105	Revisar periódicamente que los acoples y mangueras estén en buen estado.
Bomba de agua	Encargada de impulsar a presión el líquido refrigerante en el sistema permitiendo la refrigeración del motor mediante el intercambiador de calor.	Rotura de sellos.	Ocasionados por desgaste y el tiempo de vida útil.	Perdida de presión en la bomba por fugas.	3	8	2	48	Cambiar los sellos de la bomba.
Termostato	Modula la temperatura del refrigerante ya sea para el calentamiento del motor o mantener en una temperatura óptima para su funcionamiento.	Atascamiento del termostato.	Deterioro del resorte por el tiempo de servicio.	Elevación de temperatura del motor llegando en casos hasta la fundición	4	7	3	84	Revisar que se encuentre en buen estado caso contrario realizar el cambio de inmediato.
Válvula de purga	Permite la evacuación del aire del sistema	Atascamiento de la válvula de purga	Acumulación de impurezas en la válvula.	No puede evacuar con facilidad por el taponamiento existente.	5	6	5	150	Realizar mantenimiento en el tiempo especificado por el fabricante.
Ventilador	Asegura un flujo continuo de aire a través del radiador para mantener una temperatura adecuada	Rotura de una de las hélices del ventilador	Rose con otros elementos	Recalentamiento del motor producido por falta de ventilación	4	7	3	84	Chequeo rutinario del ventilador para verificar su buen funcionamiento.
Radiador	Ceder el calor del líquido refrigerante al medio ambiente.	Fisura del radiador	Golpes ocasionados en el trabajo	Fuga del refrigerante causando daños a los demás sistemas.	3	8	3	72	Realizar chequeos continuos para verificar que se encuentre en buen estado.
								90,5	

Fuente: El Autor

Tabla 202: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de admisión de la minicargadora

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE ADMISIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Turbo compresor	Encargado de recolectar los gases producidos en la cámara de combustión para luego comprimirlos en los cilindros a mayor presión.	Rotura de las aletas del turbo compresor	Desgaste ocasionados por el tiempo de servicio.	Pérdida de potencia del motor.	5	7	2	70	Realizar mantenimiento periódicos.
Múltiple de escape	Repartir el aire limpio desde el filtro de aire a cada uno de los filtros.	Rotura del múltiple de escape.	Ocasionado por desgaste de los elementos por vibraciones de la máquina.	Filtración de impurezas al motor.	3	8	3	72	Realizar el mantenimiento continuo para alargar la vida útil.
Filtro	Detener las impurezas que puedan causar daños al motor.	Taponamiento del filtro	Ocasionado por la acumulación de impurezas.	Acumulación de hollín producido en el ciclo produciendo daños en el motor.	5	7	4	140	Realizar la limpieza y sopleteo de los filtros antes que la máquina entre en funcionamiento y cambios cada 10000km.
Mangueras	Conducir el aire refrigerante del radiador hacia el bloque y de regreso al radiador.	Rotura de la manguar.	Ocasionada por las altas temperatura en el sistema	Daños en el sistema por la fuga del fluido.	5	6	4	120	Verificar que las mangueras y acoples se encuentre en buen estado.
								101	

Tabla 203: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de alimentación de combustible de la minicargadora

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Deposito del combustible	Encargado de almacenar el combustible.	Fisura del depósito de combustible.	Producido por golpes o la vibración de la máquina en el momento de realizar su trabajo.	Fuga del combustible llevando a la paralización de la máquina	3	9	2	54	Tener precaución en el momento de encender la máquina.
Bomba de alimentación	Encargado de enviar el combustible a presión desde el depósito en que se encuentra almacenado a la bomba de inyección.	Rotura de muelle.	Desgaste por el tiempo de servicio..	La máquina no arranca por falta de combustible	4	8	2	64	Realizar el mantenimiento en el tiempo establecido por el fabricante.
Bomba de inyección	Enviar el combustible a presión de acuerdo a la cantidad requerida por el motor	La bomba de inyección se encuentra taponada.	Por acumulación de impurezas existentes en el combustible.	La máquina tiene dificultad al momento del funcionamiento.	4	8	2	64	Realizar mantenimientos preventivos en tiempos estipulados por el fabricante para alargar la vida útil.
Inyectores	Pulverizar de manera homogénea por toda la cámara de combustión.	Taponamiento de los inyectores	Acumulación de impurezas.	Afecta seriamente el funcionamiento del motor, causando un inestable funcionamiento del motor.	5	8	3	120	Realizar mantenimiento preventivo en los tiempos estipulados por el fabricante.
Elementos filtrantes	Retener las impurezas que contiene el combustible para evitar daños en el sistema	Taponamiento del filtro	Acumulación de las impurezas existentes en el combustible.	Paralización de la máquina por falta de combustible.	5	6	4	120	Realizar cambios anualmente.
								84,4	

Tabla 204: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de distribución de la minicargadora

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Válvulas	Encargada de controlar la admisión y escape de los gases producidos en la combustión.	Desgaste de la cabeza de la válvula.	Producidas por la altas temperaturas en el momento de realizar la combustión .	Pérdida de potencia en el motor .	5	7	4	140	Realizar el mantenimiento adecuado indicado por el fabricante para evitar daños en el sistema.
Árbol de levas	Verificar la apertura y cierre de las válvulas de admisión y escape.	Desgaste del árbol de levas	Producido por el rozamiento y mala lubricación.	El cierre y apertura de las válvulas no serán de la mejor manera.	3	8	4	96	Realizar lubricación continua para evitar el desgaste.
Varilla empujadora	Abrir o cerrar las válvulas.	Desgaste de la varilla empujadora.	Raspaduras producidas en la varilla producidas por mala lubricación	No permite el paso de los agente lubricantes hacia los cojinetes de las válvulas.	3	5	5	75	Evitar golpes en la varilla la cual pueda ocasionar daños.
Balancín	Convierte el movimiento lineal del empujador en movimiento oscilatorio accionando la válvula directamente.	Rotura de los balancines	Desgastes excesivo.	Pérdida de potencia en el motor.	4	7	4	112	Realizar la calibración continua en el motor para verificar su buen funcionamiento,
Muelles para las válvulas	Cerrar las válvulas siempre y cuando la leva no las abra.	Rotura del muelle.	Producido por el exceso de carga en las estrías del muelle.	El muelle entra en resonancia, la cual no permite el cierre total de la válvula.	5	8	3	120	Realizar mantenimientos continuos.
								109	

Tabla 205: Análisis AMFE del sistema motor subsistema mecánico de la minicargadora

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA MECÁNICO									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Camisas	Resistir el empuje lateral del pistón, convirtiéndose en la culata del pistón alternativo.	Fisura de la camisa.	Excesivo desgaste por el tiempo de vida útil.	Perdida de presión en el motor.	2	8	3	48	Realizar el mantenimiento en el tiempo establecido por el fabricante.
Pistón	Enviar la fuerza generada en el proceso de la combustión de la mezcla a la biela.	Excesivo carbón en la cabeza.	Paso excesivo de aceite por anillos desgastados. Produciéndose una mezcla aire combustible inadecuado.	Excesiva adherencia de carbón en la cabeza del pistón	2	8	3	48	Revisar que los anillos del pistón estén bien acoplados.
Anillo de pistón	Actuar como sellos en movimiento, controlando la lubricación del cilindro y manteniendo la presión de combustión.	Rotura de los anillos	Desgaste de los anillos debido al tiempo de servicio.	Perdida de presión por la mala mezcla de aire combustible.	4	7	3	84	Verificar minuciosamente, en oportunidad del cambio de anillos, las condiciones de las canaletas en los pistones, principalmente las primeras, que reciben los anillos de compresión.
Biela	Transmitir el movimiento al cigüeñal.	Torcedura del brazo de la biela	Cambios bruscos de temperatura alta a baja produciéndose choque térmico.	No genera la presión necesaria en el sistema.	2	8	3	48	Revisar que la temperatura del motor sea la adecuada.
Block del motor	Colocar al cigüeñal, las bielas y a los pistones.	Fisura del block del motor	Elevada temperatura en el interior del motor.	Paralización de la máquina	2	9	2	36	Revisar que el block este bien acoplado para evitar la fricción y golpeteos con los demás sistemas.
Culata	Formar una cámara sobre el bloque donde se desarrolla el trabajo el cilindro.	Fisura de la culata	Producida por golpes o por la vibración de la máquina	Pérdida de potencia del motor	3	7	3	63	Tratar de no golpear la culata al momento de realizar algún trabajo.
Cigüeñal	Cambiar el movimiento lineal del pistón en movimiento rotatorio para posteriormente transmitirlo al sistema de transmisión.	Desgaste del cuerpo del cigüeñal	Producido por la fricción y la mala lubricación.	Desgaste del cuerpo de un cigüeñal ocasiona una pérdida de presión de aceite y por consiguiente mayor fricción y desgaste de las partes del motor que requieren lubricación.	3	7	4	84	Utilizar un aceite de buena calidad para evitar el desgaste de los componentes del sistema.
								58,7	

Fuente: El Autor

Tabla 206: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de lubricación de la minicargadora

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE LUBRICACIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	FALLO FUNCIONAL	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Bomba de aceite	Aspirar el aceite del cárter y conducirlo mediante presión a los diferentes elementos.	Rotura del sello.	Provocado por la aplicación de refrigerante en la bomba cuando se encuentra en altas temperaturas provocando un cheque térmico.	Fugas de aceite provocando pérdida de presión.	3	8	2	48	Permita que el motor se enfríe antes de agregar el refrigerante. Después, vuelva a prender el motor y déjelo encendido mientras agrega lentamente el resto.
Elementos filtrantes	Detener impurezas que se encuentran en el aceite para evitar daños en el sistema.	Taponamiento de los filtrantes	Provocado por impurezas existentes en el aceite lubricante	Daños de los elementos del sistema por falta de lubricante.	5	7	4	140	Realizar cambio de filtro cada 3000km
Enfriador del aceite	Encargado de mantener la temperatura adecuada del aceite recomendado por el fabricante para su buen funcionamiento.	Fisura en el enfriador de aceite	Producido por la vibración de la máquina.	Fuga del aceite en el motor.	3	6	4	72	Revisar que el depósito se encuentre en buen estado antes de encender la máquina.
Mangueras	Medio de conducción del aceite hacia los diferentes elementos del sistema.	Rotura de la manguera	Provocado por golpes y la fricción entre otros elementos.	Fuga del lubricante en todo el sistema provocando daños y pérdidas.	5	7	3	105	Chequear de manera continua para cerciorarse que se encuentren en buen estado.
Carter	Contener la cantidad necesaria de aceite para poder realizar su lubricación.	Fisura del cárter	Provocado por golpes o por la vibración de la máquina	El nivel de aceite no es el adecuado por fugas existentes las cuales pueden dañar a los demás elementos	4	7	3	84	Revisar que se encuentre en buen estado para poder encender la máquina
								89,8	

Fuente: El Autor

Tabla 207: Análisis AMFE de los sistemas hidráulico del rodillo compactador

		GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO									
		ANÁLISIS MODAL AMFE DE LOS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE LA MAQUINARIA PESADA Y VEHÍCULOS									
		MÁQUINAS:	RODILLO COMPACTADOR	ELABORADO POR:	MARIO VASCO	FECHA DE ELABORACIÓN :	01-08-2016				
		SISTEMA:	HIDRÁULICO	REVISADO POR:	ING. CHRISTIAN CASTRO	FECHA DE REVISIÓN:	08-08-2016				
SUBSISTEMA:	N/E	APROBADO POR:	ING. CHRISTIAN CASTRO	ENCARGADO:	ING. CHRISTIAN CASTRO						
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	MODO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN		
					F	G	D	NPR			
Bomba hidráulica	Enviar el aceite con la presión necesaria para el accionamiento de los sistemas.	Rotura de los sellos de la bomba.	Desgaste producido por el tiempo de vida útil llega a su fin.	No llega el aceite con la suficiente presión para que accione el sistema.	4	6	4	96	Chequeo y mantenimiento continuo de la bomba hidráulica.		
Limitador de presión	Proteger de las sobrepresiones que pueda sufrir el sistema.	Rotura del limitador de presión.	Sobrepresiones en el sistema.	La presión puede subir desmesuradamente en el sistema.	3	4	3	36	Chequeo continuo del limitador de presión, y realizar el mantenimiento respectivo.		
Tanque de aceite	Lugar de almacenamiento del aceite el cual podrá suministrar a la bomba para ser enviado a los diferentes elementos del sistema.	Fisura del tanque de aceite.	Golpes o la misma vibración de la máquina.	Daños en la bomba por falta de aceite.	3	4	3	36	Revisión continua del depósito de aceite.		
Filtro	Encargado de retener las impurezas existentes en el aceite los cuales puedan causar daños a los distintos elementos del sistema.	Taponamiento del filtro.	Acumulación de impurezas en el interior del filtro.	No llega suficiente fluido hidráulico a los cilindros del sistema.	5	5	3	75	Realizar cambio de filtro cada 3000km.		
Mangueras	Encargadas de transportar el fluido por el sistema.	Rotura de las mangueras.	Fricción de la manguera con otro elemento.	Falta del líquido hidráulico en los componentes del sistema producida por fugas.	5	4	3	60	Chequeo continuo de las conexiones hidráulicas del sistema.		
Enfriador de aceite	Encargado de mantener la temperatura adecuada en el aceite recomendado por el fabricante, para su óptimo funcionamiento.	Fisura del enfriador del aceite.	Excesivo desgaste del enfriador de aceite.	Fugas de aceite en el motor.	4	4	3	48	Realizar el mantenimiento respectivo en el enfriador.		
								70,3			

