

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**PROPUESTA DE PLANES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE
MAQUINARIAS Y EQUIPOS DE APROAGUA C.A., UBICADA EN LA
CARRETERA NACIONAL LA PARAGUA (LA QUINA); EN EL
ESTADO BOLÍVAR**

**TRABAJO FINAL DE GRADO
PRESENTADO POR LOS
BACHILLERES ORTEGA,
DIOSELIN C. Y SERRANO G.
ADRIAN I.; PARA OPTAR AL
TITULO DE INGENIERO
INDUSTRIAL**

CIUDAD BOLÍVAR, NOVIEMBRE 2019



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**

ACTA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado, titulado, **PROPUESTA DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN PARA APROVECHAMIENTO DEL MATERIAL RECICLABLE DE VIDRIO EN LA PARROQUIA AGUA SALADA, UBICADA EN CIUDAD BOLÍVAR, ESTADO BOLÍVAR**, presentado por el bachiller: Díaz Rafael, C.I: 22.580.148 ha sido **APROBADO** de acuerdo los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombres:

Firmas:

(Asesor)

(Jurado)

(Jurado)

Profesor Dafnis Echeverría

Jefe de Departamento de
Ingeniería Industrial

Profesor Francisco Monteverde

Director de la Escuela

Ciudad Bolívar, Noviembre de 2019

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios Todopoderoso por guiarme y darme la fuerza necesaria para poder culminar mi carrera ante tantos obstáculos en el camino. A mi madre Yuritza Ortega por ser mi principal motor, a mi abuela Celestina Ochoa que en paz descanse por darme la inspiración para lograr mi principal objetivo, a mi tía y segunda madre Migdalia Ochoa por sus buenos consejo y enseñanzas, a mi prima hermana Adela Cabeza por servir también de inspiración en este logro, a mis hermanos Rina, Renato, Ruth y mi padrastro Alonso Romero.

A mi novio Adrián Serrano por ser mi compañero en este camino hacia la meta por ayudarme, acompañarme, darme fuerzas y motivación. Por ser mi compañero de estudios, estrasnochos y para de contar.

A mis amigos y compañeros de estudios Rosana mazza, Yulisbeida Vargas y Adainer Orta, por ser parte importante de haber logrado culminar este objetivo, por estar ahí en momentos relevantes de la carrera con su apoyo y ayuda incondicional.

A mis amigos y casi hermanos Orianni Garcia, Kennedy Gonzalez, Andry Cruces y Harold Padilla por ser un papel importante en esta historia por los buenos momentos vividos por sus consejos y su apoyo.

Dioselin Ortega

DEDICATORIA

Para Dios sea la gloria y la honra ya que sin el nada de esto fuera posible, a mis padres Ramon Serrano y Yajaira de Serrano por su apoyo y ayuda incondicional en todo momento, a mis hermanos Crismarys, Andres y Anderson.

A mi hermosa novia Dioselin Ortega por su apoyo infinito en todo momento, por haber caminado juntos en este logro, por sus consejos, estranochos, días buenos como malos, por su inspiración de ser mejores y por su paciencia día tras día.

A mis amigos y compañeros de clases que caminaron este trayecto a mi lado por las horas de estudios, por los momentos vividos y compartidos.

Adrian Serrano

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por darme fuerzas cada día para seguir adelante, gracias a mi madre Yuritza y mi abuela Celestina por ser cada día mi inspiración para culminar mi carrera, gracias a mi tía Migdalia Ochoa y mi prima Adela Cabeza por sus buenos consejos.

Gracias a mi novio Adrian Serrano por ser el mejor compañero de vida y de estudios, por acompañarme en esta historia tan importante por los libros leídos, las cuentas sacadas y las enseñanzas aprendidas.

Gracias a mis amigos y compañeros de clases Rosana Mazza, Yulisbeida Vargas, Adainer Orta, Orianni García, Kennedy González, Andry Cruces y Harold Padilla por los momentos compartidos y recuerdos que quedaron grabados en mi mente de las historias vividas.

Muchísimas gracias.

Dioselin Ortega

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios Todopoderoso por darme fuerzas cada día para alcanzar este hermoso logro, gracias a mis padres por sus buenos consejos y apoyo incondicional en todo momento.

Gracias a mi hermosa novia Dioselin Ortega por ser la mejor compañera de estudios, por su apoyo, paciencia y dedicación para superar las adversidades que se presentaron a lo largo de esta meta alcanzada.

Gracias a mis amigos y profesores por los momentos y enseñanzas compartidas.

Muchísimas gracias.

Adrián Serrano

RESUMEN

La presente investigación tiene por finalidad lo siguiente: proponer unos planes para mantenimiento preventivo de maquinarias y equipos de APROAGUA C.A., ubicada en la carretera nacional La Paragua (La Quina); en el Estado Bolívar. Al respecto; y según su metodología, el estudio es de un tipo descriptivo así, como también; de tipo básico. Por otro lado; su diseño es, documental, de campo y experimental. Además; su población y muestra ha quedado definida por un total de doscientos noventa y cinco (295) máquinas y equipos de la empresa en cuestión, 25 productores y 102 operarios, se utilizaron técnicas de recolección de datos tales como la observación directa, entrevistas y revisión bibliográfica. El resultado de la implementación de estas técnicas ayudo a encontrar el diagnóstico de la situación actual, ya que se pudo observar que el problema que afecta en mayor grado es el alto costo de los repuestos, ocupando un 21% del total, la cantidad de maquinarias y equipos parados actualmente es de un 6,78% o 20 equipos y maquinarias, las cuales le pertenecen a un 52% de los productores, la mayoría de los equipos y maquinarias son de criticidad baja, con 200 equipos y maquinarias, mientras que los de criticidad media son 90 y los de criticidad alta solo son 5 equipos, la falta de mantenimiento afecta a la producción en un total de 18,6%, los equipos con mayor NRP fueron: la picadora (200), el vagón de descarga, (200), la bomba de agua (180) y la motobomba (180), los cuales luego de la propuesta se espera reducirlos a menos de 100, la propuesta es altamente rentable, siendo comparada con la opción actual, de no realizar mantenimiento preventivo, teniendo una diferencia positiva de 883.450,52\$ y un costo de 2.447.488,82\$

CONTENIDO

ACTA DE APROBACIÓN.....	ii
DEDICATORIA	iii
RESUMEN.....	vii
CONTENIDO	viii
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE TABLAS	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
SITUACIÓN A INVESTIGAR	3
1.1 Situación objeto de estudio.....	3
1.2 Objetivos de la investigación	6
1.2.1 Objetivo general	6
1.2.2 Objetivos específicos	6
1.3 Justificación de la investigación.....	7
1.4 Alcance de la investigación.....	7
CAPÍTULO II	9
GENERALIDADES	9
2.1 Ubicación geográfica.....	9
2.2 Reseña histórica.....	10
2.3 Misión.....	11
2.4 Visión	11
2.5 Estructura organizativa	12

CAPÍTULO III	13
MARCO TEÓRICO	13
3.1 Antecedentes de la investigación.....	13
3.2 Bases teóricas	16
3.2.1 Definiciones de mantenimiento	16
3.2.2 Importancia del mantenimiento.....	16
3.2.3 Objetivos del mantenimiento	16
3.2.4 Tipos de mantenimiento.....	17
3.2.5 Confiabilidad operacional	18
3.2.6 Falla.....	18
3.2.7 Análisis de modo y efecto de falla	19
3.2.8 Los grupos técnicos:.....	24
3.2.9 Análisis de criticidad.....	26
3.3 Bases legales.....	29
3.3.1 Constitución de la República Bolivariana de Venezuela	29
3.3.2 Norma COVENIN 3049-93	30
3.3.3 Normas ISO 9000 en el mantenimiento industrial.....	30
3.4 Definición de términos básicos	30
 CAPÍTULO IV	 32
METODOLOGÍA DE TRABAJO	32
4.1 Tipo de la investigación	32
4.1.1 Investigación descriptiva.....	32
4.1.2 Investigación básica	32
4.2 Diseño de la investigación.....	33
4.3 Población de la investigación	34
4.4 Muestra de la investigación.....	35
4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	36
4.5.1 Técnicas de recolección de datos	36

4.5.2	Instrumentos de recolección de datos	36
4.6	Técnicas de ingeniería industrial utilizadas.....	37
4.6.1	Diagrama de causa-efecto	37
4.6.2	Diagrama de Pareto	38
4.6.3	Análisis de modo y efecto de falla	38
4.6.4	Análisis de criticidad.....	38
CAPÍTULO V		39
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS		39
5.1	Diagnóstico de la situación actual presentada en APROAGUA C.A., respecto al mantenimiento.....	39
5.1.1	Descripción de la situación actual de la realización del mantenimiento en APROAGUA C.A.....	39
5.1.2	Diagrama causa efecto de las fallas de la realización del mantenimiento a los equipos y maquinarias de la Aproagua	41
5.1.3	Diagrama de Pareto para identificar de forma cuantitativa los problemas que más afectan la realización del mantenimiento a los equipos y maquinarias de la Aproagua	43
5.1.4	Identificación de los diferentes modelos de equipos y maquinarias disponibles en la Aproagua C.A.	46
5.2	Estimación de las frecuencias de fallas en las maquinarias y equipos para conocer el impacto en la producción	52
5.2.1	Determinación de las fallas presentadas en las maquinarias y equipos de la Aproagua, C.A., durante el periodo de siembra y cultivo del 2019.....	52
5.2.2	Evaluación de las frecuencias de fallas de las maquinarias afectas	57
5.3	Determinación de los niveles de criticidad de maquinarias y equipos de APROAGUA C.A.	60
5.3.1	Establecimiento de los criterios para el análisis de criticidad.....	60
5.3.2	Aplicación del análisis de criticidad	63
5.4	Realización del análisis de modos y efectos de fallas a maquinarias y equipos para la prolongación de su vida útil.	94
5.4.1	Determinación de los criterios de clasificación	94