Fuente: El Autor

Tabla 208: Análisis AMFE del sistemas eléctrico del rodillo compactador

SISTEMA ELÉCTRICO									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	MODO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Batería	Almacenar energía química que se transforma en energía eléctrica al momento que se activa un equipo.	Descarga de la batería.	Nivel del líquido de la batería es demasiado bajo.	El vehículo no puede encenderse por falta de energía.	5	7	3	105	Revisión periódica de la batería para la competición del líquido de la misma.
Alternador	Encargado de generar corriente alterna y producir corriente eléctrica por medio de campos magnéticos para los dispositivos eléctricos de la máquina.	El alternador se encuentra averiado por lo que no genera carga para la batería.	Escobillas en mal estado.	La batería se descarga y no suministra energía al vehículo.	5	7	3	105	Chequeo y mantenimiento del alternador periódicamente.
Regulador de voltaje	Encargado de mantener un nivel de tensión o voltaje constante.	Recalentamiento del regulador de voltaje.	Exceso de energía en el sistema.	Daño de los elemento por sobrecargas en el sistema.	4	6	3	72	Chequear continuamente los elementos del sistema.
Motor de arranque	Encargado de facilitar el arranque del motor, venciendo la resistencia inicial al momento del arranque del mismo.	Desgaste de los dientes del piñón.	Excesivo arranque por parte del chofer.	El motor de arranque no es capaz de generar el movimiento inicial de giro para que se produzca el movimiento del motor.	4	7	3	84	Utilizar de una buena manera para que este no presente problemas.
Subsistema de iluminación	Proporcionar iluminación en el área de trabajo de la máquina.	Elementos de iluminación quemados.	Ocasionado por corto circuitos..	La maquinaria se queda sin iluminación.	5	7	4	140	Realizar una revisión de las conexiones eléctricas del vehículo antes de su utilización.
Bujías	Encargado de suministrar la chipa para que se pueda realizar el proceso de combustión en el interior de la cámara.	Las bujías no pueden generar la chispa para el encendido.	Presencia de hollín en la parte superior de las bujías.	No se puede realizar el proceso de combustión del mesal aire combustible en la cámara de combustión.	5	4	4	80	Limpiar las bujías periódicamente.
Relé	Elemento que controla un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, y se considera como un amplificador eléctrico.	No controla normalmente la amplificación de energía.	Sobrecarga en el sistema.	Daño en los componentes eléctricos del sistema.	4	4	3	48	Revisar periódicamente relé del sistema eléctrico del vehículo.
Fusibles	Controla el funcionamiento de los circuitos electrónicos.	Los componentes eléctricos dejan de funcionar.	Sobrecarga en el panel de fusibles.	Los fusibles se queman y no emiten corriente al sistema.	4	3	3	36	Chequear continuamente el panel de fusibles cambio de fusibles en mal estado.
								82,4	

Tabla 209: Análisis AMFE del sistemas de frenos del rodillo compactador

SISTEMA DE FRENOS									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	MODO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Válvula de frenos	Controla y regula la presión hidráulica generada.	Desgaste del cuerpo de la válvula de frenos.	Fricción del cuerpo de la válvula de frenos.	Perdida de presión hidráulica en el sistema.	3	7	4	84	Mantenimiento de las válvulas de frenos.
Bomba de freno	Mediante el accionamiento del pedal convertir la energía mecánica en energía hidráulica.	Desgaste de los sellos	Desgaste de los sellos por el tiempo de vida útil.	Perdida de presión por fugas.	4	8	3	96	Chequear que el líquido de freno este completo antes de su utilización en el vehículo.
Pedal de freno	Permite transmitir una fuerza la cual es accionada por el conductor al sistema hidráulico.	Rotura del seguro del pedal.	Desgaste del pin del pedal del freno.	Desestabilización del freno de la máquina.	4	5	3	60	Realizado el chequeo continuo del seguro del pedal.
Freno de estacionamiento/ freno de mano.	Asegurar la máquina cuando esta inmobilizada..	Atascamiento del freno.	Deshilachamiento por el tiempo de servicio	El vehículo no puede utilizar el freno de mano.	4	8	3	96	Utilizar de una manera adecuada.
Engranajes planetarios	Girara dentro de la corona fija y transmitir par al conjunto de la rueda.	Vibración abrupta de la corona.	Desgaste de rulimanes de la corona.	Rotura de los planetarios o de la corona.	3	6	4	72	Chequeo continuo de los planetarios o de la corona.
Mangueras y acoples	Trasladar el líquido de freno. Soportar altas presiones ejercidas por el sistema	Daño por rotura de mangueras.	Fricción o golpes entre elementos.	Desgaste de los distintos elementos del motor.	5	4	3	60	Chequeo continuo de las conexiones y acoples del sistema.
								77	

Fuente: El Autor

Tabla 210: Análisis AMFE del sistemas de admisión y escape del rodillo compactador

SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	MODO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Múltiple de escape	Encargado de la recolección de todos los gases producidos en la combustión para poderlos expulsar por el escape para evitar la de potencia del motor.	Rotura del múltiple.	Demasiada vibración producida por la máquina.	Daños de elementos del motor por filtración de partículas de polvo.	3	8	3	72	Chequeo y mantenimiento del sistema de admisión.
Filtros de aire	Encargado de disminuir de retener todas las impurezas que existen en el aire al circular en el sistema.	Taponamiento del filtro.	Producido por la acumulación de partículas.	Reducción de potencia del motor.	5	4	3	60	Sopletear los filtros y realizar cambio de cada 10000km.
Silenciador	Encargado de disminuir los ruidos producidos por los gases luego de haber realizado la combustión en el instante que sale del moto	Deterioro del silenciador.	Presencia de hollín en el interior del silenciador.	Generación de ruido insoportable para el operador.	4	4	4	64	Realizar el mantenimiento continuo del silenciador.
Turbocompresor	Encarga de comprimir aire antes de que este ingrese en los cilindros, donde se produce la detonación de la mezcla (combustible y aire). Al comprimir aire, se puede introducir una mayor cantidad de este y combustible.	Rotura de las aletas del turbo.	Desgaste producidos por el tiempo de servicio.	Pérdida de potencia del motor por filtración de aceite.	3	7	3	63	Chequeo y mantenimiento del turbocompresor.
Conexión de entrada	Conectar al múltiple de escape con el motor para poder desalojar los gases producidos en la combustión.	Desajuste de la conexión de entrada	Demasiada vibración del motor.	No se puede desalojar los gases residuales del motor.	6	4	4	96	Chequear que la conexión de entrada está correctamente realizada.
								71	

Fuente: El Autor

Tabla 211: Análisis AMFE del sistema motor subsistema mecánico del rodillo compactador

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA MECÁNICO									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	MODO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Camisas	Resistir el empuje lateral del pistón, convirtiéndose en la culata del pistón alternativo.	Rotura de camisas.	Exceso de temperatura en el interior del motor.	Pérdida de potencia en el motor.	3	7	4	84	Chequear continuamente el nivel de temperatura del motor.
Anillo de pistón	Actuar como sellos en movimiento, controlando la lubricación del cilindro y manteniendo la presión de combustión.	Rotura de los anillos del pistón.	Desgaste de los anillos producidos por el tiempo de servicio.	Pérdida de presión por la mezcla inadecuada de aire combustible.	4	7	3	84	Realizar chequeos continuos y verificar el estado actual de aceite lubricante.
Biela	Transmitir el movimiento al cigüeñal.	Torcedura del brazo de la biela.	Exceso de temperatura en el interior del motor.	No transmite la presión generada en la cámara de combustión.	3	7	4	84	Realizar el control de temperatura del motor de vehículo.
Block del motor	Colocar al cigüeñal, las bielas y a los pistones.	Fisura del cuerpo del block del motor.	Exceso de temperatura en el interior del motor.	Paralización total del vehículo.	2	9	4	72	Chequear continuamente el nivel de temperatura del motor.
Culata	Formar una cámara sobre el bloque donde se desarrolla el trabajo el cilindro.	Rotura de la culata del motor.	Exceso de vibración o golpes en la culata.	Remordimiento del motor por ingreso de polvo en el interior.	4	6	3	72	Tomar las debidas precauciones al momento de realizar un determinado trabajo.
Junta de la culata	Conservar la estanquidad entre el bloque y la culata evitando que los gases de combustión entren a la cámara de refrigeración.	Desgaste de los empaques de la culata.	La vida útil de los empaques llega a su fin.	Los gases de combustión ingresan en la cámara de refrigeración.	5	5	3	75	Realizar el cambio de empaque de la culata del motor.
Cigüeñal	Cambiar el movimiento lineal del pistón en movimiento rotatorio para posteriormente transmitirlo al sistema de transmisión.	Desgaste de los codos del cigüeñal.	Exceso de fricción de los codos del cigüeñal.	Pérdida de potencia en el motor.	3	8	3	72	Mantenimiento rutinario del cigüeñal.
								73	

Fuente: El Autor

Tabla 212: Análisis AMFE del sistemas motor subsistema de lubricación del rodillo compactador

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA LUBRICACIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	MODO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Bomba	Aspirar el aceite del cárter y conducirlo mediante presión a los diferentes elementos.	Rotura de los sellos de la bomba.	Desgaste producido por el tiempo de servicio.	Presión y caudal de aceite demasiado bajo.	2	8	3	48	Mantenimientos preventivos y cambio de elementos en mal estado.
Elementos filtrantes	Detener impurezas que se encuentran en el aceite para evitar daños en el sistema.	Taponamiento del filtro del motor.	Acumulación de impurezas existentes en el lubricante.	Mala circulación de flujo de aceite provocando remordimiento de elementos del motor.	5	4	3	60	Realizar cambios de filtros cada 3000km.
Mangueras	Medio de conducción del aceite hacia los diferentes elementos del sistema.	Daño por rotura de mangueras.	Fricción o golpes entre elementos.	Desgaste de los distintos elementos del motor.	5	3	3	45	Chequeo continuo de las conexiones y acoples del sistema.
Carter	Contener la cantidad necesaria de aceite para poder realizar su lubricación.	Escape de aceite del motor.	Aislamiento de la rosca del tapón.	Remordimiento del motor por daños en los elementos internos.	2	8	3	48	Realizar el mantenimiento respectivo en el tapón del cárter.
								56,2	

Fuente: El Autor

Tabla 213: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de distribución del rodillo compactador

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	MODO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Válvulas	Encargada de controlar la admisión y escape de los gases producidos en la combustión.	Desgaste de la cabeza de la válvula.	Producidas por las altas temperaturas en el momento de realizar la combustión.	Produce la pérdida de potencia del motor.	4	8	3	96	Realizar el mantenimiento de las válvulas para evitar el desgaste.
Árbol de levas	Controlar la apertura y cierre de las válvulas de admisión y escape.	Desgaste de la leva.	Fricción producida por mala lubricación .	Produce la pérdida de potencia del motor.	2	8	4	64	Realizar el mantenimiento continuo de los componentes del árbol de levas.
Varilla empujadora	Cerrar y abrir las válvulas .	Desgaste de las superficies.	Arañazos producidos en el cuerpo de la varilla empujadora.	Evita el paso normal de grasa hacia los cojinetes de las válvulas.	2	8	3	48	Evitar que se produzca golpeteo en las varillas empujadoras.
Balancín	Convierte el movimiento lineal del empujador en movimiento oscilatorio accionando la válvula directamente.	Torcedura de los balancines.	Esfuerzo de los caballetes.	La válvula no se puede accionar normalmente..	3	7	4	84	Realizar la calibración continua en el motor de la máquina.
Muelles para las válvulas	Cerrar las válvulas siempre y cuando la leva no lo abra.	Rotura del muelle.	Producido por el exceso de carga en las estrías del muelle.	El muelle entra en resonancia, la cual no permite el cierre total de la válvula.	3	7	3	63	Realizar mantenimientos preventivos en el tiempo estipulado por el fabricante.
								71	

Fuente: El Autor

Tabla 214: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de refrigeración del rodillo compactador

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE REFRIGERACIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	MODO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Ventilador	Permitir la circulación de una gran cantidad de aire en el radiador para que tenga un buen funcionamiento del sistema.	Rotura de las aletas del ventilador.	Golpes o rozamiento de las aletas del ventilador.	Elevación de la temperatura del motor.	4	7	3	84	Chequeo rutinario del ventilador.
Radiador	Ceder el calor del líquido refrigerante al medio ambiente.	Taponamiento de las cañerías del radiador.	Obstrucción por acumulación de partículas en el radiador.	El radiador no puede realizar la circulación del refrigerante y se produce recalentamiento.	4	7	3	84	Chequeo continuo de las cañerías del radiador, realizar el baqueteo del radiador.
Termostato	Abrir o cerrar el paso del refrigerante hasta el motor pueda alcanzar la temperatura adecuada.	Remordimiento del termostato.	Degaste del resorte interno del termostato.	Elevación de la temperatura del motor.	4	7	3	84	Realizar el cambio del termostato en el tiempo recomendado por el fabricante.
Bomba de agua	Enviar el líquido refrigerante con la presión adecuada a través del bloque y de regreso al radiador.	Rotura del sello de bomba.	Envejecimiento por el tiempo de servicio.	Fugas de refrigerante causando daño a los demás elementos.	5	6	3	90	Chequeo y cambio de sellos en la bomba.
Depósito de recuperación	Almacenar el agua que el radiador despiden cuando el sistema sube la temperatura y devuelve cuando el sistema se estabiliza.	Fisura del depósito de recuperación.	Demasiada vibración en el vehículo.	El radiador tiende a recalentarse.	4	5	3	60	Revisar el depósito de recuperación antes de encender el vehículo.
Mangueras	Conduce el líquido refrigerante del radiador hacia el bloque y lo devuelve el mismo.	Rotura de mangueras.	Fricción o golpes entre elementos.	Fugas del líquido refrigerante produciendo sobrecalentamientos en el motor.	5	4	3	60	Chequeo continuo de las conexiones y acoples del sistema.
								71,7	

Fuente: El Autor

Tabla 215: Análisis AMFE del sistemas motor subsistema de alimentación de combustible del rodillo compactador