5.4.2 Aplicación del análisis de modo y efecto de falla a la maquinarias y equipos de la Aproagua	96
CAPITULO VI.....	127
PROPUESTA.....	127
6.1 Justificaron de la propuesta	127
6.2 Alcance de la propuesta.....	127
6.3 Objetivos de la propuesta	128
6.3.1 Objetivo general de la propuesta.....	128
6.3.2 Objetivos específicos de la propuesta	128
6.4 Desarrollo de la propuesta	128
6.4.1 Propuesta de planes de mantenimiento preventivo a las maquinarias y equipos, que garanticen la máxima rentabilidad.....	128
6.1.1 Determinación de la factibilidad económica a largo plazo de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo	200
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	204
Conclusiones	204
Recomendaciones	205
REFERENCIAS.....	206
APÉNDICES.....	208
A.1 Codificación de la maquinaria y equipos existentes en la asociación	210

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Sede administrativa (APROAGUA C.A.; 2018)	9
Figura 2.2 Área de producción (APROAGUA C.A.; 2018)	10
Figura 2.3 Estructura organizativa (APROAGUA C.A.; 2018).....	12
Figura 3.1 Parámetros de evaluación del AMEF. (Elaboración Propia, 2018).....	22
Figura 5.1 Diagrama de causa efecto de las fallas en la realización del mantenimiento en la Aproagua (Elaboración propia 2019)	42
Figura 5.2 Diagrama de Pareto de las causas y sub causas de las fallas en la realización del mantenimiento en Aproagua (Elaboración propia, 2019)	45
Figura 5.3 frecuencia de fallas por equipos (Elaboración propia,2019)	59
Figura 5.4 Ubicación de los niveles de criticidad posibles (Elaboración propia, 2019)	90
Figura 5.5 Distribución de los niveles de criticidad por maquinarias y equipos (Elaboración propia, 2019).....	91
Figura 5.6 Cantidad de equipos por rango de criticidad (Elaboración propia, 2019) .	92
Figura 6.1 Diagrama de flujo de caja Alternativa A (Elaboracion propia, 2019).....	202
Figura 6.2 Diagrama de flujo de caja Alternativa B (Elaboración propia, 2019)	203

LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1 Formato del análisis de modo y efecto de falla. (Elaboración propia, 2019)	23
Tabla 3.2 Criterios para la evaluación del análisis de criticidad. (APROAGUA C.A.; 2019)	28
Tabla 4.1 Población (APROAGUA C.A.; 2019)	34
Tabla 4.2 Muestra (APROAGUA C.A.; 2019)	35
Tabla 5.1 Repeticiones de las causas y sub causas de las fallas en la realización del mantenimiento en Aproagua (Elaboración propia, 2019)	43
Tabla 5.2 Frecuencia de las repeticiones de las causas y sub causas de las fallas en la realización del mantenimiento en Aproagua (Elaboración propia, 2019)	44
Tabla 5.3 Identificación de la maquinaria por modelo (Elaboración propia, 2019)	47
Tabla 5.4 Identificación de los equipos disponibles en la Aproagua, C.A., por productor (Elaboración propia, 2019)	49
Tabla 5.5 Equipos en falla o no disponibles por falta de mantenimiento correctivo (Elaboración propia, 2019)	51
Tabla 5.6 descripción de las fallas y tiempo total en falla por maquinaria (Elaboración propia, 2019)	53
Tabla 5.7 Frecuencia de fallas de las maquinarias afectadas (Elaboración propia, 2019)	58
Tabla 5.8 Criterios para la estimación de la frecuencia (Elaboración propia, 2019)	61
Tabla 5.9 Clasificación de los factores determinantes de la consecuencia. (Elaboración propia, 2019)	62
Tabla 5.10 Niveles de criticidad. (Elaboración propia, 2019)	63
Tabla 5.11 Determinación de los niveles de criticidad por maquinaria y equipos de la asociación. (Elaboración propia, 2019)	64
Tabla 5.12 Maquinaria y equipos con mayor criticidad (Elaboración propia, 2019)	93

Tabla 5.13 Clasificación según gravedad o severidad de fallo (Gómez, F.; 1998).....	94
Tabla 5.14 Clasificación según la probabilidad de ocurrencia (Gómez, F.; 1998).....	95
Tabla 5.15 Clasificación según la probabilidad de no detención (Gómez, F.; 1998) .	95
Tabla 5.16 aplicación del AMEF a la cosechadora (Elaboración propia, 2019).....	97
Tabla 5.17 Aplicación del AMEF al tractor (Elaboración propia, 2019).....	103
Tabla 5.18 Aplicación del AMEF a la máquina de oruga (Elaboración propia, 2019)	108
Tabla 5.19 Aplicación del AMEF al Payloader. (Elaboración propia, 2019).....	110
Tabla 5.20 Aplicación del AMEF a la Bomba de Agua (Elaboración propia, 2019)	113
Tabla 5.21 Aplicación del AMEF a la Motobomba (Elaboración propia, 2019).....	114
Tabla 5.22 Aplicación del AMEF a la Rastra (Elaboración propia, 2019).....	115
Tabla 5.23 Aplicación del AMEF a la Reabonadora (Elaboración propia, 2019)	116
Tabla 5.24 Aplicación del AMEF a la sembradora (Elaboración propia, 2019).....	117
Tabla 5.25 Aplicación del AMEF a la Bomba de Agua (Elaboración propia, 2019)	118
Tabla 5.26 Aplicación del AMEF a la asperjadora (Elaboración propia, 2019).....	119
Tabla 5.27 Aplicación del AMEF a la Bazuca (Elaboración propia, 2019)	120
Tabla 5.28 Aplicación del AMEF a la Encaladora (Elaboración propia, 2019)	121
Tabla 5.29 Aplicación del AMEF al Sub solador (Elaboración propia, 2019).....	122
Tabla 5.30 Aplicación del AMEF al Vagon de descargue (Elaboración propia, 2019)	123
Tabla 5.31 Aplicación del AMEF a la picadora (Elaboración propia, 2019)	124
Tabla 5.32 Aplicación del AMEF al Cañón de riego (Elaboración propia, 2019)....	125
Tabla 6.1 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en la cosechadora (Elaboración propia, 2019).....	130
Tabla 6.2 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en el tractor (Elaboración propia, 2019).....	135
Tabla 6.3 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en la máquina de oruga (Elaboración propia,2019)	140

Tabla 6.4 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en el Payloader (Elaboración propia, 2019).....	143
Tabla 6.5 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en la Bomba de agua (Elaboración propia, 2019).....	147
Tabla 6.6 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en la moto bomba (Elaboración propia, 2019).....	148
Tabla 6.7 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en la rastra (Elaboracion propia, 2019).....	149
Tabla 6.8 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en la Reabonadora (Elaboración propia, 2019).....	150
Tabla 6.9 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en la sembradora (Elaboración propia, 2019).....	151
Tabla 6.10 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en la rotativa (Elaboración propia, 2019).....	153
Tabla 6.11 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en la asperjadora (Elaboracion propia, 2019).....	154
Tabla 6.12 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en la Bazuca (Elaboración propia, 2019).....	155
Tabla 6.13 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en la Encaladora (Elaboración propia, 2019).....	156
Tabla 6.14 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en el Sub Solador (Elaboración propia, 2019).....	157
Tabla 6.15 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en el Vagón de Descarga (Elaboración propia, 2019).....	158
Tabla 6.16 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en la Picadora (Elaboración propia, 2019).....	159
Tabla 6.17 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en la Bomba de agua (Elaboración propia, 2019).....	160

Tabla 6.18 Determinación del stock de repuestos requeridos para un periodo de un año (Elaboración propia, 2019).....	164
Tabla 6.19 Resumen de los costos de la alternativa A (Elaboración propia, 2019)..	201
Tabla 6.20 Resumen de los costos de la Alternativa B (Elaboración propia, 2019).	201
Tabla 6.21 Determinación de las pérdidas generadas por mantenimiento (Elaboración propia, 2019)	202
Tabla A-1 inventario de equipos y maquinaria codificados. (Elaboración propia, 2019)	214

INTRODUCCIÓN

En estos últimos años; las actividades de mantenimiento han adquirido una muy valiosa posición y un lugar privilegiado en organizaciones y en empresas de cualquier índole, en especial; de manufactura. En pocas palabras; el mantenimiento es conocido hoy día, como una herramienta muy valiosa a nivel organizativo. Desde la aplicación del mantenimiento, se sabe qué; el mantenimiento preventivo, solo es aplicado; en casos en que quiere alargarse lo más posible; la vida útil de cualquier maquinaria o equipo, a través de aplicación de técnicas preventivas que contrarresten los estragos de la actividad diaria del proceso productivo.

Por lo antes planteado; en base a la importancia que representa (desde un punto de vista organizativo), un plan del mantenimiento preventivo, se desarrolla la presente investigación cuya finalidad es proponer unos planes para mantenimiento preventivo de maquinarias y equipos de APROAGUA C.A., ubicada en la carretera nacional La Paragua (La Quina); en el Estado Bolívar. Al respecto; con el desarrollo del estudio se pretende aportar un beneficio a toda la organización, por cuanto esta contaría con un modelo lógico que le permitiría al personal técnico, desarrollar sus actividades de una manera eficaz y eficiente.

En cuanto a la estructura del estudio investigativo; el cual expone los resultados obtenidos en APROAGUA C.A., este consta de seis (6) capítulos, los cuales se citan a continuación:

Capítulo I: en este capítulo se realiza una descripción de la situación actual, se plantea el problema que presenta actualmente la asociación, se plasman el objetivo general y los objetivos específicos, así como también la justificación de la investigación el alcance y las limitaciones de la misma.

Capítulo II: se especifican las generalidades de la empresa, su ubicación geográfica, sus orígenes, su organigrama, su misión, su visión, sus objetivos y los valores de la empresa.

Capítulo III: se establece el marco teórico de la investigación, sus antecedentes, las bases teóricas, las bases legales y la definición de términos básico.

Capítulo IV: se define la metodología del trabajo, el tipo y el diseño de la investigación, la población, la muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos y las técnicas de ingeniería industrial utilizadas.

Capítulo V: se efectúa un diagnóstico de la situación actual de la comunidad, se establecen los aspectos técnicos operativos necesarios para el correcto funcionamiento de la planta, se diseña un plan de concientización para lograr la colaboración de la comunidad a la hora de clasificar los desechos y se determina la factibilidad económica de la empresa

Y finalmente las conclusiones y recomendaciones finales para la última etapa de esta investigación.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Situación objeto de estudio

A lo largo de la historia; mundialmente, el hombre ha sentido la necesidad de mantener sus equipos y maquinarias en mejores condiciones posibles, para así poder cumplir con las metas trazadas. Las maquinarias al estar en constante funcionamiento sufren desgastes y fallas, perdiéndose así gradualmente las condiciones y cualidades que tenían al momento de ser adquiridas por primera vez, por lo que; con el pasar de los años es necesario un reemplazo. A partir de allí; surge la idea del mantenimiento, que consiste en la realización de distintas tareas con la finalidad de maximizar la vida útil de equipos y de maquinarias, para de esta manera; también ahorrar gradualmente en los costos por concepto de producción.

Al presente algunas entidades usan la frase: el mantenimiento es una inversión, no un gasto. Evidentemente la frase anterior es cierta, ya que; se ha buscado reducir los costos haciendo un mantenimiento a tiempo, que no haciéndolo. Por otro lado; el primer mantenimiento realizado por las empresas ha sido el denominado correctivo, o también denominado mantenimiento de emergencia. Básicamente; este tipo particular de mantenimiento consiste en resolver todos los problemas de los equipos cuando los mismos fallan, reparándose y cambiando piezas o equipos inservibles. Además; estas técnicas quedaron normalmente obsoletas, ya que; si bien todo plan de mantenimiento del tipo correctivo está centrado en solucionarse todas las fallas cuando ocurren, va a implicar altos costos por caída de la productividad y unas pérdidas en la calidad. Del contexto trazado; nace el mantenimiento preventivo, que consiste en revisar de forma habitual maquinarias y equipos, para así; reemplazarse algunos componentes que, con algunas estimaciones estadísticas; se sabe que tienden a fallar o dañarse.

En Venezuela; el mantenimiento, ha tenido un papel valioso dentro del contexto industrial del país, sin embargo; este ha sido administrado en forma deficiente debido básicamente a la carencia de recursos tanto materiales como humanos.

Actualmente; el mantenimiento dentro del territorio venezolano, muestra ciertos puntos críticos, en primer lugar; uno de ellos es el propio nivel de desinterés por parte de la alta gerencia de la entidad acerca de su función. Al respecto; dicha situación se viene suscitando, debido a que; los sistemas productivos han sido dirigidos hacia una gestión de activos nula, y ocasionando que (tanto en la teoría como en la práctica) los departamentos de mantenimiento resulten obsoletos. En segundo lugar; la ausencia de una estructura organizativa bien precisada, que apoye todas las actividades que deben cumplirse en función del mantenimiento. En pocas palabras; resulta relevante afirmar que, toda empresa es una base fundamental para lograr el éxito de las metas trazadas, ya que; si no se está acorde con lo que se quiere obtener, hay muy altas posibilidades de no lograr el objetivo planteado con relación al mantenimiento.

Concretamente; la Asociación de Productores Agropecuarios de Guayana C.A. (APROAGUA C.A.), se dedica a la siembra y la cosecha del maíz, así como también; su distribución. También; se ha servido como intermediaria (entre agro-productores y agro-industrias) para lograr un desarrollo paulatino de toda la sociedad, asegurándose su abastecimiento. Indiscutiblemente, tanto en esta como en otros tipos de industrias; las maquinarias y equipos representan una gran relevancia y utilidad pues aportan una serie de ventajas, destacándose: un aumento y aceleración de procedimientos, esmero en los trabajos, convierten al ser humano en el dueño de la producción, promueven el comercio, extienden todo el consumo, y no por menos importante; satisfacen muchas de las necesidades promoviéndose el bienestar universal.

En la actualidad; la asociación ha venido presentando problemas con los planes de mantenimiento que se ejecutan a las maquinarias y equipos pertenecientes a esta,

además estos planes no se llevan a cabo de forma correcta, originando así paradas o interrupciones no programadas (casi frecuentes), ya que; no se tiene un registro de los parámetros establecidos para aplicar dichos planes y así garantizarse pleno desarrollo de actividades. Finalmente; la asociación cuenta con un total de doscientos noventa y cinco (295) dispositivos mecánicos, distribuidos entre maquinarias y equipos diversos (según un inventario reciente realizado en la misma).

Por lo tanto; se ha presentado la necesidad de comprobar que el funcionamiento de estas maquinarias y equipos pertenecientes a dicha asociación se encuentren en su mejor estado, a través de la correcta ejecución de las actividades del mantenimiento y así no tener algún tipo de demora o de parada durante su maniobra. También; esto se lograría evidenciar con respecto a las horas de disponibilidad de dichas maquinarias y equipos, así como también; en las horas de producción y desempeño de las mismas.

Debido a lo anterior expuesto; se ha decidido trabajar con un total de diecisiete (17) maquinarias y equipos (de la asociación), ya que; han presentado unas frecuentes interrupciones durante su funcionamiento, en parte; debido a la falta del seguimiento a las hojas de rutas, además; se debe indicar que el mantenimiento ejecutado (hoy en día) es correctivo, ya que; se aplica cuando ya ha ocurrido la falla (según información facilitada por personal operante de la asociación). Además; las maquinarias y equipos pertenecientes a APROAGUA C.A., poseen unos planes de mantenimiento correctivo que son aplicados luego de haberse sembrado y cosechado la materia prima, es decir; el maíz. Estos planes de mantenimiento consisten en realizar actividades que corrijan los defectos e imperfecciones que presentan, reemplazándose los repuestos dañados y haciendo cambios de aceites cuando sea necesario y limpieza general.

En conclusión; y en base a todo lo demostrado resulta relevante desarrollar la presente investigación cuyo objetivo se enfoque en proponer unos planes (concretos) para el mantenimiento preventivo a un total de diecisiete (17) maquinarias y equipos

de APROAGUA C.A., ubicada en la carretera nacional La Paragua (La Quina); en el Estado Bolívar. Ante la situación anteriormente expuesta; se presentan las siguientes interrogantes:

1. ¿Cuál es la situación actual en APROAGUA C.A., respecto al mantenimiento?
2. ¿Cuáles son las frecuencias de fallas del mantenimiento que se le realizan a maquinarias y equipos?
3. ¿Cuáles son los niveles de criticidad de las maquinarias y equipos?
4. ¿Cuáles son los modos y efectos de falla de las maquinarias y equipos?
5. ¿Qué planes de mantenimiento preventivo garantizarían la máxima rentabilidad de maquinarias y equipos?

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Proponer unos planes para mantenimiento preventivo de maquinarias y equipos de APROAGUA C.A., ubicada en la carretera nacional La Paragua (La Quina); en el Estado Bolívar.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Diagnosticar la situación actual presentada en APROAGUA C.A., respecto al mantenimiento.

2. Estimar las frecuencias de fallas en las maquinarias y equipos, para conocer el impacto en la producción.
3. Determinar niveles de criticidad de maquinarias y equipos de APROAGUA C.A.
4. Realizar un análisis de modos y efectos de las fallas a maquinarias y equipos para la prolongación de su vida útil.
5. Proponer unos planes de mantenimiento preventivo a maquinarias y equipos, que garanticen su máxima rentabilidad.

1.3 Justificación de la investigación

En este momento; es de suma importancia que toda entidad (en este caso de la rama industrial), cuente con un mantenimiento eficaz debido a que este es uno de los ejes principales dentro de cada sector. Este debe garantizar el funcionamiento regular de maquinarias y de equipos, para evitar su obsolescencia prematura, y así; minimizar los costos generados por la producción. Debido a lo anterior; la presente investigación se encamina en proponer unos planes para mantenimiento preventivo de maquinarias y equipos de APROAGUA C.A., esto con el fin de garantizar su mayor confiabilidad y mejorar gradualmente el mantenimiento (correctivo) ejecutado. Además; es preciso dar una solución viable al problema planteado, mediante planificación y diseño de un mantenimiento que garantice de forma eficaz y eficiente el desarrollo de actividades.