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	MODO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Depósito del combustible	Encargado de almacenar el combustible.	Fisura del depósito del combustible.	Golpes con otros elementos o la misma vibración de la máquina.	Fuga del combustible de la máquina.	3	7	4	84	Tener cuidado al momento de operar la máquina.
Bomba de alimentación	Encargada de aspirar el combustible y transportarlo con una presión adecuada hasta la bomba de inyección.	Rotura de los sellos de bomba.	Desgaste producidos por el tiempo de servicio.	Perdida de presión en la bomba para enviar el combustible.	5	7	3	105	Chequear y dar mantenimiento de la bomba.
Bomba de inyección	Enviar el combustible a presión de acuerdo a la cantidad requerida por el motor. Entregar el combustible de acuerdo al orden de inyección del motor.	Taponamiento de la bomba.	Ocasionado por la acumulación impurezas en el combustible.	La bomba no puede generar la sección del combustible.	5	7	3	105	Chequear y dar mantenimiento de la bomba.
Inyectores	Pulverizar el combustible de forma homogénea en toda la cámara de combustión.	Taponamiento de inyectores.	Acumulación de impurezas existentes en el combustible.	No se puede realizar la combustión en el interior de la cámara.	4	7	3	84	Chequeo y mantenimiento del sistema de inyección.
Elementos filtrantes	Retener las impurezas que contiene el combustible para evitar daños en el sistema	Taponamiento del filtro.	Acumulación de partículas.	El combustible no puede fluir con normalidad.	5	4	3	60	Realizar cambio de filtro anualmente.
								90,5	

Fuente: El Autor

Tabla 216: Análisis AMFE del sistema hidráulico de la volqueta

		GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO												
		ANÁLISIS MODAL AMFE DE LOS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE LA MAQUINARIA PESADA Y VEHÍCULOS												
		MÁQUINAS:	VOLQUETA	ELABORADO POR:	MARIO VASCO	FECHA DE ELABORACIÓN :					02-08-2016			
		SISTEMA:	HIDRÁULICO	REVISADO POR:	ING. CHRISTIAN CASTRO	FECHA DE REVISIÓN:					08-08-2016			
SUBSISTEMA:	N/E	APROBADO POR:	ING. CHRISTIAN CASTRO	ENCARGADO:	ING. CHRISTIAN CASTRO									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	MODO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN					
					F	G	D	NPR						
Bomba hidráulica	Encargada de suministrar la presión necesaria al pistón	Rotura de los sellos de la bomba.	Desgaste producido por el tiempo de vida útil.	No suministra la suficiente presión para que trabajen los pistones.	3	8	2	48	Chequeo y mantenimiento continuo de la bomba hidráulica.					
Limitador de presión	Proteger de las sobrepresiones que pueda sufrir el sistema.	Rotura de cañerías y mangueras.	Sobre presión en el sistema.	Perdida de presión debido a fugas producidas por mangueras rotas.	3	6	3	54	Realizar el mantenimiento del limitador de presión en un determinado tiempo.					
Tanque de aceite	Lugar de almacenamiento del aceite el cual podrá suministrar a la bomba para ser enviado a los diferentes elementos del sistema.	Fisura del tanque de aceite	Ocasionado por la vibración en el vehículo.	Daños en la bomba por falta de aceite.	3	8	2	48	Revisión continua del depósito de aceite.					
Filtro	Encargado de retener las impurezas existentes en el aceite los cuales puedan causar daños a los distintos elementos del sistema.	Taponamiento del filtro	Provocado por la acumulación de impurezas existentes en el aceite.	No llega suficiente fluido hidráulico a los cilindros del sistema.	5	7	4	140	Realizar cambios de filtros cada 30000km.					
Mangueras	Encargadas de transportar el fluido por el sistema.	Rotura de las mangueras.	Fricción o golpes con otro elementos.	Falta del líquido hidráulico en los componentes del sistema.	6	8	3	144	Chequeo continuo de las conexiones hidráulicas del sistema.					
Válvula 2/2 de palanca	Se trata de una válvula de 2 vías con 2 posiciones, se encarga de poner de una posición en otra mediante una palanca permitiendo el paso o bloqueando la circulación del líquido	Atascamiento de la válvula.	Resortes de la válvula en mal estado.	No se puede controlar el paso y retorno del líquido hidráulico.	5	6	3	90	Realizar mantenimientos preventivos.					
								83,9						

Fuente: El Autor

Tabla 217: Análisis AMFE del sistema de transmisión de la volqueta

SISTEMA DE TRANSMISIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	MODO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Caja de velocidades	Encargada de aumentar, mantener o disminuir la relación de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas.	Rotura de los dientes de los engranes.	Fricción entre elementos de la caja.	No se puede mover la máquina porque queda sin marchas.	3	7	3	63	Tener cuidado al realizar el cambio de marcha.
Semi árbol de transmisión o carga	Transmitir el movimiento a las ruedas motrices cuando el sistema carece de árbol de transmisión.	El cardan se encuentra descentrado.	Vibración abrupta de la máquina al momento de trabajar.	La máquina no tiene transmisión de movimiento.	3	8	2	48	Tener precaución que el cardan no sea expuesto a vibraciones o golpes al momento de conducir.
Disco de embrague	Unir o desunir al motor del resto del sistema de transmisión.	Fisura de los discos de embrague.	Fricción o rozamiento de los discos con otros elementos.	No se puede embragar para cambiar de marcha.	5	7	3	105	Realizar un chequeo de los discos de embrague.
Diferencial	Desmultiplicar constantemente las vueltas del árbol de transmisión en las ruedas motrices y convertir el giro longitudinal de éste, en giro transversal de las ruedas.	Rotura de los dientes de los engranes.	Fricción por mala lubricación de los elementos.	El par cónico diferencial no puede transformar el movimiento.	3	8	3	72	Realizar el mantenimiento de los engranes del par cónico diferencial.
								72	

Fuente: El Autor

Tabla 218: Análisis AMFE del sistema de suspensión de la volqueta

SISTEMA DE SUSPENSIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	MODO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Barra estabilizadora	Compensar la carga desigual cuando la maquina se expone a una curva.	Fisura de las barras estabilizadoras.	Exceso de carga en las barras del vehículo.	El vehículo no tiene estabilidad.	3	9	2	54	Chequeo rutinario de las barras estabilizadoras antes de ponerlas en funcionamiento.
Amortiguador	Atenuar de manera inmediata las atenuaciones que produce la máquina.	Fisura del cilindro del amortiguador.	Golpe del neumático al pasar por un bache.	La falta de amortiguación, produce daños en los demás elementos.	3	8	3	72	Tomar las debidas precauciones al momento de conducir el vehículo.
Elementos elásticos	Absorber los movimientos bruscos que son ocasionados por la máquina.	Ruptura de los elementos elásticos.	Sobrecarga en los elementos elásticos.	El vehículo no tiene una buena estabilidad.	5	7	3	105	Chequeo rutinario de los elementos elásticos
								77	

Fuente: El Autor

Tabla 219: Análisis AMFE del sistema eléctrico de la volqueta

SISTEMA ELÉCTRICO									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	MODO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Batería	Almacenar energía química que se transforma en energía eléctrica al momento que se activa un equipo.	Descarga de la batería.	Falta del líquido en la batería.	El vehículo no puede encenderse por falta de energía.	5	8	2	80	Revisión periódica de la batería para la completación del líquido de la misma.
Alternador	Encargado de generar corriente alterna y producir corriente eléctrica por medio de campos magnéticos para los dispositivos eléctricos de la máquina.	El alternador no genera carga para la batería.	Desgaste de los carbones del alternador.	La batería se descarga y no suministra energía al vehículo.	4	8	3	96	Chequeo y mantenimiento del alternador periódicamente.
Motor de arranque	Encargado de facilitar el arranque del motor, venciendo la resistencia inicial al momento del arranque del mismo.	Rotura de los dientes del engrane.	Desgaste o fricción de los dientes del engrane.	El motor de arranque no puede generar el arranque en el motor.	4	8	2	64	Chequear el engrane del motor de arranque antes de utilizarlo.
Relé	Elemento que controla un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, y se considera como un amplificador eléctrico.	No controla normalmente la amplificación de energía.	Sobrecarga en el sistema.	Daño en los componentes eléctricos del sistema.	5	8	3	120	Chequeo continuo del relé en un tiempo prudente.
Cables	Elemento por el cual lleva la energía eléctrica a los distintos dispositivos o elementos eléctricos.	Rotura de los cables del sistema.	Fricción entre cable o con otros elementos de la máquina.	Perdida de energía en los componentes de la máquina.	5	6	3	90	Revisar frecuentemente las conexiones eléctricas del sistema o máquina.
Panel de fusibles	Controla el funcionamiento de los circuitos electrónicos.	Fusibles quemados	Corto circuitos	Los fusibles se queman y no emiten corriente al sistema.	5	7	3	105	Chequeo continuo del panel de fusibles cambio de fusibles en mal estado.
Subsistema de iluminación	Proporciona iluminación a toda el área de trabajo de la máquina.	Luces quemadas	Corto circuitos.	La maquinaria se queda sin iluminación.	5	6	3	90	Realizar una revisión de las conexiones eléctricas del vehículo antes de su utilización.
								101	

Fuente: El Autor

Tabla 220: Análisis AMFE del sistema de dirección de la volqueta

SISTEMA DE DIRECCIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	MODO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Volante	Encargado de controlar el movimiento de la dirección y sentido del vehículo.	Desgaste de las válvulas de rotación la cual permiten el direccionamiento del vehículo.	Excesiva manipulación del volante del vehículo.	No se puede dar el movimiento direccionado de las ruedas del vehículo.	3	8	2	48	Tomar las precauciones al momento de conducir el vehículo.
Columna de dirección	Transmite la rotación del volante de dirección, al engranaje de dirección y un tubo.	Desgaste de los cojinetes de bolas del eje.	Excesiva manipulación del volante del vehículo.	El vehículo se queda si dirección.	4	7	3	84	Tomar las precauciones al momento de conducir el vehículo.
Cremalleras	Permite el movimiento a los lados mediante una barra dentada.	Rotura de los dientes de las cremalleras.	Mala lubricación en las cremalleras.	El vehículo no puede girar a ninguno de sus lados.	5	7	3	105	Chequear la lubricación de las cremalleras del vehículo.
Rotulas	Permiten el movimiento vertical y rotatorio de las ruedas directrices de la suspensión delantera.	Rotura del cuerpo de la rótula.	Golpes de los neumáticos al pasar por baches.	Produce un sonido de arrastre al vehículo.	5	7	4	140	Tratar de evitar los baches al momento de conducir el vehículo.
								94,3	

Fuente: El Autor

Tabla 221: Análisis AMFE del sistema de frenos de la volqueta

SISTEMA DE FRENOS									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	MODO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Válvula de frenos	Controla y regula la presión hidráulica generada.	Rotura del resorte de la válvula.	Desgaste de los resortes producidos por el tiempo de vida útil.	Perdida de presión hidráulica en el sistema.	5	7	3	105	Mantenimiento de las válvulas de frenos.
Bomba de freno	Mediante el accionamiento del pedal convertir la energía mecánica en energía hidráulica.	Rotura de los sellos de la bomba.	Desgaste del sello por el tiempo de vida de servicio.	Perdida de presión por fugas.	4	8	2	64	Chequear que el líquido de freno este completo antes de su utilización en el vehículo.
Pedal de freno	Permite transmitir una fuerza la cual es accionada por el conductor al sistema hidráulico.	Rotura del seguro del pedal.	Desgaste del pin del pedal del freno.	Desestabilización del freno de la máquina.	3	6	2	36	Realizar el chequeo continuo del seguro del pedal.
Freno de estacionamiento/ freno de mano.	Asegurar el vehículo cuando este se encuentra inmovilizado.	Atascamiento en el momento de accionar el freno de mano.	Cable de accionamiento de freno en mal estado.	El vehículo no puede utilizar el freno de mano el cual no permite asegurar el vehículo cuando este inmovilizado.	5	7	2	70	Realizar el chequeo continuo del seguro del pedal del freno de mano.
Resortes	Regresar los pistones cuando la presión hidráulica baja.	Fisura en los resortes del sistema.	Sobrecarga en los resortes.	La contracción de los pistones no es la adecuada para el proceso.	6	6	5	180	Tratar de no forzar el motor de vehículo.
Engranajes planetarios	Girara dentro de la corona fija y transmitir par al conjunto de la rueda.	Vibración abrupta de la corona.	Desgaste de rulimanes de la corona.	Rotura de los planetarios o de la corona.	4	8	2	64	Chequeo continuo de los planetarios o de la corona.
Engranaje solar	Transmitir la potencia a los ejes planetarios.	Rotura de los dientes de los engranes.	Fricción o rozamiento entre elementos.	Pérdida de potencia en la corona.	4	7	3	84	Mantenimiento rutinario de los engranes solares del sistema.
Mangueras y acoples	Trasladar el líquido de freno. Soportar altas presiones ejercidas por el sistema	Rotura de mangueras.	Fricción o golpes entre elementos.	Perdida de presión en el sistema producido por fuga de líquidos.	6	8	3	144	Chequeo continuo de las conexiones y acoples del sistema.
								93,4	

Fuente: El Autor

Tabla 222: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de lubricación de la volqueta

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE LUBRICACIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	MODO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Bomba	Es la encargada de mantener el caudal y la presión en el sistema mediante la aspiración del aceite del cárter y dirigirlo a los diferentes elementos.	Rotura de los sellos de la bomba.	Desgaste producidos por el tiempo..	Presión y caudal demasiado bajo.	3	8	2	48	Chequeo y mantenimiento de los sellos de la bomba.
Carter	Actuar como depósito del aceite necesario para la lubricación.	Fisura del cárter.	Golpes o la vibración de la máquina.	Mala lubricación del motor	3	8	3	72	Chequear el cárter antes de su utilización.
Enfriador de aceite	Proporciona la temperatura adecuada al aceite.	Fisura del enfriador del aceite.	Excesivo desgaste del enfriador de aceite.	Fugas de aceite en el motor.	4	7	4	112	Realizar el mantenimiento respectivo en el enfriador.
Elementos filtrantes	Encargado de detener las impurezas que se encuentran en el aceite.	Taponamiento del filtro	Acumulación de impurezas en el interior del filtro.	Mala lubricación de los componentes de motor.	5	6	3	90	Realizar cambios cada 3000km
Cañerías y Mangueras	Encargadas de trasladar al aceite a los diferentes elementos.	Rotura de las mangueras del sistema.	Fricción o rozamiento de las mangueras.	Fuga de aceite lubricante en todo el sistema provocando daños en distintos elementos.	5	7	3	105	Chequeo continuo de las conexiones y acoples del sistema.
								85,4	

Fuente: El Autor

Tabla 223: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de alimentación de combustible de la volqueta

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	MODO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Depósito de combustible	Lugar de almacenamiento de combustible.	Fisura del deposito	Provocado por golpes o la vibración del vehículo	Fuga del combustible	3	8	2	48	Revisar el vehículo antes de encenderlo.
Bomba de alimentación	Encargado de enviar el combustible a presión desde el depósito en que se encuentra almacenado a la bomba de inyección.	Rotura de los sellos de la bomba	Desgaste producido por el tiempo.	La máquina no arranca por falta de combustible	4	7	2	56	Tener cuidado de que el combustible no esté mezclado con agentes contaminantes.
Bomba de inyección	Encargada de aspirar y dirigir el combustible a presión por los conductos hacia los diferentes elementos del sistema.	Taponamiento de la bomba.	Acumulación de impurezas existentes en el combustible.	La máquina no enciende por falta de inyección del combustible.	4	8	3	96	Chequeo y mantenimiento de la bomba.
Inyectores	Pulverizar el combustible. Enviar y esparcir el combustible homogéneamente por toda la cámara de combustión.	Taponamiento de inyectores.	Presencia de partículas.	No se puede realizar la combustión en el interior de la cámara.	5	7	3	105	Chequeo y mantenimiento del sistema de inyección.
Elementos filtrantes	Detener las impurezas que contiene el combustible.	Taponamiento del filtro.	Acumulación de partículas de polvo.	El combustible no puede fluir con normalidad.	5	6	5	150	Realizar cambio de filtro anualmente.
								91	

Tabla 224: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de refrigeración de la volqueta

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE REFRIGERACIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	MODO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Ventilador	Asegura un flujo continuo de aire a través del radiador para mantener una temperatura adecuada	Rotura de las aletas del ventilador.	Golpes o rozamiento de las aletas del ventilador.	Elevación de la temperatura del motor.	4	8	3	96	Chequeo rutinario del ventilador.
Radiador	Trasladar el calor del líquido refrigerante al medio ambiente	Taponamiento de las cañerías del radiador.	Acumulación de partículas en el radiador.	El radiador no puede realizar la refrigeración de buena manera y se recalienta el motor.	3	7	3	63	Chequeo continuo de las cañerías del radiador, realizar el baqueteo del radiador.
Termostato	Obstruir el paso del refrigerante hasta que el motor alcance la temperatura adecuada de operación.	Remordimiento del termostato.	Degaste del resorte interno del termostato.	Elevación de la temperatura del motor.	4	7	2	56	Realizar el cambio del termostato en el tiempo recomendado por el fabricante.
Bomba de agua	Encargada de enviar el refrigerante a través del bloque y de regreso al radiador	Rotura de los sellos de bomba.	Degaste producidos por el tiempo de servicio.	Perdida de presión en la bomba por fugas.	3	8	2	48	Chequeo y cambio de carbones en la bomba.
Cañerías y mangueras	Trasladar el líquido refrigerante del radiador hacia el bloque y regreso al radiador.	Rotura de mangueras.	Fricción o golpes entre elementos.	Daño de los distintos elementos del motor.	5	8	2	80	Chequeo continuo de las conexiones y acoples del sistema.
Depósito de recuperación	Almacenar el agua que el radiador expulsa cuando el sistema sube la temperatura y la regresa cuando el sistema se estabiliza.	Fisura del depósito de recuperación.	Producidos por golpes o la vibración de la misma máquina.	Fugas del refrigerante.	3	8	3	72	Revisar el depósito de recuperación antes de encender el vehículo.
								69,2	

Fuente: El Autor

Tabla 225: Análisis AMFE del sistema motor subsistema mecánico de la volqueta

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA MECÁNICO									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	MODO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Block del motor	Alojar el tren alternativo, formado por el cigüeñal, las bielas y los pistones.	Fisura del cuerpo del block del motor.	Exceso de temperatura en el interior del motor.	Paralización total del vehículo.	3	9	2	54	Chequear continuamente el nivel de temperatura del motor.
Anillo del pistón	Actuar como sellos en el movimiento que mantiene la presión de combustión y proveen control de aceite al cilindro.	Desgaste de los rines del pistón.	Mala lubricación en el motor del vehículo.	Pérdida de presión por mezcla del aceite con el combustible.	5	6	4	120	Realizar el control del estado del aceite del motor y hacer su respectivo cambio.
Camisas	Resistir el empuje del pistón, por lo que se convierte en la culata del pistón y evita el paso de aceites a la cámara de combustión	Rotura de camisas.	Exceso de temperatura en el interior del motor.	Pérdida de potencia en el motor.	4	7	3	84	Chequear continuamente el nivel de temperatura del motor.
Biela	Encargada de transmitir el movimiento, controlar la lubricación y quitar el exceso de lubricante del cigüeñal.	Torcedura del brazo de la biela.	Exceso de temperatura en el interior del motor.	No transmite la presión generada en la cámara de combustión.	3	6	4	72	Realizar el control de temperatura del motor de vehículo.
Cigüeñal	Convierte el movimiento lineal del pistón en movimiento giratorio para transmitirlo al sistema de transmisión	Desgaste de los codos del cigüeñal.	Exceso de fricción de los codos del cigüeñal.	Pérdida de potencia en el motor.	3	6	4	72	Mantenimiento rutinario del cigüeñal.
Culata	Formar una cámara sobre el bloque donde se realiza el ciclo de trabajo.	Rotura de la culata del motor.	Exceso de vibración o golpes en la culata.	Remordimiento del motor por ingreso de polvo en el interior.	4	6	3	72	Tomar las debidas precauciones al momento de realizar un determinado trabajo.
								93,6	

Tabla 226: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de admisión de la volqueta

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE ADMISIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	MODO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Turbocompresor	Utilizar los gases de escape del motor para comprimir el aire fresco del conducto de admisión.	Rotura de las aletas del turbo compresor.	Desgaste de los bocines.	Pérdida de potencia del motor por filtración de aceite.	5	7	3	105	Chequeo y mantenimiento del turbocompresor.
Filtro primario	Recoger los contaminantes y evitar el ingreso de polvo al motor.	Filtro taponado	Acumulación de partículas de polvo.	Produce la reducción de potencia del motor.	5	6	4	120	Sopletiar los filtros de aire antes de realizar un trabajo en la máquina y cambios a los 10000km.
Filtros secundarios	Recoger los contaminantes y evitar el ingreso de polvo al motor.	Filtro taponado	Acumulación de partículas de polvo.	Produce la reducción de potencia del motor.	5	7	3	105	Sopletiar los filtros de aire antes de realizar un trabajo en la máquina y cambios a los 10000km.
Válvula de alivio	Derivar parte de los gases de escape a la salida del bloque sin pasar por la turbina y evitar que la velocidad de giro llegue a valores peligrosos.	Atascamiento de la válvula de alivio	Resorte en mal estado.	No se puede conectar el sistema de escape.	5	6	4	120	Realizar el mantenimiento de la válvula
Mangueras	Trasladar el aire refrigerante del radiador hacia el bloque y devolverlo al radiador.	Rotura de mangueras.	Fricción o golpes entre elementos.	Desgaste de los distintos elementos del motor.	5	8	2	80	Chequeo continuo de las conexiones y acoples del sistema.
Múltiple de admisión	Intercambiar el aire limpio desde el distribuidor hacia los cilindros.	Rotura del múltiple.	Desgaste de los elementos por vibración.	Daños de elementos del motor por filtración de partículas de polvo.	4	7	4	112	Chequeo y mantenimiento del sistema de admisión.
								107	

Tabla 227: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de distribución de la volqueta

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	MODO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Árbol de levas	Encargado de la apertura o cierre de las válvulas de admisión y escape	Desgaste de las levas.	Exceso de fricción por mala lubricación.	Las válvulas no pueden ser cerradas y abiertas normalmente.	3	9	2	54	Realizar el mantenimiento del árbol de levas en un tiempo prudente.
Válvulas	Encargadas de controlar la admisión y escape de los gases producidos en la combustión.	Desgaste de la cabeza de la válvula.	Exceso de temperatura en el motor.	La abertura y cierre de las válvulas no es totalmente controlable.	5	6	3	90	Control del nivel de temperatura del motor.
Varilla empujadora	Transforma el movimiento rotatorio de la leva en movimiento lineal provocando la apertura de la válvula.	Desgaste de las superficies esféricas de los extremos.	Arañazos producidos en el cuerpo de la varilla empujadora.	Evita el paso normal de grasa hacia los cojinetes de las válvulas.	3	6	4	72	Evitar que se produzca golpeteo en las varillas empujadoras.
Muelle para las válvulas	Cerrar las válvulas siempre y cuando la leva no las abra. Los muelles deben tener la suficiente fuerza y elasticidad para evitar rebotes y mantener el contacto con los elementos de mando y no perder movimiento	Rotura del muelle cuando excede el valor permisible.	Exceso de carga en las estrías del muelle.	El muelle entra en resonancia, las válvulas no se cierran normalmente.	5	6	4	120	Evitar la sobrecarga en los muelles de válvulas.
Balancines	Transformar el movimiento lineal del empujador en movimiento oscilatorio para de esta manera accionar directamente la válvula.	Torsión del cuerpo del balancín.	Exceso de temperatura en el interior del motor.	Las válvulas no pueden ser accionadas correctamente.	5	7	3	105	Chequear el nivel de temperatura del motor.
								88,2	

Tabla 228: Análisis AMFE del sistema eléctrico de la camioneta

		GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL SANTIAGO DE PÍLLARO							
		ANÁLISIS MODAL AMFE DE LOS SISTEMAS Y SUBSISTEMAS DE LA MAQUINARIA PESADA Y VEHÍCULOS							
		MÁQUINAS:	CAMIONETA	ELABORADO POR:	MARIO VASCO	FECHA DE ELABORACIÓN :	02-08-2016		
		SISTEMA:	ELÉCTRICO	REVISADO POR:	ING. CHRISTIAN CASTRO	FECHA DE REVISIÓN:	08-08-2016		
SUBSISTEMA:	N/E	APROBADO POR:	ING. CHRISTIAN CASTRO	ENCARGADO:	ING. CHRISTIAN CASTRO				
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	MODO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Batería	Almacenar energía química que se transforma en energía eléctrica al momento que se activa un equipo.	Batería descargada .	Bajo contenido de ácido en el electrolito.	No se puede transmitir energía al vehículo.	5	8	2	80	Colocar los contactos de la batería de manera correcta.
Alternador	Encargado de generar corriente alterna y producir corriente eléctrica por medio de campos magnéticos para los dispositivos eléctricos de la máquina.	El alternador no genera carga para la batería.	Desgaste de los carbones del alternador.	La batería se descarga y no suministra energía al vehículo.	3	8	4	96	Limpiar por dentro el alternador para evitar que suceda este problema.
Bujías	Encargado de suministrar la chispa para que se pueda realizar el proceso de combustión en el interior de la cámara.	No genera chispa para la combustión de la mezcla.	Presencia de hollín en las bujías.	No se produce la combustión en la cámara para generar el movimiento de los pistones.	5	7	3	105	Limpieza de las cabezas de las bujías cada cierto tiempo.
Motor de arranque	Encargado de facilitar el arranque del motor, venciendo la resistencia inicial al momento del arranque del mismo.	Desgaste de los engranes del piñón .	Excesivo arranque por parte del operador del vehículo.	El motor de arranque no es capaz de generar el movimiento inicial de giro para que se produzca el movimiento del motor.	3	8	2	48	Tener precaución al realizar el encendido del vehículo.
Cables	Elemento por el cual lleva la energía eléctrica a los distintos dispositivos o elementos eléctricos.	Rotura de los cables del sistema.	Desgaste del recubrimiento del cable por fricción entre elementos del sistema.	No se puede emitir corriente a los componentes del sistema.	5	7	4	140	Revisión continua de los cables para evitar daños en el sistema.
Panel de fusibles	Controla el funcionamiento de los circuitos electrónicos.	Fusibles quemados.	Cortos circuitos.	No hay paso de corriente hacia los elementos del sistema.	5	8	3	120	Revisión del panel de fusibles de vehículo.
Subsistema de iluminación	Proporciona iluminación a toda el área de trabajo de la máquina.	Focos quemados	Cortos circuitos.	No se puede trabajar con normalidad por falta de iluminación.	5	7	3	105	Verificar si las conexiones se encuentran en buen estado.
102									

Fuente: El Autor

Tabla 229: Análisis AMFE del sistema de transmisión de la camioneta

SISTEMA DE TRANSMISIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	MODO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Junta de transmisión	Acoplar los elementos de transmisión y permitir variaciones de posición y longitud.	Atascamiento en los acoples de transmisión.	Mala lubricación en los elementos de transmisión.	El vehículo pierde movimiento y potencia.	4	5	3	60	Revisar que los elementos de transmisión estén bien lubricados.
Caja de velocidades	Encargada de aumentar, mantener o disminuir la relación de transmisión entre el cigüeñal y las ruedas.	Desgaste de los piñones de la caja.	Mala lubricación de la caja de cambios.	No se puede realizar el cambio de marchas.	3	8	3	72	Chequear la lubricación de la caja de cambios.
Semi árbol de transmisión o carga	Transmitir el movimiento a las ruedas motrices cuando el sistema carece de árbol de transmisión.	Desprendimiento de cardan.	Aislamiento de los pernos de acople del cardan	No existe transmisión de movimiento en el vehículo.	3	8	3	72	Revisión y mantenimiento de los acoples de cardan.
Disco de embrague	Unir o desunir al motor del resto del sistema de transmisión.	Desgaste del disco de embrague.	Recalentamiento del disco o exceso de fricción en el mismo.	Incapacidad para desembragar tras embragar de forma ruidosa.	4	6	3	72	Tomar las debidas precauciones al momento de embragar y mandar marchas.
Diferencial	Desmultiplicar constantemente las vueltas del árbol de transmisión en las ruedas motrices y convertir el giro longitudinal de éste, en giro transversal de las ruedas.	Rotura de los dientes del piñón de ataque.	Manejo inadecuado de la palanca de cambios.	El diferencial no puede transmitir movimiento.	4	7	3	84	No manipular la palanca de cambios.
								72	