1.4 Alcance de la investigación

El presente estudio investigativo ha tenido como alcance proponer unos planes para mantenimiento preventivo de las maquinarias y equipos de APROAGUA C.A.,

ubicada en la carretera nacional La Paragua (La Quina); en el Estado Bolívar, con el fin de garantizarse un mejor funcionamiento, y asimismo; la prolongación de los años de vida útil de dichos dispositivos mecánicos.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Ubicación geográfica

La Asociación de Productores Agropecuarios de Guayana C.A. (APROAGUA C.A.), tiene su sede administrativa ubicada en la prolongación de la Avenida Nueva Granada, en Edificio América, en Piso Planta Baja Local 1, en Sector Negro Primero, en el Municipio Heres, Ciudad Bolívar, Estado Bolívar, Código Postal 8001, Registro de Información Fiscal (RIF.) J-305571155, Teléfonos de Contacto: (0285) 6547477 y (0285) 6547466. (Ver figura 2.1)



Figura 2.1 Sede administrativa (APROAGUA C.A.; 2018)

Por otro lado; el área de producción de APROAGUA C.A., está situado en la carretera nacional La Paragua (La Quina), en el Estado Bolívar. (Ver figura 2.2)

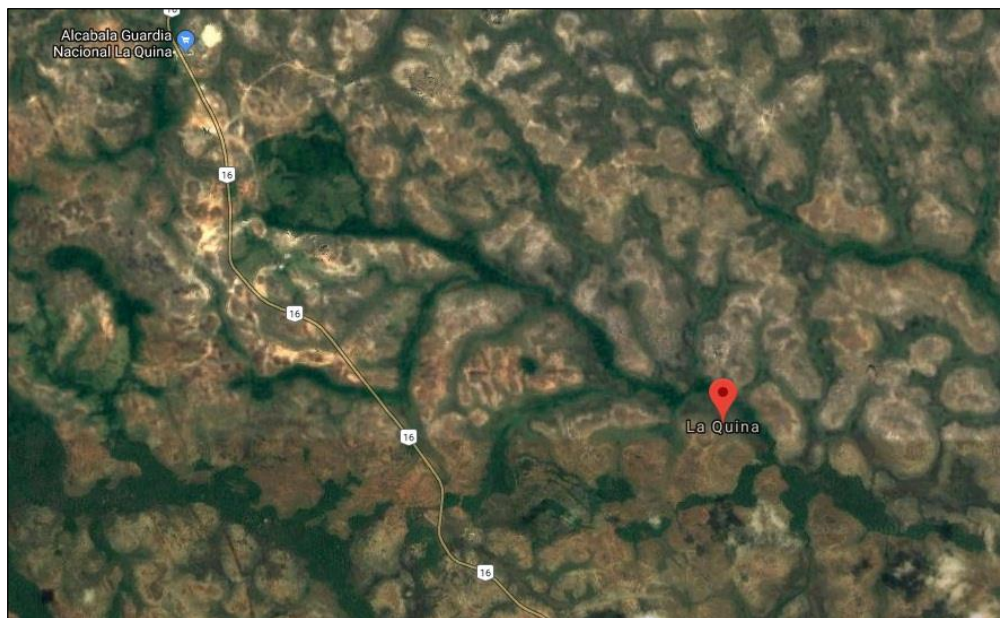


Figura 2.2 Área de producción (APROAGUA C.A.; 2018)

2.2 Reseña histórica

APROAGUA C.A., fue fundada y registrada en fecha del 10 de agosto de 1998; por un grupo de productores agropecuarios, entre los que se pueden destacar a: Jesús Alberto Moreno, Semiramys Rivero, José Rafael Unein, Olga Marina Nava, América Barbara Grundiger, Emy Suarez, Jhonny Arriola, José García, José Castillo y Germán Argumosa; todos venezolanos y mayores de edad.

Su domicilio o sede principal se estableció en Ciudad Bolívar; en jurisdicción del distrito Heres del Estado Bolívar, pudiéndose establecer anexos o delegaciones en cualquier otro lugar o municipio del estado y en otras sociedades del país. El área de producción de APROAGUA C.A., se estableció en la carretera nacional La Paragua (La Quina), Estado Bolívar; para llevar a cabo sus actividades productivas, ya que; el terreno de la antes mencionada ubicación cumplía con los parámetros necesarios para la siembra y cosecha de los productos distribuidos por la asociación.

APROAGUA C.A., se registró en la Oficina Subalterna de Registro del Distrito Heres del Estado Bolívar; bajo la planilla (forma H-980801490), y siendo agregada al cuaderno de planillas adicional N° 90, bajo el folio N° 90, siendo pagada en el Banco de Venezuela (SAICA), en fecha del 05 de agosto del año 1998. Adicionalmente; los derechos causados en Bolívares (Bs.) fueron: papel protocolo por un costo de 888,00; derecho especial por 44.400,00 y fotocopias 22.200,00; para un total de 67.488,00. Se agregó al cuaderno respectivo el recibo N° 21167, referente al servicio autónomo con un monto total de Bs. 60.739,00.

Finalmente; APROAGUA C.A., quedó registrado bajo número diecisiete (17), desde el folio cien (100) al folio ciento nueve (109), protocolo primero, tomo quinto, tercer trimestre del año en curso.

2.3 Misión

Ser una asociación que busca defender la producción agropecuaria estimulando el consumo de estos, a un nivel regional y nacional; para satisfacer las necesidades de sus clientes otorgándoles productos de alta calidad.

2.4 Visión

La visión de APROAGUA C.A., es; ser una asociación que representa a todos los productores agropecuarios frente a organismos nacionales, con el fin de ser mayor distribuidor de productos agrícolas del país.

2.5 Estructura organizativa

En teoría; la estructura organizativa (vigente) de APROAGUA C.A., se muestra a continuación. (Ver figura 2.3)

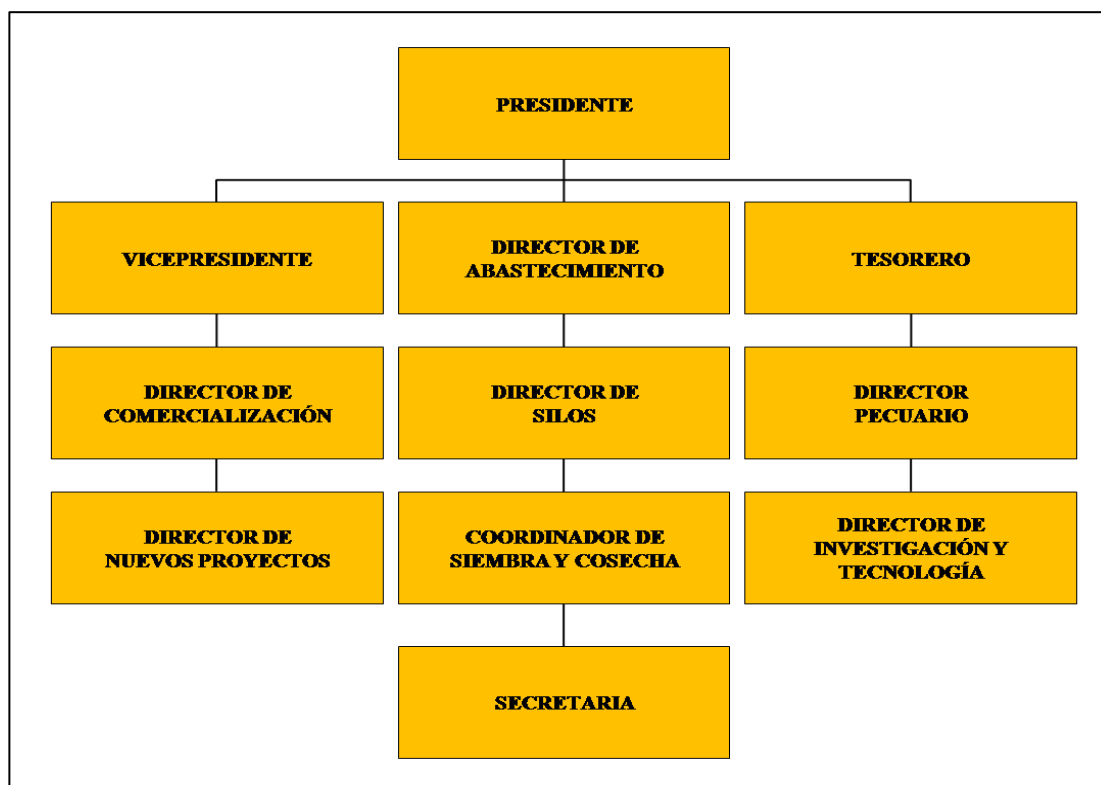


Figura 2.3 Estructura organizativa (APROAGUA C.A.; 2018)

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la investigación

Cedeño, J. (2013); en su estudio llamado: “**PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN NORMA COVENIN 3049-93, PARA LA PLANTA DE MEZCLA DE FLUIDOS DE PERFORACIÓN EN LA EMPRESA PROAMSA, MATURÍN; ESTADO MONAGAS**”. Entre sus conclusiones; se puede destacar que: la investigación previa se realizó con el propósito de elaborarse un plan de mantenimiento preventivo, para la planta de mezcla de fluido de perforación en empresa PROAMSA, Maturín; Estado Monagas, basado en la Norma Covenin 3049-93. Al respecto; el fin de la creación de dicho plan de mantenimiento es optimizarse las operaciones de la planta, y cuyo funcionamiento; está orientado a la disminución del tiempo de procesamiento de fluidos.