Fuente: El Autor

Tabla 230: Análisis AMFE del sistema de dirección de la camioneta

SISTEMA DE DIRECCIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	MODO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Columna de dirección	Es un eje principal el cual permite la transmisión de rotación al volante de dirección, al engranaje de dirección y un tubo.	Desgaste de los cojinetes de bolas del eje.	Excesiva manipulación del volante del vehículo.	El vehículo se queda si dirección.	4	7	3	84	Tomar las precauciones al momento de conducir el vehículo.
Crucetas	Encargada de la transmisión de movimiento en el vehículo es una pieza muy sensible.	Remordimiento de los pines de las crucetas.	Las crucetas no tienen una buena lubricación.	Se produce el atascamiento del cardan en el vehículo.	5	6	3	90	Revisión de la calidad de lubricación en las crucetas.
Rotulas	Encargada de transmitir el movimiento vertical y de rotación de las ruedas directrices de la suspensión delantera.	Rotura del cuerpo de la rótula.	Golpes de los neumáticos al pasar por baches.	Produce un sonido de arrastre al vehículo.	4	7	4	112	Tratar de evitar los baches al momento de conducir el vehículo.
Cremallera	Permite el movimiento de las ruedas hacia los lados mediante una barra la cual se encarga de dar la dirección de las mismas.	Rotura de los dientes de las cremalleras.	Mala lubricación en las cremalleras.	El vehículo no puede girar a ninguno de sus lados.	3	7	3	63	Chequear la lubricación de las cremalleras del vehículo.
								79,2	

Fuente: El Autor

Tabla 231: Análisis AMFE del sistema de suspensión de la camioneta

SISTEMA DE SUSPENSIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	MODO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Amortiguadores	Atenuar de manera inmediata las atenuaciones que produce la máquina.	Fisura del cilindro del amortiguador.	Exceso de carga en el vehículo.	Perdida de suspensión en el vehículo.	5	6	4	120	Realizar el mantenimiento respectivo en los amortiguadores.
Barras de torsión	Son barras de acero de gran resistencia a la torsión, utilizadas como reemplazo de los resortes.	Rotura de las barras de torsión.	Exceso de carga o peso en el vehículo.	El vehículo tiende a perder su estabilidad.	4	7	4	112	Tomar las precauciones para no exceder el peso de carga en vehículo.
Barra estabilizadora	Compensar la carga desigual cuando la maquina se expone a una curva.	Torcedura de las barras estabilizadoras.	Sobre esfuerzo en las curvas.	El vehículo tiende avocarse.	3	8	2	48	No exceder la velocidad en curvas cuando el vehículo está cargado.
Resortes	Hechos de un material elástico en forma de espiras los cuales ayudan a atenuación producidas por la vibración de la máquina.	Fisura del resorte de amortiguación.	Sobre esfuerzo de los resorte por exceso de carga.	Perdida de suspensión en el vehículo.	5	6	4	120	Tomar las precauciones correspondientes al momento de conducir el vehículo.
Ballestas	Cumplen la función de un resorte pero estas en forma de una hoja la cual permite la atenuación producidas por las vibraciones de la máquina. Son utilizados en vehículos grandes.	Torcedura de las barras estabilizadoras.	Sobre esfuerzo en las curvas.	El vehículo tiende avocarse.	5	6	4	120	No exceder la velocidad en curvas cuando el vehículo está cargado.
								102	

Tabla 232: Análisis AMFE del sistema de frenos de la camioneta

SISTEMA DE FRENOS									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	MODO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Válvula de frenos	Controla y regula la presión hidráulica generada.	Perdida de presión.	Rotura del resorte de la válvula.	El vehículo no puede realizar el proceso de frenado.	5	7	3	105	Revisar que los frenos estén en buen estado antes de su utilización.
Bomba de freno	Mediante el accionamiento del pedal convertir la energía mecánica en energía hidráulica.	Rotura del sello de la bomba.	Desgaste del sello por el tiempo de servicio.	Perdida de presión por lo que no funciona con normalidad.	4	8	2	64	Chequear que el líquido de freno este completo antes de su utilización en el vehículo.
Freno de estacionamiento/ freno de mano.	Asegurar la máquina cuando esta se encuentre inmovilizada.	Atascamiento del freno.	Manipulación excesiva por parte del operario.	La máquina no está segura al momento de dejarla estacionada..	4	8	3	96	Chequeo continuo de las pastillas cada 500 horas.
Discos	Disminuir la velocidad al mover el aire a su alrededor como lo haría un ventilador. Un ventilador y transmitir su energía a la atmósfera.	Desgaste del discos .	Recalentamiento de los discos por mal uso del freno.	Produce vibración al momento de frenar el vehículo.	5	7	3	105	Controlar el uso o manipulación del freno del vehículo al momento de conducir.
Mangueras y acoples	Trasladar el líquido de freno. Soportar altas presiones ejercidas por el sistema.	Rotura de las mangueras del sistema.	Fricción o rozamiento de las mangueras.	Desgaste de los distintos elementos del motor.	5	6	5	150	Chequeo continuo de las conexiones y acoples del sistema.
Cilindro	Encargado de aplicar la fuerza necesaria a las mordazas.	Fisura de la pared del cilindro.	Sobrecarga en el interior del cilindro.	Pérdida de fuerza en el cilindro.	3	6	4	72	Revisar que las paredes del cilindro no estén fisuradas.
Mordazas	Abrazaderas encargadas de aprisionar las pastillas contra el disco.	Fisura de las paredes de las mordazas.	Recalentamiento de las mordazas por excesivo uso del freno.	El vehículo no puede detenerse o frenar con normalidad.	5	6	5	150	Revisión periódica del estado en las que se encuentran las mordazas.
Pastillas	Proporcionar la fricción necesaria a los discos de freno de tal forma que cuando accionamos el pedal, nuestro vehículo se detiene.	Desgaste del cuerpo exterior de las pastillas.	Excesiva manipulación del freno.	Realizar el frenado del vehículo es demasiado complicado.	6	7	3	126	No manipular la excesivamente el freno del vehículo.
								96,8	

Fuente: El Autor

Tabla 233: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de distribución de la camioneta

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE DISTRIBUCIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECIFICA DEL COMPONENTE	MODO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Árbol de levas	Controlar la apertura y cierre de las válvulas de admisión y escape.	Desgaste de las levas.	Exceso de fricción de por falta de lubricación.	Las válvulas no pueden ser cerradas y abiertas normalmente.	3	8	3	72	Realizar el mantenimiento del árbol de levas en un tiempo prudente.
Válvulas	Controlar la admisión y escape de los gases producidos en la combustión.	Desgaste de la cabeza de la válvula.	Producidas por las altas temperaturas en el momento de realizar la combustión.	La abertura y cierre de las válvulas no es totalmente controlable.	5	6	4	120	Control del nivel de temperatura del motor.
Muelle para las válvulas	Cerrar las válvulas siempre y cuando la leva no la abra.	Rotura del muelle.	Exceso de carga en las estrías del muelle.	El muelle entra en resonancia, las válvulas no se cierran normalmente.	5	6	4	120	Evitar la sobrecarga en los muelles de válvulas.
Balancines	Encargado de transformar el movimiento lineal en movimiento oscilatorio accionando la válvula de una forma directa.	Torsión del cuerpo del balancín.	Exceso de temperatura en el interior del motor.	Las válvulas no pueden ser accionadas correctamente.	4	7	3	84	Chequear el nivel de temperatura del motor.
Varilla empujador	Encargada de transformar el movimiento giratorio en movimiento lineal producido por la apertura de la válvula.	Desgaste de las superficies esféricas de los extremos.	Arañazos producidos en el cuerpo de la varilla empujadora.	Evita el paso normal de grasa hacia los cojinetes de las válvulas.	3	6	4	72	Evitar que se produzca golpeteo en las varillas empujadoras.
								93,6	

Fuente: El Autor

Tabla 234: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de lubricación de la camioneta

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE LUBRICACIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	MODO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Bomba de aceite	Encargada de impulsar el aceite mediante una presión necesaria para poder hacer llegar a todos los elementos del sistema para su respectiva lubricación.	Rotura de los sellos de la bomba.	Desgaste por el tiempo de servicio..	Presión y caudal de aceite demasiado bajo.	3	9	2	54	Chequeo y mantenimiento de los sellos de la bomba.
Cárter	Encargada de almacenar el aceite, alojando en su interior la bomba de aceite y la varilla medidora de aceite.	Fisura del cárter.	Vibración golpeteo del cárter.	Mala lubricación del motor	4	8	3	96	Chequear el cárter antes de su utilización.
Varilla medidora de aceite	Permite la medición del nivel de aceite, se lo realiza cuando el motor se encuentra apagado.	Torcedura de la varilla de medición de aceite.	Arañazos producidos en el cuerpo de la varilla medidora de aceite.	No se puede apreciar en qué nivel se encuentra el aceite.	2	9	2	36	Evitar que se produzca golpeteo en las varillas empujadoras.
Elementos filtrantes	Retener las impurezas existentes en el aceite para evitar daños en el sistema.	Taponamiento del filtro.	Acumulación de impurezas.	Remordimiento de los elementos internos del motor.	5	6	4	120	Realizar cambio de filtro cada 3000km.
Enfriador de aceite	Proporciona la temperatura adecuada al aceite.	Fisura del enfriador del aceite.	Excesivo desgaste del enfriador de aceite.	Fugas de aceite en el motor.	4	6	4	96	Realizar el mantenimiento respectivo en el enfriador.
Mangueras	Encargadas de trasladar el aceite a los diferentes elementos del sistema.	Fisura de las mangueras del sistema.	Fricción con otros elementos o la misma presión del sistema.	Fuga del lubricante.	5	7	3	105	Revisión constante de las mangueras del sistema.
								84,5	

Fuente: El Autor

Tabla 235: Análisis AMFE del sistema motor subsistema de refrigeración de la camioneta

SISTEMA DEL MOTOR									
SUBSISTEMA DE REFRIGERACIÓN									
COMPONENTES	FUNCIÓN ESPECÍFICA DEL COMPONENTE	MODO DE FALLO	CAUSA DE FALLO	EFECTO DE FALLO	VALORACIÓN				RECOMENDACIÓN
					F	G	D	NPR	
Ventilador	Asegura un flujo continuo de aire a través del radiador para mantener una temperatura adecuada.	Rotura de las aletas del ventilador.	Golpes o rozamiento de las aletas del ventilador.	Elevación de la temperatura del motor.	3	8	3	72	Chequeo rutinario del ventilador.
Radiador	Trasladar el calor del líquido refrigerante al medio ambiente.	Fisura del radiador	Producido por golpes con otros elementos.	Fugas del refrigerante provocando recalentamiento del motor.	3	8	2	48	Chequear el funcionamiento del radiador periódicamente.
Termostato	Obstruir el paso del refrigerante hasta que el motor alcance la temperatura adecuada de operación.	Remordimiento del termostato.	Desgaste del resorte interno del termostato.	Elevación de la temperatura del motor.	4	7	2	56	Realizar el cambio del termostato en el tiempo recomendado por el fabricante.
Bomba de agua	Encargada de enviar el refrigerante a cierta presión través del bloque y de regreso al radiador	Desgaste de los sellos de la bomba	Envejecimiento de por el tiempo de servicio.	Perdida de presión en la bomba.	3	9	2	54	Chequeo y cambio de carbones en la bomba.
Cañerías y mangueras	Trasladar el líquido refrigerante del radiador hacia el bloque y regreso al radiador.	Fisura de las cañerías o mangueras.	Golpes o exceso de vibración del vehículo.	Fuga del líquido refrigerante del sistema.	5	8	2	80	Revisar las cañerías y mangueras que no tengan ningún tipo de fisuras para evitar el desperdicio del líquido de refrigeración.
Depósito de recuperación	Almacenar el agua que el radiador expulsa cuando el sistema sube la temperatura y la regresa cuando el sistema se estabiliza.	Fisura del depósito de expansión.	Golpes o vibración del vehículo.	Fuga del líquido refrigerante.	3	7	2	42	Revisar que el depósito no tenga fisuras antes de ser usado.
								58,7	

Fuente: El Autor

3.7 “Elaboración del Programa de Mantenimiento para el GADM Santiago de Pillaro”.

GanttProject es una herramienta multiplataforma para la programación y gestión de proyectos. Permite crear:

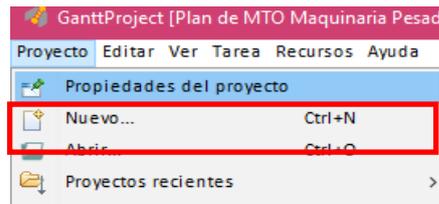
- ❖ Diagramas de Gantt, estructura de desglose del trabajo, dibujar dependencias, definir hitos.
- ❖ Tabla de carga de recursos: asignar los recursos humanos para trabajar en las tareas
- ❖ Crear tareas e hitos, aparte de la fecha de inicio y duración, cada tarea puede tener prioridad, el color y el patrón de relleno, notas de texto y campos personalizados definidos por el usuario.
- ❖ Organizar tareas en una estructura de división del trabajo, árbol jerárquico donde el progreso, fechas o los costes de las tareas de nivel inferior se resumen en los niveles superiores, tareas de resumen se pueden contraer para ocultar las tareas que no son importantes en este momento.
- ❖ Dibujar las limitaciones de dependencia entre tareas, como "arrancar X cuando Y termina" y GanttProject se encargará de hacer cumplir estas limitaciones. Crear líneas de base para poder comparar el estado actual del proyecto con los planes anteriores.
- ❖ Diagrama PERT (Evaluación del Programa y Revisión Técnica) de sólo lectura vista puede ser generada a partir del diagrama de Gantt.
- ❖ Gráficos: como imágenes PNG, e Informes en PDF

3.7.1 Comenzando el programa GanttProject

3.7.2 Proyecto → Nuevo

En la figura 24 se muestra un cuadro de dialogo .

Figura 24:Nuevo Proyecto

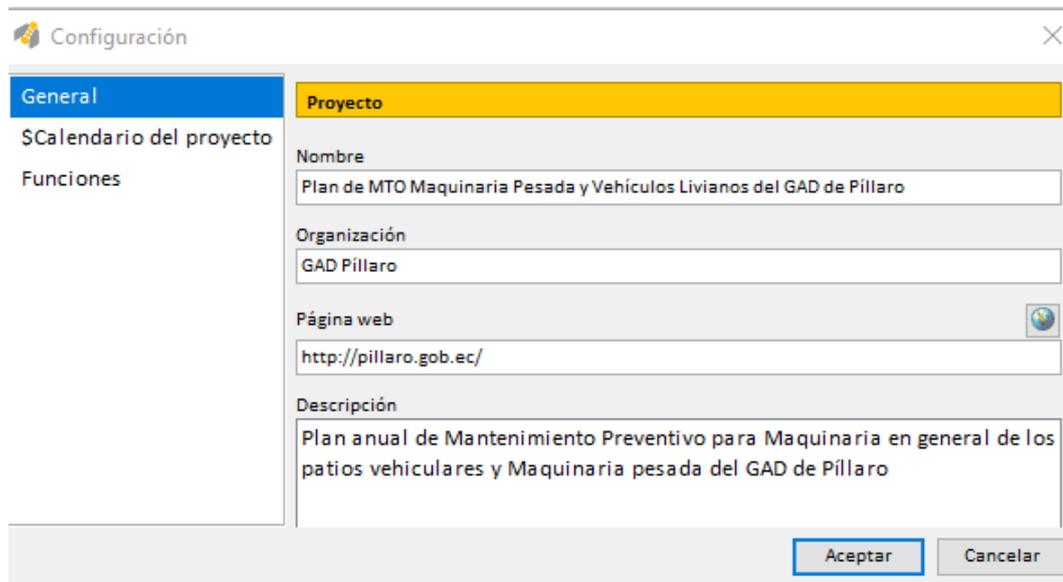


Fuente: El Autor

3.7.3 Nuevo proyecto [configuraciones]

En la configuración de nuevo proyecto en el submenú General tendremos la Información del proyecto como nombre, organización y descripción entre los más importantes que se deben llenar en esta pantalla emergente ver figura 25.

Figura 25:Datos en el submenú General

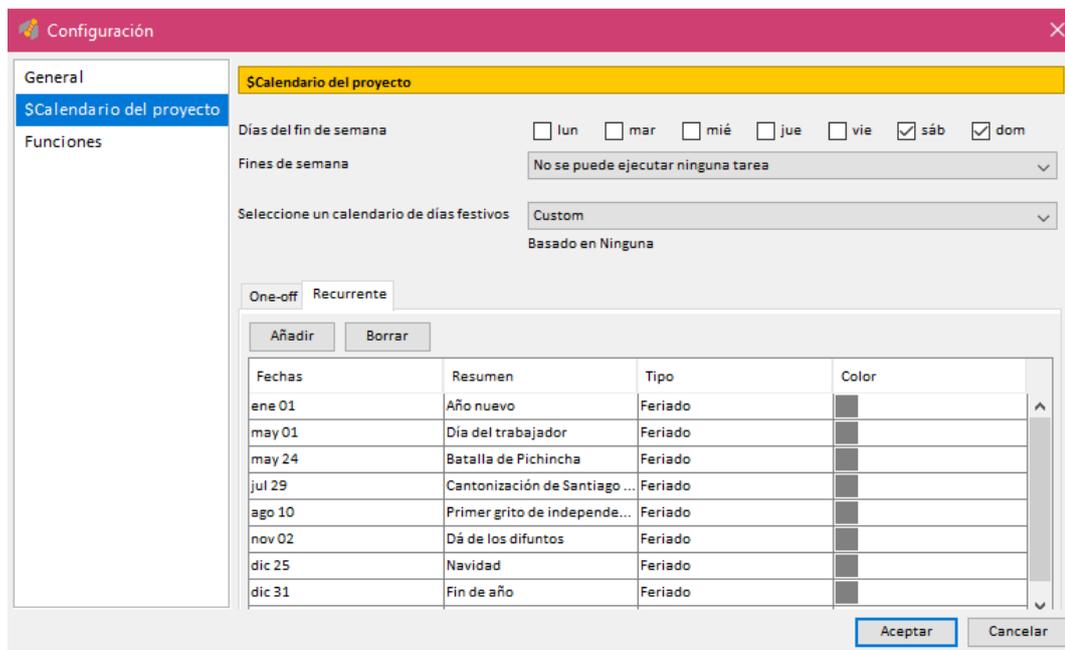


Fuente: El Autor

A continuación esta Calendario del Proyecto en el cual en nuestro caso en días de fin de semana seleccionamos sábados y domingos días en la cual no se laborará,

adicional en días festivos con recurrencia ubicamos las fechas que se añaden adicionalmente a los del fin de semana no laborables, también se puede cambiar el color de líneas indicativas que darán mayor resalte a simple vista en el área del diagrama de Gantt ver figura26.

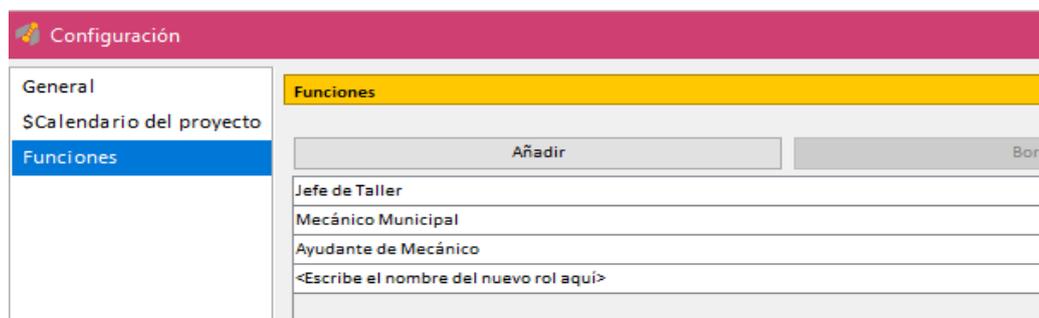
Figura 26: Calendario de Proyecto



Fuente: El Autor

Luego se añaden funciones a nuestro proyecto en este caso son los recursos que tendrá el plan de mantenimientos como son los cargos que se mencionaran y serán los responsables de la ejecución del proyecto como se puede observar en la figura27.

Figura 27: Funciones de los recursos

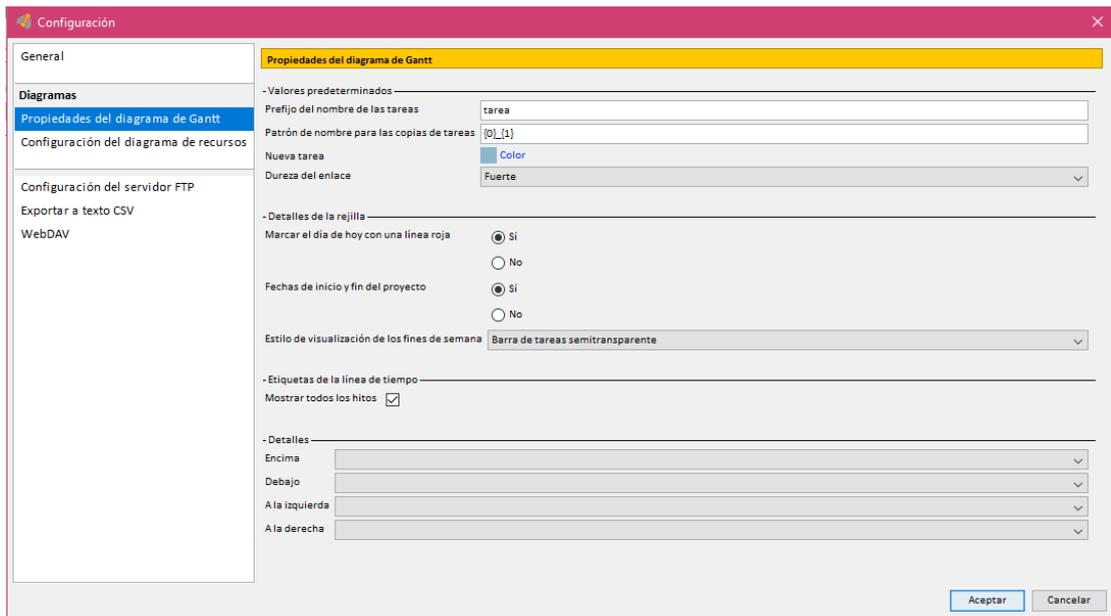


Fuente: El Autor

3.7.4 Editar las configuraciones básicas

En el menú editar → configuración. En el cuadro de dialogo configuración propiedades el diagrama de Gantt en detalles de la rejilla seleccionamos marcar con una línea roja el día de hoy en “si”, lo mismo en fechas de Inicio y Fin de proyecto ver figura28.

Figura 28: Configuración del diagrama de Gantt

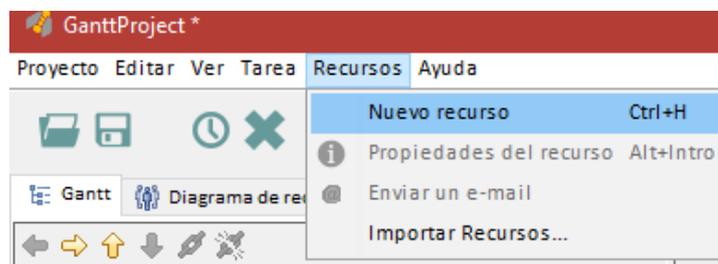


Fuente: El Autor

3.7.5 Recursos

En Recursos → Nuevo recurso ver figura 29.

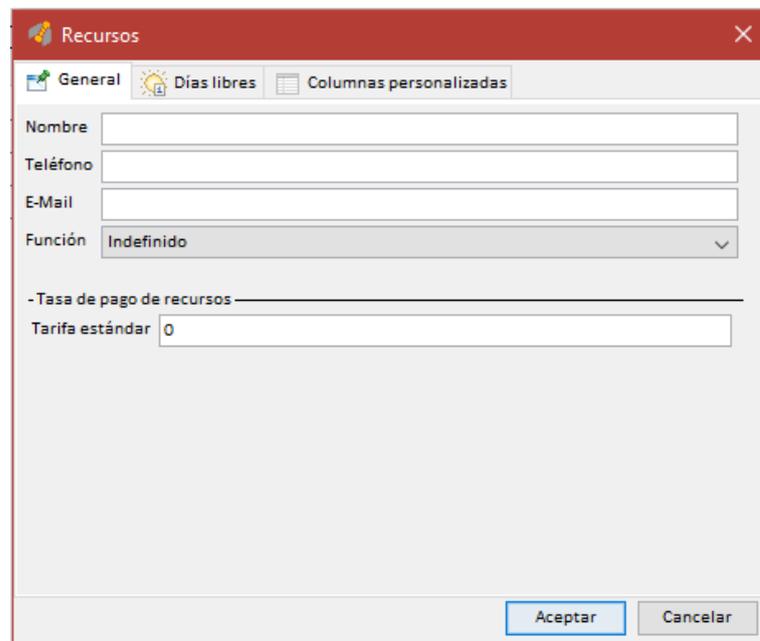
Figura 29: Selección de nuevo recurso.



Fuente: El Autor

En la figura30 tendremos el siguiente cuadro de dialogo en el cual podremos asignar las funciones que se creó previamente en este se llenara datos básicos además los días libres que cuenta dicho recurso.

Figura 30:Asignación de Recursos

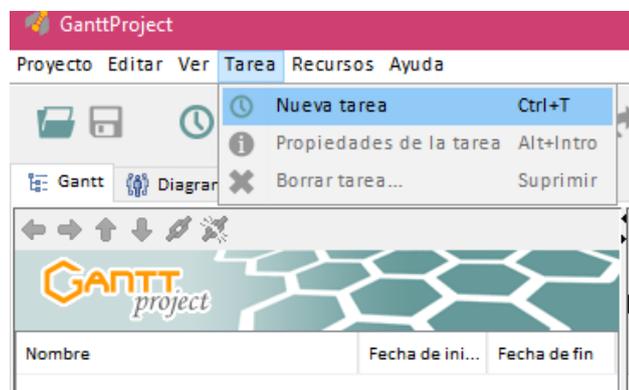


Fuente: El Autor

3.7.6 Crear Tareas

Para crear una nueva tarea en la barra de menús Tarea → Nueva tarea, o dentro del área de visualización de tareas con Ctrl+T. Ver figura 31

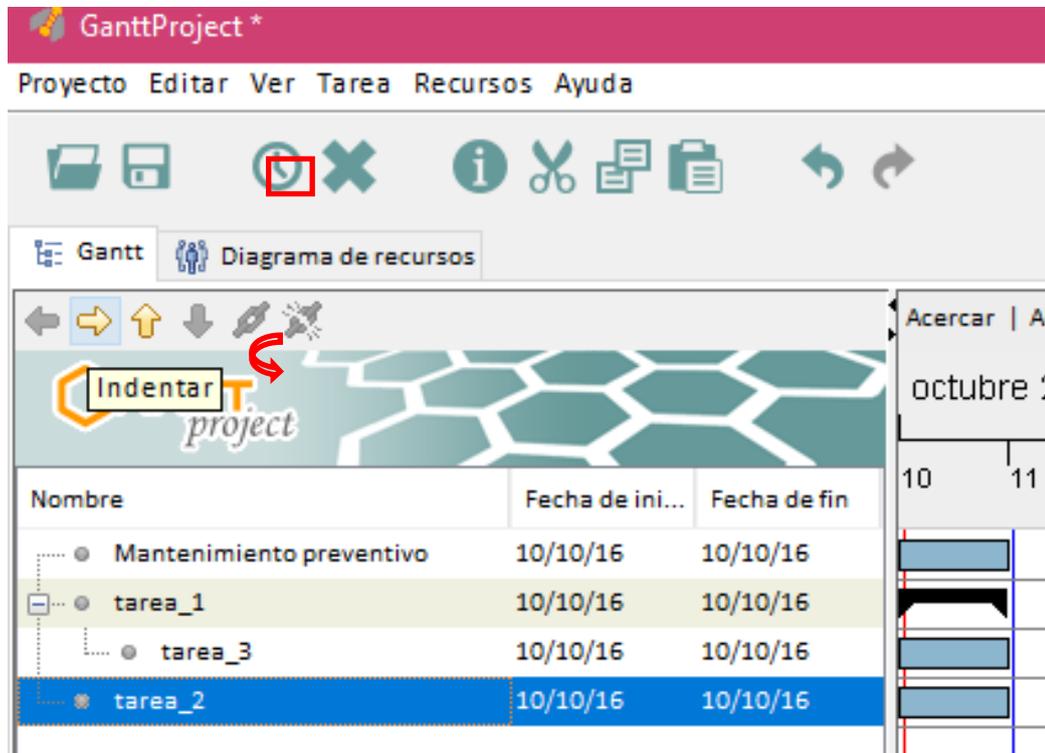
Figura 31:Nueva tarea



Fuente: El Autor

A continuación pondremos la jerarquización de las tareas dentro de la Máquina y sus sistemas estarán las tareas a realizarse durante el año. Ver figura 32