El trabajo de grado de grado (anterior) tiene relación con el presente trabajo de investigación, debido a que; se quiere proponer planes de mantenimiento preventivo a maquinarias y equipos de APROAGUA C.A., con el propósito de disminuir el tiempo dedicado al mantenimiento correctivo.

Aguilar, F. y Useche, C. (2012); en su investigación intitulada: “**DISEÑO DE PLAN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE Y SUB-ESTACIONES DE HIDROLAGO, C.A.**”. Entre sus conclusiones; se puede destacar que: dicho estudio ha tenido como un objetivo principal diseñarse un plan de mantenimiento preventivo para distribución de agua potable y sub-estaciones de Hidrolago, C.A., logrando preservación de equipos; y reduciendo el alto porcentaje de paradas no programadas, lo cual ha tenido como

resultado falta constante de servicio de agua potable en algunas zonas de la ciudad de Maracaibo.

Por último; la investigación realizada tiene una estrecha relación con el presente estudio, por cuanto; se desea implantar un mantenimiento preventivo en maquinarias y equipos pertenecientes a APROAGUA C.A., para de esta forma minimizarse paros imprevistos y que de esta forma dichos aparatos operen de manera óptima.

Rodríguez, A. (2010); **“PROPUESTA DE MEJORAS DE MANTENIMIENTO AL TOP DRIVE DEL TALADRO PDV-02, MEDIANTE APLICACIÓN DE UN ANÁLISIS CAUSA RAÍZ Y USO DE HERRAMIENTAS PREDICTIVAS”**. Entre sus conclusiones; se puede destacar que: el objetivo principal del estudio se fundamentó primordialmente en proponerse mejoras de mantenimiento al top drive del taladro PDV-02, mediante aplicación de análisis causa raíz y uso de herramientas predictivas.

El trabajo de investigación (anteriormente mencionado) relación con el presente estudio, ya que; se busca realizar mejoras de mantenimiento, realizándose diagnóstico para así conocer el estado actual de los equipos.

Blanco, Y. (2009); **“MEJORAS EN LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS PALAS P&H UBICADAS EN EL CUADRILÁTERO FERRÍFERO SAN ISIDRO DE C.V.G. FERROMINERA ORINOCO, C.A., CIUDAD PIAR.”** El presente trabajo de grado consistió en proponer mejoras en las actividades de mantenimiento preventivo en base a un análisis de causa raíz de la pala eléctrica P&H modelo 2100 BL, ubicada en Cuadrilátero Ferrífero San Isidro de C.V.G Ferrominera Orinoco C.A., con el propósito de aumentarse la disponibilidad del equipo y darle un mayor rendimiento, cumpliendo de esta manera los niveles de calidad y de seguridad requeridos por la empresa.

El trabajo de investigación realizado (previamente citado), posee cierta relación con el presente estudio, ya que; en este se realizó un análisis del mantenimiento de las maquinarias y equipos de APROAGUA C.A., con el propósito de prolongar sus años de vida útil.

Moreno, G. (2009); en su estudio intitulado: **“DISEÑO DE PLAN DE MANTENIMIENTO DE UNA FLOTA DE TRACTO-CAMIONES EN BASE A REQUERIMIENTOS EN SU CONTEXTO OPERACIONAL”**. El objetivo esencial del trabajo antes mencionado ha sido diseñar las estrategias de un plan de mantenimiento de una flota de tracto-camiones, bajo los requerimientos en su contexto operacional.

El trabajo de grado (anterior) está relacionado con la presente investigación, ya que; se ha diseñado un plan de mantenimiento en maquinarias y equipos, utilizándose un análisis de criticidad, para así; detectar los puntos críticos de dichos aparatos.

Aguilar, F. y Useche, C. (2012); en su investigación intitulada: **“DISEÑO DE PLAN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE Y SUB-ESTACIONES DE HIDROLAGO, C.A.”**. Entre sus conclusiones; se puede destacar que: dicho estudio ha tenido como un objetivo principal diseñarse un plan de mantenimiento preventivo para distribución de agua potable y sub-estaciones de Hidrolago, C.A., logrando preservación de equipos; y reduciéndose el alto porcentaje de paradas no programadas, lo cual ha tenido como resultado falta constante de servicio de agua potable en algunas zonas de Maracaibo.

Por último; la investigación realizada tiene una estrecha relación con el presente estudio, por cuanto; se desea implantar un mantenimiento preventivo en maquinarias y equipos pertenecientes a APROAGUA C.A., para de esta forma minimizarse paros imprevistos y que de esta forma dichos aparatos operen de manera óptima.

3.2 Bases teóricas

3.2.1 Definiciones de mantenimiento

Se refiere a un conjunto de las acciones que permite conservar o restablecer un sistema productivo a un estado específico (determinado), para que este pueda cumplir con un determinado servicio. Así mismo; el mantenimiento se refiere a combinación de actividades; mediante las cuales un equipo o sistema se mantiene en, o se establece a; un estado en el que puede realizar las funciones designadas. (Gómez, F.; 1998)

3.2.2 Importancia del mantenimiento

En relación a la importancia del mantenimiento; su objetivo primordial se basa en conservar cada uno de los bienes que componen los eslabones del sistema (directa e indirectamente), sin afectar los servicios, y en mejores condiciones de operatividad, con un muy buen nivel de confiabilidad, calidad y al menor costo posible. Así mismo; el mantenimiento no solo deberá mantener maquinas, sino también; instalaciones de iluminación, redes de computación, sistemas de la energía eléctrica, aire comprimido, agua, aire acondicionado, entre otros. (Gómez, F.; 1998)

3.2.3 Objetivos del mantenimiento

Se puede manifestar al respecto que; entre los principales objetivos que definen al mantenimiento (y que esta persigue), se encuentran los siguientes términos: evitar, contrarrestar, reducir y/o reparar fallas sobre los bienes precitados. Entre los objetivos más comunes del mantenimiento se pueden encontrar los siguientes:

1. Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.

2. Evitar detenciones inútiles o paradas de máquinas.
3. Evitar accidentes.
4. Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
5. Balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente al lucro cesante.
6. Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes. (Gómez, F.; 1998)

3.2.4 Tipos de mantenimiento

3.2.4.1 Mantenimiento correctivo

Se ejecuta únicamente cuando el equipo no está operando, por lo tanto este no puede seguir operando, también; no existe planificación para este tipo de operación y no es considerada su aplicación sino hasta el momento que ocurre la falla. (Gómez, F.; 1998)

3.2.4.2 Mantenimiento preventivo

Es definido como una técnica primordial para las empresas en lo que se planea y programa, teniendo como objetivo aplicar mantenimiento antes de que se presenten las fallas, bien sea cambiándose partes o reparándolas, y de esta forma; reducir gastos del mantenimiento. (Gómez, F.; 1998)

Este modelo de mantenimiento presenta dos categorías, las cuales se muestran a continuación:

❖ En base a tiempo o uso: se presenta, particularmente; para hacer frente a fallas potenciales con base a la condición del equipo, este se lleva a cabo de acuerdo con unas horas de funcionamiento o calendario establecido. (Gómez, F.; 1998)

❖ En base a condiciones: del equipo se conocerán los valores afectados y se dará auge al nuevo concepto; llamado como mantenimiento predictivo.

3.2.5 Confiabilidad operacional

Se define como cadena de técnicas de mejora continua, que introducen métodos de análisis y nuevas tecnologías; con el objetivo de perfeccionar servicio, planeación, ejecución y control de la producción (de bienes o de servicios). Se compone de cuatro parámetros, como: confiabilidad humana, confiabilidad de procesos, mantenibilidad y confiabilidad de los equipos, los cuales; son usados de una forma óptima para obtener un mejoramiento duradero y de largo plazo. (Gómez, F.; 1998)

3.2.6 Falla

Se denomina falla a la situación en que:

1. El componente o sistema deja cumplir parcialmente o totalmente su función.
2. Exista una diferencia inaceptable entre desempeño esperado y observado.

Así mismo; una falla, puede definirse como la terminación de la habilidad de un sistema/equipo/parte/ para realizar una función requerida.

Por último; la falla refiere a cualquier evento o situación que impide el normal cumplimiento de un propósito pre-establecido en un activo. (Gómez, F.; 1998)

3.2.6.1 Teoría de fallas

❖ Fallas iniciales: se caracteriza por tener una elevada tasa de fallas que descienden rápidamente con el tiempo, y además; las fallas pueden deberse a diversas razones técnicas, y enfatizándose: equipos defectuosos, instalaciones erróneas, errores de diseño, desconocimiento del equipo; por parte de operarios o por desconocimiento del procedimiento adecuado.

❖ Fallas normales: etapa o período con tasa de errores menor y constante, además; las fallas no se producen debido a causas propias al equipo, sino por causas aleatorias externas. Estas causas pueden ser: accidentes fortuitos, impropia operación, condiciones inadecuadas u otros.