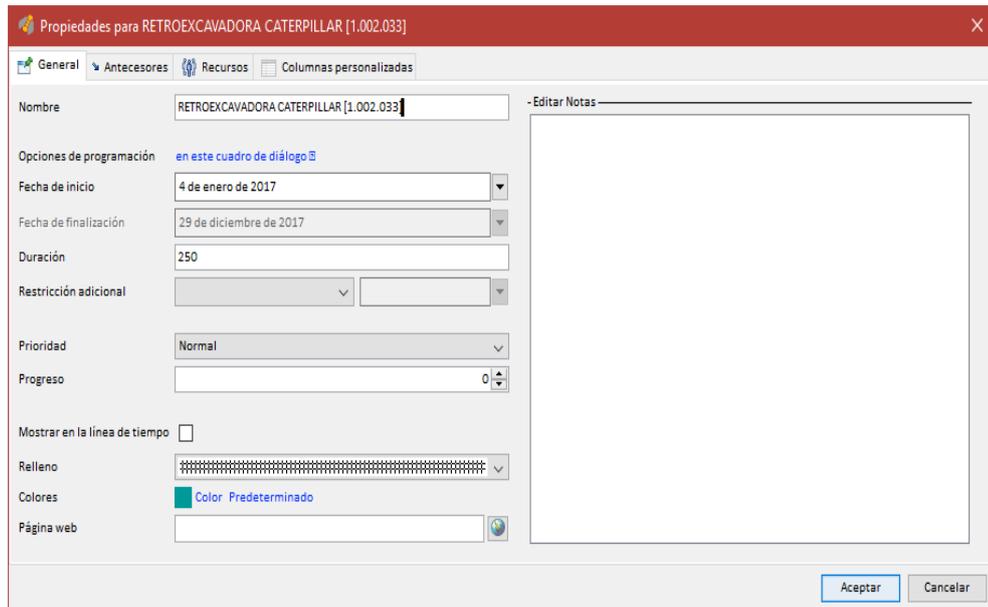
Figura 32: Indentar tarea



Fuente: El Autor

La **tarea 1** será en este caso la máquina Retroexcavadora Caterpillar la cual ubicaremos dando doble clic en la **tarea 1**, luego aparecerá el siguiente cuadro de dialogo en el menú general ubicaremos el nombre, a continuación no cambiaremos la fecha de inicio ni la duración ya que en la retroexcavadora está incluida los sistemas que se darán mantenimiento a su vez dentro de los sistemas estarán las tareas específicas que realizaran a lo largo del año así que tanto la máquina y los sistemas no se configuraran lo antes mencionado, además es esta pantalla emergente se cambiara el relleno y color para distinguir de cada maquinaria.

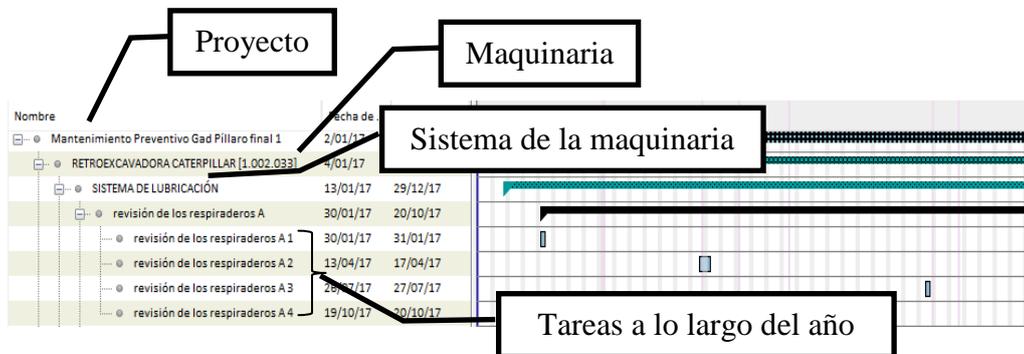
Figura 33:Propiedades de la Maquinaria modo visualización



Fuente: El Autor

A continuación realizaremos lo mismo para los sistemas y tareas específicas como se ve en la figura34:

Figura 34:Jerarquización del Proyecto



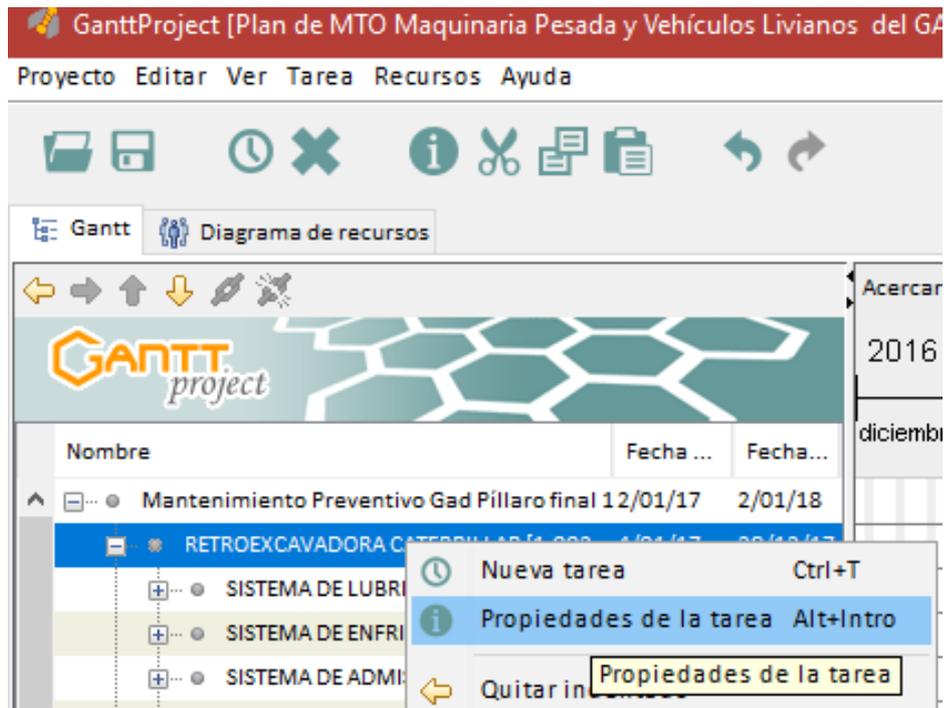
Fuente: El Autor

De este modo crearemos el resto de sistemas y la diferente maquinaria pesada y vehículos livianos considerados para este proyecto.

3.7.7 Asignación de recursos a las maquinarias

Para la asignación de recursos daremos clic derecho dentro de la máquina □ en propiedades de la tarea.

Figura 35:Propiedades de tarea



Fuente: El Autor

A continuación en el cuadro de dialogo que se abre, en el menú Recursos Ubicaremos a los que se crearon previamente al Jefe de Taller, Mecánico Municipal y a los Ayudantes de mecánico, los cuales serán responsables del proyecto, maquinaria, cumplimiento de tareas respectivamente.

Figura 36:Asignación de recursos

ID	Nombre del recurso	Unidad	Coordinador	Función
1	Olivo Saravia	1.0	<input checked="" type="checkbox"/>	Jefe de Taller
2	Wilson Enrique Ortega	1.0	<input checked="" type="checkbox"/>	Mecánico Municipal
3	Antonio Córdoba	1.0	<input checked="" type="checkbox"/>	Ayudante de Mecánico
4	Manuel Chicaiza	1.0	<input checked="" type="checkbox"/>	Ayudante de Mecánico
			<input type="checkbox"/>	

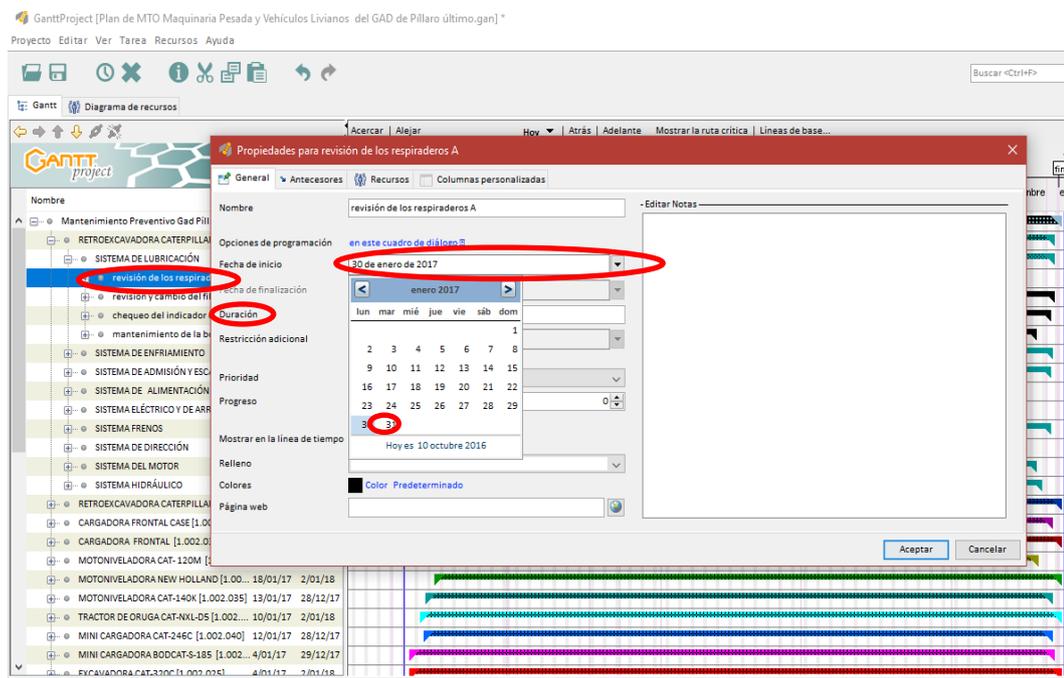
Fuente: El Autor

3.7.8 Configuración de inicio de la tarea y duración de ella

Para configurar la fecha y duración que tendrá la tarea damos clic derecho en la tarea a realizarse nos aparecerá una pantalla emergente nos dirigimos al menú general en fecha de inicio, ubicaremos en el calendario la fecha que se realizara la tarea así como su duración de la misma.

tarea así como su duración de la misma.

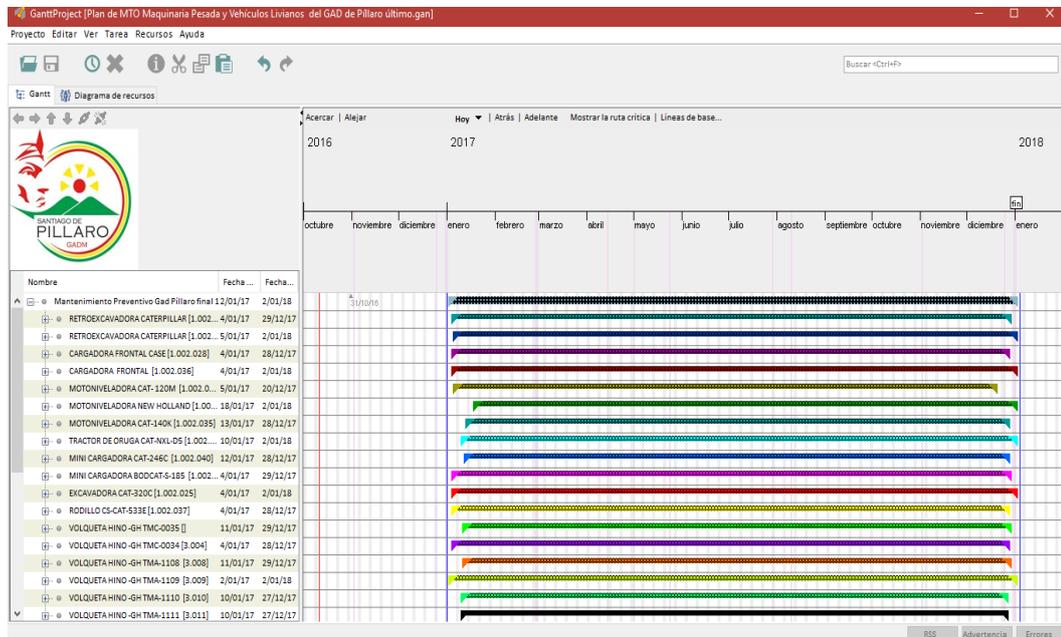
Figura 37: Agregar fecha de Inicio de la tarea



Fuente: El Autor

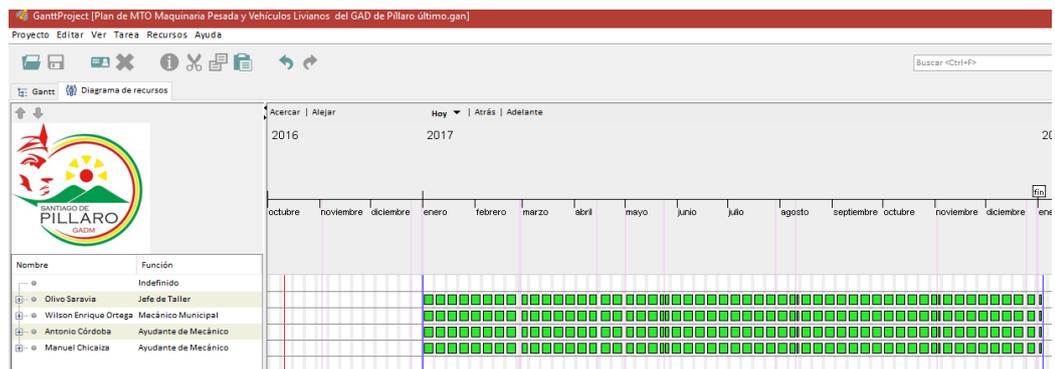
Al final nos quedara de la siguiente forma el plan de mantenimiento y sus recursos asignados.

Figura 38:Diagrama de Gantt contraído



Fuente: El Autor

Figura 39:Recursos Asignados



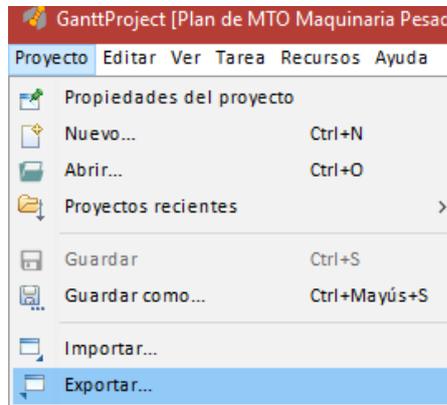
Fuente: El Autor

3.7.9 Exportación del proyecto

Para exporta un proyecto GanttProject permite exportar Archivos de Microsoft Project, archivos de imagen PNG, Informe en HTML e informe PDF. Para lo cual es este caso se exportará a PDF.

En la barrera de menús Proyecto → Exportar.

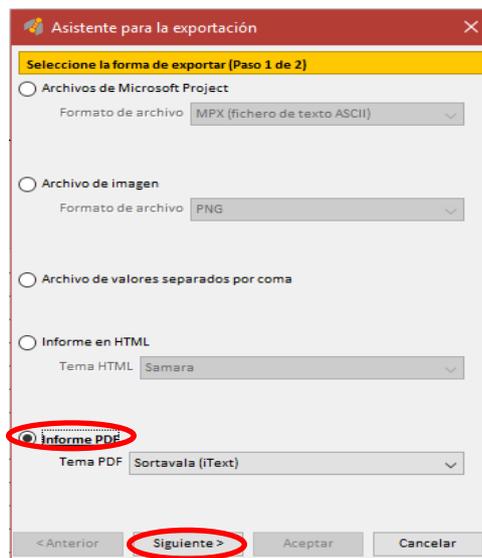
Figura 40:Exportar



Fuente: El Autor

A continuación en el cuadro de dialogo que aparecerá seleccionamos informe PDF y damos siguiente.

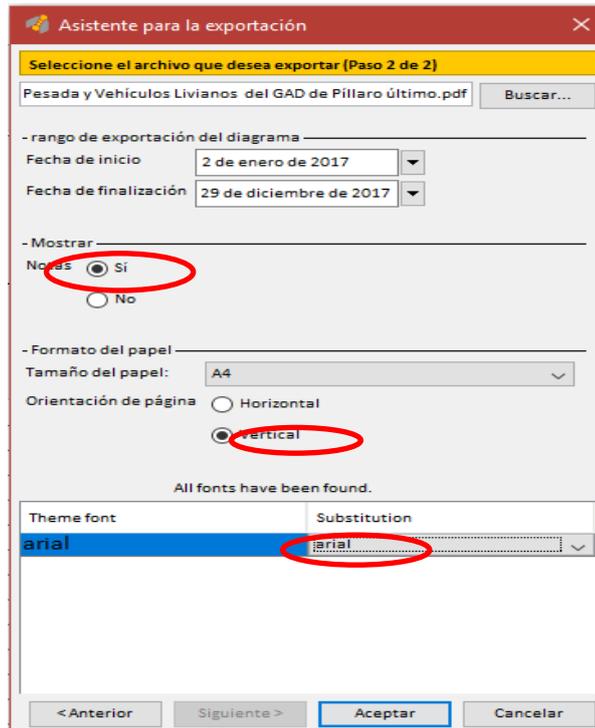
Figura 41:Configuración de exportación



Fuente: El Autor

A continuación seleccionamos el archivo para exportación y configuramos la fecha de inicio del proyecto y la del final del mismo para que se pase toda la información al archivo de exportación a PDF, del mismo modo seleccionamos en si las notas, formatos de papel A4 Vertical, tipo de letra Arial y le damos aceptar.

Figura 42: Información de exportación de archivos



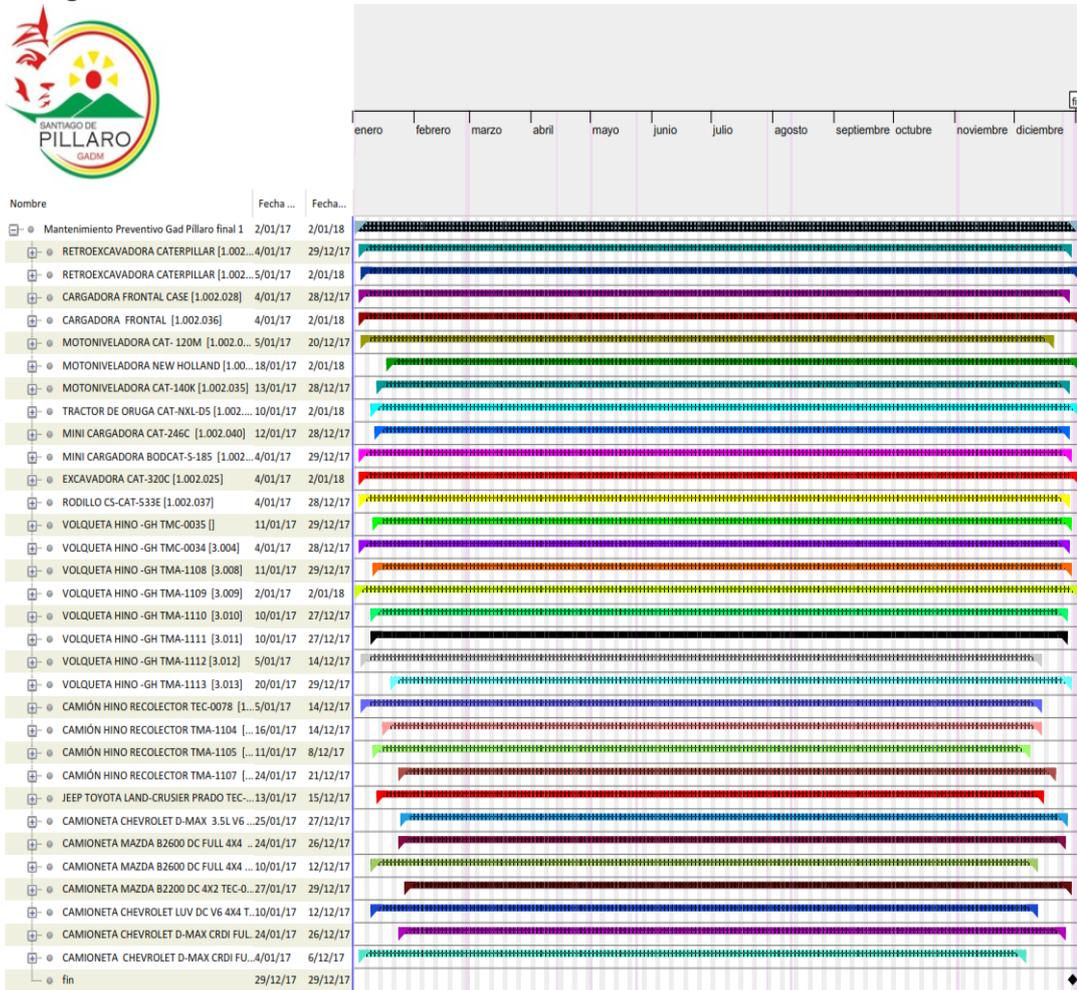
Fuente: El Autor

Es así como se obtiene un archivo en PDF para tener todo el plan de mantenimiento en un archivo de lectura.

Figura 43: Plan total de mantenimiento para el GADM Santiago de Píllaro

Diagrama de Gantt

239



Fuente: El Autor

CAPITULO IV

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- ✓ Por falta de un plan de mantenimiento se concluye que el personal técnico encargado de las labores de mantenimiento de la maquinaria esperan que ocurra el fallo para realizar los trabajos, lo que resulta ineficiente y por lo tanto caro.
- ✓ Se realizó una inspección de las máquinas y vehículos existentes en el patio automotriz del GADM Santiago de Píllaro se concluye que al realizar un inventario técnico facilita la identificación de cada una de las máquinas.
- ✓ Los datos técnicos de algunas de las maquinas no existen por lo que surge la necesidad de generar tales fichas, las cuales permitan conocer las características de cada una de las máquinas, y por consiguiente efectuar el mantenimiento.
- ✓ Con los datos tomados, y posterior mente procesados nos permiten concluir que la tasa de fallos que posee la maquinaria pesada y vehículos livianos del GADM Santiago de Píllaro es un promedio de 6.1% fallos/mes. Lo que indica que la maquinaria necesita un mantenimiento preventivo, con el objetivo de alargar la vida útil del patio automotriz del GADM Santiago de Píllaro.
- ✓ Luego de desarrollar un estudio de los parámetros de mantenimiento de la maquinaria pesada y vehículos del GADM Santiago de Píllaro, se concluye que la disponibilidad promedio de todo el patio automotriz del GAD de Santiago de Píllaro es aproximadamente de un 86,12% y que el mínimo valor de disponibilidad se lo localizo en la minicargadora BOB CAT con un porcentaje de disponibilidad de 73,9%, mientras que el porcentaje máximo de disponibilidad lo posee la Volqueta TMA-1112 con un porcentaje del 97.45% de disponibilidad.

- ✓ Mediante el análisis AMFE se puede apreciar, y por tanto concluir que los elementos más propensos a sufrir fallos generalmente son filtros de aceite, combustible, aire mangueras de presión, y bombas de combustible, agua y aceite en la maquinaria y vehículos del GADM Santiago de Píllaro.

4.2 Recomendaciones

- ✓ Para mejorar la disponibilidad de la maquinaria se recomienda implementar un plan de mantenimiento preventivo el cual permita realizar tareas con anticipación para evitar que la maquinaria falle.
- ✓ Se recomienda utilizar un inventario técnico para que facilite la identificación de cada una de las máquinas.
- ✓ Se recomienda detallar todos los datos posibles, debido que al momento de realizar el mantenimiento de la maquinaria es de gran utilidad saber a detalle las características técnicas de los repuestos utilizados en la actividad del mantenimiento.
- ✓ Para tener mejores resultados en la garantía de la maquinaria y vehículos del GAD se recomienda llevar un registro de fallos de las máquinas, debido a que esto influye en la realización de actividades planificadas para el mantenimiento de las máquinas y vehículos del patio automotriz del GADM Santiago de Píllaro.
- ✓ Es recomendable asignar una tarea específica a cada una de las personas encargadas del mantenimiento del patio automotriz del GADM Santiago de Píllaro, con el objetivo de reducir el tiempo en la realización de las actividades de mantenimiento.
- ✓ Se recomienda al personal de mantenimiento, que al momento de realizar una reparación en un sistema, no solo enfocarse a la tarea específica si no que también realizar una inspección visual de todo el sistema, verificando la integridad del mismo, en donde el flujo grama del procedimiento mostrado en el anexo C se pueda llevar los historiales de cada una de las máquinas y vehículos del patio automotriz del GADM Santiago de Píllaro.

Bibliografía

1. Barber, P.(2009). Maquinaria de obras públicas II: Máquinas y equipos (Tercera edición). San Vicente, España: Club Universitario.
2. A Baldín, L. Furlanetto, A. Roversi, F. Turco. G.G. (1982). Manual de mantenimiento de instalaciones industriales.. Barcelona.
3. Roberto Bravo, Ana Barrantes (2001).Administración del Mantenimiento Industrial..UNED. Costa Rica.
4. COVENIN. (1993) Norma Venezolana, Mantenimiento. Definiciones. Caracas: FONDONORMA.
5. Prando, R. (1996). Manual Gestión de Mantenimiento a la Medida. Guatemala: Editorial Piedra Santa.
6. Francisco Javier González.(2005).Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado.. Fundación Confederal. España.
7. López de León, C. &Dounce, E. (2007) LA PRODUCTIVIDAD EN EL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL (Segunda edición ed.). México, México: GRUPO EDITORIAL PATRIA.
8. Galvao Zen, M.A. [1998]. El Ingeniero de Mantenimiento. Revista Mantenimiento. Chile. No 29.
9. Refinería Gibraltar. (19 de Septiembre de 2007). Técnicas del Mantenimiento Mecánico. San Roque, España.
10. J. Díaz N. (2004) Técnicas de Mantenimiento Industrial. Escuela Politécnica Superior Algeciras Universidad de Cádiz.

ANEXOS

ANEXOS A1

FICHA DE ORDEN DE EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA Y VEHÍCULOS

ANEXOS A2

FICHA DE ORDEN DE TRABAJO PARA EL PERSONAL INTERNO Y EXTERNO DEL TALLER MECÁNICO

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO SANTIAGO DE PÍLLARO			
DEPARTAMENTO DE OBRAS PUBLICAS			
ORDEN DE TRABAJO PARA EL PERSONAL INTERNO Y EXTERNO DEL TALLER MECÁNICO DEL DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS			
Encargado:		Número de registro:	
Máquina o vehículo:		Código:	
Autorizado por:		Aprobado por:	
Revisado por:		Fecha de ejecución :	
Tipo de mantenimiento aplicado :			
Mantenimiento preventivo:		Mantenimiento correctivo:	
Mantenimiento General			
Inspección y Chequeo			
Limpieza y Lubricación			
Cambio o Reemplazo			
Actividades a realizarse/repuesto	Tiempo de paro (TP) :	Tiempo de reparación (TR) :	Observaciones:
Solicitado por:		Jefe de maquinaria:	
Jefe de taller:		Director de OO.PP:	

ANEXOS A3

FICHA DE ORDEN DE COMPRA DE REPUESTOS PARA EL MANTENIMIENTO

ANEXOS A4

HOJA DE VIDA DE LA MAQUINARIA Y VEHÍCULOS

ANEXOS B

MATRIZ DE MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA PESADA Y VEHÍCULOS LIVIANOS DEL GADM SANTIAGO DE PÍLLARO