❖ Fallas de desgaste: una etapa o período definido por una tasa de errores rápidamente creciente. Las fallas se producen por desgaste natural del equipo debido al transcurso del tiempo. (Gómez, F.; 1998)

3.2.7 Análisis de modo y efecto de falla

El análisis de modo y efecto de falla (o AMEF); se refiere a información de un evento secuencial que ocurre cuando se origina un modo de falla. Adicionalmente; se debe tener información precisa para definir las consecuencias y tareas (en este caso de mantenimiento). Por tanto; un AMEF se puede describir como proceso sistemático, continuo y permanente; cuyo objetivo es recomendar las acciones a tomarse durante el diseño o manufactura para reducir riesgos, costos asociados a fallas e incrementar la satisfacción del cliente. (Gómez, F.; 1998)

3.2.7.1 Importancia del análisis de modo y efecto de falla

La importancia de desarrollarse un AMEF es que permite conocer el impacto de las fallas de los activos, también fortalece la estructura del mantenimiento, rompiendo paradigmas y enfoques tradicionales. El AMEF es de suma importancia dentro de una industria, ya que; gracias al método se puede detectar y eliminar problemas de forma sistemática y total, para no tener ningún tipo de error en los productos.

3.2.7.2 Modo de falla

La descripción de un evento que causa falla funcional. Al determinar y registrar los modos de fallas es importante considerar la posibilidad de que se produzca. Todo modo de falla que no se haya producido, y que se considere poco probable no debe ser tomado en cuenta al menos que las consecuencias del mismo sean importantes.

3.2.7.3 Efecto de falla

Los hechos que acontecen o presentan luego de la ocurrencia de la falla. Entre los efectos de las fallas a considerar se encuentran:

1. La evidencia de que se ha producido una falla. (Gómez, F.; 1998)
2. Las formas en que la falla supone amenaza para seguridad o medio ambiente.
3. Las maneras en que se altera la producción o el funcionamiento considerando la incidencia en otros equipos.
4. Los daños físicos producidos. (Gómez, F.; 1998)

5. El tiempo de parada asociado a la falla. (Gómez, F.; 1998)

6. Los costos acarreados y penalidades originadas. (Gómez, F.; 1998)

3.2.7.4 Crear y formar el equipo AMEF

Los integrantes que formaran el grupo deben formarse específicamente en el método AMEF y también en las técnicas de análisis y solución de los problemas planteados. Es relevante que, para el estudio a realizarse, el grupo esté formado por el personal de mantenimiento de la asociación, ya que ellos son los que conocen las maquinarias y equipos de la misma. Se debe explicar al grupo todo lo referente al análisis de modo y efecto de falla para que así estén en la capacidad de dar repuesta a cada una de las actividades que se ejecutaran.

3.2.7.5 Identificar la maquinaria o equipo

El grupo ya formado es el encargado de identificar a que maquinaria o equipos se le va aplicar el AMEF y los responsables de dirigirlo y que solo se le va aplicar este análisis a las maquinarias y equipos con mayor nivel de criticidad, de los resultados obtenidos anteriormente.

3.2.7.6 Recoger datos de fallos y clasificarlos

Para la ejecución del AMEF se debe dirigir al grupo ya formado hacia la identificación de los problemas y fallas potenciales que presentan las maquinarias y equipos de la asociación, es importante contar con toda la información necesaria sobre cualquier falla que presenten las maquinarias y equipos.

3.2.7.7 Preparar el AMEF

El grupo de AMEF, mediante una o varias reuniones y ya teniendo la información relevante aportada por el responsable del AMEF y contando con las técnicas de análisis y solución de problemas más adecuadas en cada caso, se debe comenzar con la aplicación del AMEF a las maquinarias y equipos ya identificados anteriormente. Para ello, se debe completar en primer lugar el encabezamiento del formato de AMEF con los datos correspondientes (equipo, maquinaria, especificaciones, fecha, entre otros).

Se deben conocer los parámetros de evaluación para realizar el AMEF, estos se muestran a continuación en la figura 3.1

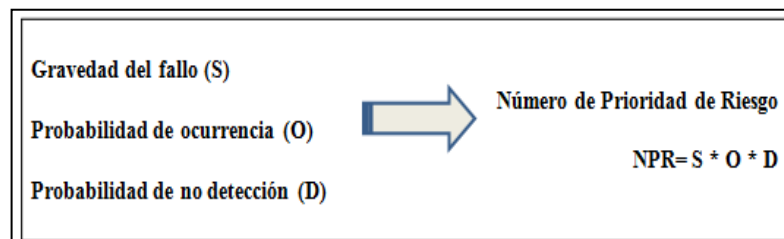


Figura 3.1 Parámetros de evaluación del AMEF.
(Elaboración Propia, 2018).

❖ Gravedad del fallo (G): El índice de gravedad valora el nivel de las consecuencias sentidas por el cliente, este es independiente de la frecuencia y de la detección.

3.2.7.8 Implementar el AMEF

El responsable de implementar cada una de las acciones correctivas propuestas es el encargado de planificar y asegurar su realización práctica. Si es preciso efectuar los ajustes o las modificaciones oportunas, con el objetivo de optimizar el resultado.

Tabla 3.1 Formato del análisis de modo y efecto de falla. (Elaboración propia, 2019)

Equipo o maquinaria:	Equipo de trabajo:
Fecha:	Responsable del diseño:
AMEF No.:	Pág.:

[illegible]

3.2.8 Los grupos técnicos:

Según (APROAGUA C.A, 2010), los grupos técnicos (GT) son, la célula fundamental más importante en el modelo organizativo del mantenimiento en la asociación, al ser éstos los actores principales en la ejecución del mantenimiento y de la ingeniería de mantenimiento.

3.2.8.1 Objetivo de los grupos técnicos

Los grupos técnicos tienen como objetivo principal lograr la máxima efectividad, con el mínimo costo que sea posible y cumpliendo así con las normas de seguridad y medio ambiente que sean vigentes. Todo esto, dentro de un marco de mejora que sea permanente de la confiabilidad del equipo o maquinaria.

De este mismo modo, estos grupos técnicos son los responsables de gestionar, de manera autónoma, actividades tales como las siguientes:

1. Desarrollar todo lo referente al mantenimiento, asegurándose de la incorporación de los planes pertinentes en el sistema y garantizando de esta manera su cumplimiento efectivo.
2. Conservar actualizada la información en los sistemas, asegurándose que en los mismos se encuentre la “memoria técnica,” desarrollada con la experiencia de años de trabajo de los profesionales que han incursionado en esta área.
3. Controlar las tareas correctivas necesarias en las diferentes paradas programadas o de oportunidad que existan, en función de los resultados de las inspecciones realizadas con anterioridad.

4. Realizar los análisis de falla correspondientes, ante sucesos importantes o reiterativos.

5. Garantizar la disponibilidad de los repuestos que sean necesarios, de modo de tenerlos disponibles en cada momento que surja un imprevisto y que toda la información se encuentre en los sistemas de mantenimiento.

6. Modificar las maquinarias y equipos de modo de optimizar la confiabilidad y mantenibilidad de los mismos, a través de su propia gestión técnica o apoyándose en el departamento de Ingeniería de mantenimiento.

7. Ser responsable de la seguridad de la gente propia y contratar de manera global (actitudes y condiciones) y ser el encargado de eliminar las condiciones inseguras de su área de incumbencia, de modo de evitar accidentes tanto de su personal como de otros que trabajen en la misma área.

8. Garantizar el cuidado del medio ambiente en todo lo relativo al control de los equipos a su cargo.

9. Convertirse en el “referente técnico” en su área y especialidad, de modo de servir de apoyo a las guardias de emergencias.

3.2.8.2 Función de los grupos técnicos

Estos Grupos técnicos son una herramienta conceptual para mejorar procesos, y son los GT quienes lideran el mejoramiento continuo a nivel de las maquinarias y equipos. Cada uno de los integrantes de un GT debe: planificar las actividades a desarrollar, establecer estas actividades valiéndose de los recursos que tiene a su disposición, verificar si la actividad fue exitosa y, en función de esto corregir para

volver a planificar y, de esta manera, continuar con este ciclo del mejoramiento continuo.

3.2.9 Análisis de criticidad

Permite fijar niveles jerárquicos en sistemas, en equipos y en componentes; en función del impacto global que se generan con el propósito de facilitarse toma de las decisiones. El objetivo de un análisis de criticidad es establecer un método que sirva de instrumento de ayuda en la determinación de la jerarquía de procesos, de sistemas y equipos de una planta compleja, permite; subdividir los elementos en secciones que puedan ser manejadas de manera controlada y auditable.

Desde el punto de vista matemático la criticidad se puede expresar como:

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia} \quad (3.1)$$

Donde la frecuencia está asociada al número de eventos o fallas que presentan el sistema o proceso evaluado y, consecuencia está referida con impacto y flexibilidad operacional, costos de reparación y los impactos en seguridad y ambiente. En función de lo anteriormente expuesto se definen a continuación como criterios fundamentales para realizar un análisis de criticidad los siguientes:

1. Seguridad. (Gómez, F.; 1998)
2. Ambiente.
3. Producción.(Gómez, F.; 1998)
4. Costos (operacionales y de mantenimiento).
5. Tiempo promedio para reparar. (Gómez, F.; 1998)
6. Satisfacción del cliente.

3.2.9.1 Criterios de evaluación del análisis de criticidad

1. Frecuencia de falla: define las veces en que falla cualquier componente del sistema que produzca la pérdida de su función, es decir, que implique una parada, en un periodo de tiempo. (Gómez, F.; 1998)

2. Tiempo promedio para reparar: tiempo promedio usado para repararse la falla, se considera; desde que el equipo pierde su función hasta que esté disponible para cumplirla nuevamente. (Gómez, F.; 1998)

3. Impacto en producción: representa el porcentaje de la producción que se deja de obtener en un período de tiempo debido a fallas ocurridas.

4. Costo de reparación: refiere al costo promedio por falla requerido para restituir el equipo o a condiciones óptimas del funcionamiento, incluye mano de obra, materiales, equipos y herramientas utilizadas. (Gómez, F.; 1998)

5. Impacto en salud y seguridad: posibilidad de ocurrencia de eventos no deseados con daños a personas. (Gómez, F.; 1998)

6. Impacto ambiental: posibilidad de ocurrencia de eventos no deseados con daños al ambiente. (Gómez, F.; 1998)

7. Impacto en la satisfacción de cliente: se evalúa impacto que ocurrencia de una falla afectaría a expectativas del cliente. En este caso; se considera a un cliente a las áreas a las cuales se suministran servicios industriales.

Tabla 3.2 Criterios para la evaluación del análisis de criticidad. (APROAGUA C.A.; 2019)

1. Frecuencia de falla (todo tipo de fallo)	Puntos
No más de 8 fallos por año	1
Entre 8 y 16 fallos por año	3
Entre 16 y 27 fallos por año	4
Más de 27 fallos por año	6
2. Tiempo promedio para reparar (TPPR)	Puntos
No más de 5 horas	1
Entre 5 y 21 horas	2
Entre 21 y 49 horas	4
Más de 49 horas	6
3. Impacto en la producción (por fallo)	Puntos
No afecta (No más de un 5% de la producción)	0,05
Bajo (Entre un 5% y un 25% de la producción)	0,30
Medio (Entre un 25% y un 75% de la producción)	0,50
Alto (Entre un 75% y un 95% de la producción)	0,80
Muy alto (Más de un 95% de la producción)	1
4. Costo de reparación (unidades monetarias en \$)	Puntos
No más de 50 UM\$.	3
Entre 50 y 90 UM\$.	5
Entre 90 y 180 UM\$.	10
Más de 180 UM\$.	25
5. Impacto en la salud y seguridad	Puntos
Sí	35

Continuación tabla 3.2

5. Impacto en la salud y seguridad	Puntos
No	0
6. Impacto ambiental	Puntos
Sí	30
No	0
7. Impacto en la satisfacción del cliente	Puntos
Sí	40
No	0

3.3 Bases legales

3.3.1 Constitución de la República Bolivariana de Venezuela

Particularmente; en el Artículo 184, de la carta magna se define lo siguiente: La ley creará mecanismos abiertos y flexibles para que los Estados y los Municipios se descentralicen y, además; transfieran a comunidades y grupos vecinales organizados; los servicios que éstos gestionen previa demostración de su capacidad para prestarlos, y promoviéndose transferencia de servicios en materia de salud, educación, vivienda, deporte, cultura, programas sociales, ambiente, mantenimiento de áreas industriales, mantenimiento y conservación de áreas urbanas, prevención y protección vecinal, así como; construcción de las obras y la prestación de servicios públicos. A tal efecto; se podrán establecer convenios, y cuyos contenidos; estarán orientados por principios de interdependencia, coordinación, cooperación y corresponsabilidad.

Además; el Artículo 184, establece (en su primera parte), que debe promoverse mantenimiento de áreas industriales, así también; mantenimiento que se debe realizar a las maquinarias y equipos pertenecientes a la industria.

3.3.2 Norma COVENIN 3049-93

En la Norma Venezolana COVENIN 3049-93, se define el marco conceptual de la función del mantenimiento a fin de atenderse a la unificación de criterios y principios básicos de esta función. Además; su aplicación está dirigida a sistemas en operación, sujetos a acciones de mantenimiento.

3.3.3 Normas ISO 9000 en el mantenimiento industrial

Resumidamente, el objetivo de dicha normativa es dar confianza al comprador, de que el sistema de la calidad del suministrador presentará un producto o un servicio, que cumpla con el nivel de la calidad por el requerido. La norma agrega, además que la organización debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura requerida para logrársela conformidad con requisitos del producto. Adicionalmente; desarrollar e implementar métodos del mantenimiento, para asegurarse de que; la infraestructura continúe cumpliendo las necesidades de la organización.

3.4 Definición de términos básicos

Confiabilidad: capacidad de un activo y/o componente para realizar una función requerida bajo condiciones dadas para un intervalo de tiempo. (Gómez, F.; 1998)

Diagnóstico método del conocimiento y análisis del desempeño de una entidad o institución (interna y externamente), de un modo que se pueda facilitar la toma de las decisiones. (Gómez, F.; 1998)

Disponibilidad: refiere a la capacidad de un activo y/o componente para estar en un estado, para realizar una función requerida y bajo condiciones dadas en un instante dado del tiempo o intervalo del tiempo (Gómez, F.; 1998).

Falla o avería: ocurrencia que origina la terminación de capacidad de un equipo para realizar su función en una condición adecuada o para dejar de realizarla del todo. (Gómez, F.; 1998)

Mantenibilidad: capacidad (o probabilidad, si se habla en términos estadísticos), bajo unas condiciones dadas que tiene un activo o un componente de ser mantenido o restaurado en un periodo de tiempo (dado a un estado) donde sea capaz de ejecutarse su función original. (Gómez, F.; 1998)

Maquinaria: aparato creado para aprovecharse, regular o dirigir la acción de una fuerza (Gómez, F.; 1998).

Mejorar: pasar de un estado a otro que dé un mayor desempeño de la máquina o del equipo (Gómez, F.; 1998).

Vida útil: es un período que transcurre desde momento de inicio de la utilización del equipo, hasta cuando pierde sus propiedades funcionales para el que fue diseñado (Gómez, F.; 1998).

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Tipo de la investigación

4.1.1 Investigación descriptiva

Según el nivel de su profundidad el presente estudio es de tipo descriptivo. Al respecto; el autor Fidias, A. (2006) establece que, una investigación descriptiva es la caracterización de un hecho, un fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura y/o comportamiento. Básicamente; a través de este estudio investigativo se permite indagar (de forma descriptiva) las maquinarias y equipos de APROAGUA C.A., para así; conocer cómo estos son analizados, además; conocer cómo se ejecutan cada una de las diversas actividades o labores del mantenimiento (actualmente de tipo correctivo) por parte del personal técnico de esta empresa u organización.

4.1.2 Investigación básica

Adicionalmente; en relación a su propósito, el presente estudio se puede definir como investigación básica. Al respecto; conocido también pura o fundamental, busca el progreso científico, asimismo; acrecentar conocimientos teóricos, y sin interesarse en posibles aplicaciones o en efectos, es más formal buscar diversas generalizaciones, con vistas al desarrollo de teorías basadas en principios y leyes.

Por último; el estudio en cuestión, ha tenido como objetivo primordial formular nuevas teorías o modificar las ya existentes, todas enfocadas en proponer unos planes del mantenimiento preventivo, ya que; APROAGUA C.A., solo cuenta (al presente); con planes de mantenimiento correctivo.

También es proyectiva. Según Hurtado, J. (2008); esta consiste en elaboración de una propuesta, un plan, un programa y/o un modelo, como solución a un problema o a una necesidad del tipo práctico, ya sea de un grupo social; institución, una región geográfica, en un área particular del conocimiento, y a partir del diagnóstico preciso de necesidades del momento (actual), procesos explicativos o generadores implicados y tendencias futuras, es decir; con base en resultados de un proceso investigativo. Es proyectiva, ya que; se proponen planes de mantenimiento preventivo a maquinarias y equipos pertenecientes a APROAGUA C.A. Adicionalmente; es una investigación no experimental. Al respecto; es cualquier estudio en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a sujetos o condiciones. Por lo tanto; es un estudio no experimental, por cuanto; se manejan todas las variables observándose cada una de las fallas detectadas tal y como se dan en su contexto natural.

4.2 Diseño de la investigación

En primer lugar; el mismo se refiere a un diseño documental. Según Fidias, A. (2006); se define como: un proceso basado en la búsqueda, en recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir los obtenidos y registrados por investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales y/o electrónicas. En esta investigación ha sido necesario utilizar distintas fuentes de información impresa y electrónica tales como: libros, trabajos, tesis de grado, entre otros; para orientar de la mejor manera el desarrollo del presente estudio.

En segundo lugar; se considera también que este estudio presenta un diseño de campo. Se efectúa en el lugar y el tiempo en que ocurren los fenómenos u objetos del estudio. Debido a que todos los datos recolectados se hacen de una forma directa en el área de estudio, para así; conocerse las causas que provocan las fallas. Estos datos han sido obtenidos directamente década una de las maquinarias y equipos analizados, y sin manipularse variable alguna.

4.3 Población de la investigación

Según opinión del autor Fidias, A. (2006); con relación a la población se refiere a: conjunto finito y/o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de un estudio, y siendo; delimitada por el problema y por los objetivos del estudio. Según lo definido con anterioridad; la población de la presente investigación está compuesta por un total de diecisiete (17) maquinarias y de equipos de APROAGUA C.A. (Ver tabla 4.1)

Tabla 4.1 Población (APROAGUA C.A.; 2019)

Población de la Investigación		
Nº	Nombre de la Maquinaria o Equipo	Cantidad
1	Cosechadora	1
2	Sub-solador	1
3	Sembradora	1
4	Vagón de descargue	1
5	Picadora repicadora	1
6	Rotativa	1
7	Máquina de oruga	1
8	Asperjadora	1
9	Tractor	1
10	Moto-bomba	1
11	Bomba de agua	1
12	Encaladora	1
13	Rastra	1
14	Pailoader	1
15	Reabonadora	1
16	Cañón	1
17	Bazuca	1
	Total	17

Además de esto también se toma en cuenta a los 25 dueños de maquinaria y a los 102 operadores, esto debido a que los dueños son los que administran las maquinarias y los operadores quien conoce el funcionamiento y las fallas de las mismas.

4.4 Muestra de la investigación

En relación a la muestra de la investigación; la misma se caracteriza por ser no probabilística. Según Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P. (2006); definen a la muestra como: elección de elementos donde no se depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con características de la investigación o de quién hace la muestra. En esta investigación la muestra viene a ser la misma que la población, ya que; se está estudiando un total de diecisiete (17) maquinarias y de equipos de APROAGUA C.A. (Ver tabla 4.2)

Tabla 4.2 Muestra (APROAGUA C.A.; 2019)

Muestra de la Investigación		
N°	Nombre de la Maquinaria o Equipo	Cantidad
1	Cosechadora	1
2	Sub-solador	1
3	Sembradora	1
4	Vagón de descargue	1
5	Picadora repicadora	1
6	Rotativa	1
7	Máquina de oruga	1
8	Asperjadora	1
9	Tractor	1
10	Moto-bomba	1
11	Bomba de agua	1
12	Encaladora	1
13	Rastra	1
14	Pailoader	1
15	Reabonadora	1
16	Cañón	1
17	Bazuca	1
	Total	17

Además dentro de la muestra también se tomara en cuenta a los 25 dueños y 102 operadores.

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.5.1 Técnicas de recolección de datos

A continuación; se mencionan las técnicas aplicadas:

1. Observación libre o no estructurada: para el autor Arias, F. (2006); se ejecuta en función de un objetivo, pero sin una guía prediseñada que especifique cada uno de los aspectos que deben ser observados. A través de esta técnica; se obtuvo un mayor conocimiento de las actividades de mantenimiento aplicados hoy en día.

2. Revisión bibliográfica: esta técnica se efectuó con el propósito de conocerse cada una de las operaciones actuales u otros datos que resulten de interés relacionados con el estudio desarrollado.

3. Entrevista informal: según Arias, F. (2006); en esta modalidad no se dispone de una guía de preguntas diseñadas previamente. Sin embargo; este es orientado por unos objetivos preestablecidos, logrando definir el tema. Esta técnica se llevó a cabo al personal técnico de APROAGUA C.A., con el objetivo de lograr información más detallada acerca de las actividades de mantenimiento aplicadas.

4.5.2 Instrumentos de recolección de datos

Seguidamente; se mencionan los instrumentos aplicados:

1. Cuaderno de anotaciones: ha sido utilizado para plasmar información lograda en las entrevistas (de manera informal) al personal técnico de APROAGUA C.A.

2. Lápiz: ha sido utilizado para asentarse la información producto de entrevistas (de manera informal) al personal técnico de la entidad, además; asentando otros datos informativos obtenidos.

3. Recursos bibliográficos: han sido empleados en pro de respaldar el estudio, y obteniéndose información derivada de otros autores. Entre los recursos bibliográficos aplicados (por ambos investigadores); se pueden destacar: tesis, libros, publicaciones de internet, entre otros.

4. Computadora: este instrumento ha sido utilizado con el objetivo de guardar y editarse información relativa al estudio en cuestión. Así como también; se utilizó para lograr cierta información de las diferentes fuentes de internet.

5. Equipos de protección personal (EPP): camisa manga larga, pantalón de jean, botas de seguridad, tapa oídos, tapones, casco de seguridad, entre otros.

4.6 Técnicas de ingeniería industrial utilizadas

4.6.1 Diagrama de causa-efecto

El diagrama de causa-efecto fue desarrollado por Kaoru Ishikawa en 1943, es una de las herramientas más eficaces y más utilizadas en acciones de mejoramiento y control de calidad en las organizaciones, ya que permite, de una forma sencilla, agrupar y visualizar las razones que han de estar en el origen de un cualquier problema o resultando que se pretenda mejorar. Esta técnica se utiliza en el presente trabajo de investigación para diagnosticar cómo está la situación actual de APROAGUA C.A., para visualizar los problemas presentes en la misma con respecto al mantenimiento.

4.6.2 Diagrama de Pareto

Núñez, A. (2010) define el diagrama de Pareto como “un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos, y tiene como objetivo ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus causas más importantes”. Se utiliza este diagrama para establecer las maquinarias y equipos que generan mayor número de fallas.

4.6.3 Análisis de modo y efecto de falla

El Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF), es un procedimiento que permite identificar fallas en productos, procesos y sistemas, así como evaluar y clasificar de manera objetiva sus efectos, causas y elementos de identificación, para de esta forma, evitar su ocurrencia y tener un método documentado de prevención. Esta técnica se utiliza para conocer las causas y efectos de las fallas que presentan las maquinarias y equipos de APROAGUA C.A.

4.6.4 Análisis de criticidad

El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional, basado en la realidad actual. Esta técnica se utiliza con la finalidad de jerarquizar los niveles críticos de las maquinarias y equipos.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Diagnóstico de la situación actual presentada en APROAGUA C.A., respecto al mantenimiento.

Para el diagnóstico de la situación actual se contactó con la dirección administrativa de Aproagua, además de contactar con los dueños de las fincas y maquinarias disponibles de la asociación, se tomó nota de todos los problemas observados y la problemática resaltada por cada uno de los dueños de la maquinaria, todos los fallos, todas las averías, la forma de realizar el mantenimiento, esto con la finalidad de determinar cuáles son los problemas que afectan en mayor grado a la asociación.

5.1.1 Descripción de la situación actual de la realización del mantenimiento en APROAGUA C.A.

APROAGUA, es una organización, en donde los productores disponen de las maquinarias existentes, sin importar quién es el dueño de equipo, colaborando así unos con otros con la finalidad de lograr los mejores rendimientos a la hora de la cosecha, más en su estructura como organización no se dispone de un responsable de mantenimiento de los mismo, los costos del mantenimiento de los equipos son responsabilidad directa del dueño, no existe un sistema de mantenimiento establecido por la asociación, los productores solamente informan a la dirección administrativa de Aproagua del estado actual de las maquinas, no del mantenimiento realizado ni los costos del mismo.

La organización, no lleva registros de mantenimiento de los equipos, registros de fallas, información básica de los equipos existentes, ni dispone de un personal encargado del seguimiento del mantenimiento, por lo que el mismo se realiza de forma desorganizada o simplemente no se realiza.

Debido a que no existen registros del mantenimiento se realizó una entrevista no estructurada aplicada a los 25 dueños de las maquinarias, la cual dio como resultado que el 100% de la maquinaria y equipos se le realiza un mantenimiento correctivo no planificado, además de dejar ver que el 86% del mantenimiento lo realiza el operario, mientras que el 14% lo realiza un mecánico contratado, el 100% no dispone de un stock de repuestos mínimos, por lo que requieren de largas esperas cuando requieren del cambio de algún repuesto, teniendo que recorrer hasta 300km para poder adquirir el mismo y sin la certeza de encontrarlo debido a la escases de repuestos que atraviesa el país.

Otro punto a resaltar de la entrevista es que denoto que el 100% de los productores no llevan registros de mantenimiento, ni de fallas, además de que solo el 9,3% de estos considera que su personal está capacitado para la realización del mantenimiento y del registro del mismo. Así mismo se pudo observar que solo el 6.9% de los encuestados tiene acceso a los insumos necesarios para el mantenimiento.

También se pudo constatar que el 90% de las maquinarias y equipos está operativo, y que el 10% restante solamente se le realizara el mantenimiento correctivo en la próxima jornada de siembra o cosecha según corresponda, por lo que el equipo permanece parado y en falla hasta que se necesite y sea reparado.

La asociación no conoce cuales son las marcas, modelos y especificaciones de las maquinarias y equipos, esta información solo la manejan los productores. Debido a

esto la asociación no puede prestarle apoyo técnico a la hora de realizar el mantenimiento.

Cabe acotar que se realizó una entrevista no estructurada con cada uno de los productores por vía telefónica, en esta entrevista se pudo observar que la mayoría de los productores consideran que la situación país es la que los obligo a no realizar el mantenimiento, poniendo como justificación los altos costos, la falta de insumos, la falta de herramientas e incluso la inseguridad, al no poder disponer de un almacén para resguardar los repuestos.

5.1.2 Diagrama causa efecto de las fallas de la realización del mantenimiento a los equipos y maquinarias de la Aproagua

Utilizando la descripción de la situación actual antes planteada, se elabora un diagrama de acusa efecto, o diagrama de Ishikawa, el cual nos permite observar de forma gráfica las causas y sub causas que generan las fallas en el mantenimiento de la Aproagua C.A.

Para realizar el diagrama se utilizó los problemas observados en la descripción de la situación actual, clasificándolo en tres categorías, la mano de obra, los materiales y equipos; la organización y los productores; la mano de obra, los materiales y equipos, se encuentra como principal causa ya que los altos costos y el déficit de repuestos y mano de obra afectan directamente la realización del mantenimiento, la organización se encuentra debido a que esta no tiene un departamento de mantenimiento ni una estructura de mantenimiento existente, no fomenta la realización del mismo y no capacita al personal, mientras que los productores se encuentran porque no realizan el mantenimiento a los equipos, no llevan registros y no llevan ningún plan de mantenimiento. Cada causa principal ira acompañada de sub-causas, las cuales afectan directamente y generan las fallas en la realización del mantenimiento (Figura 5.1)

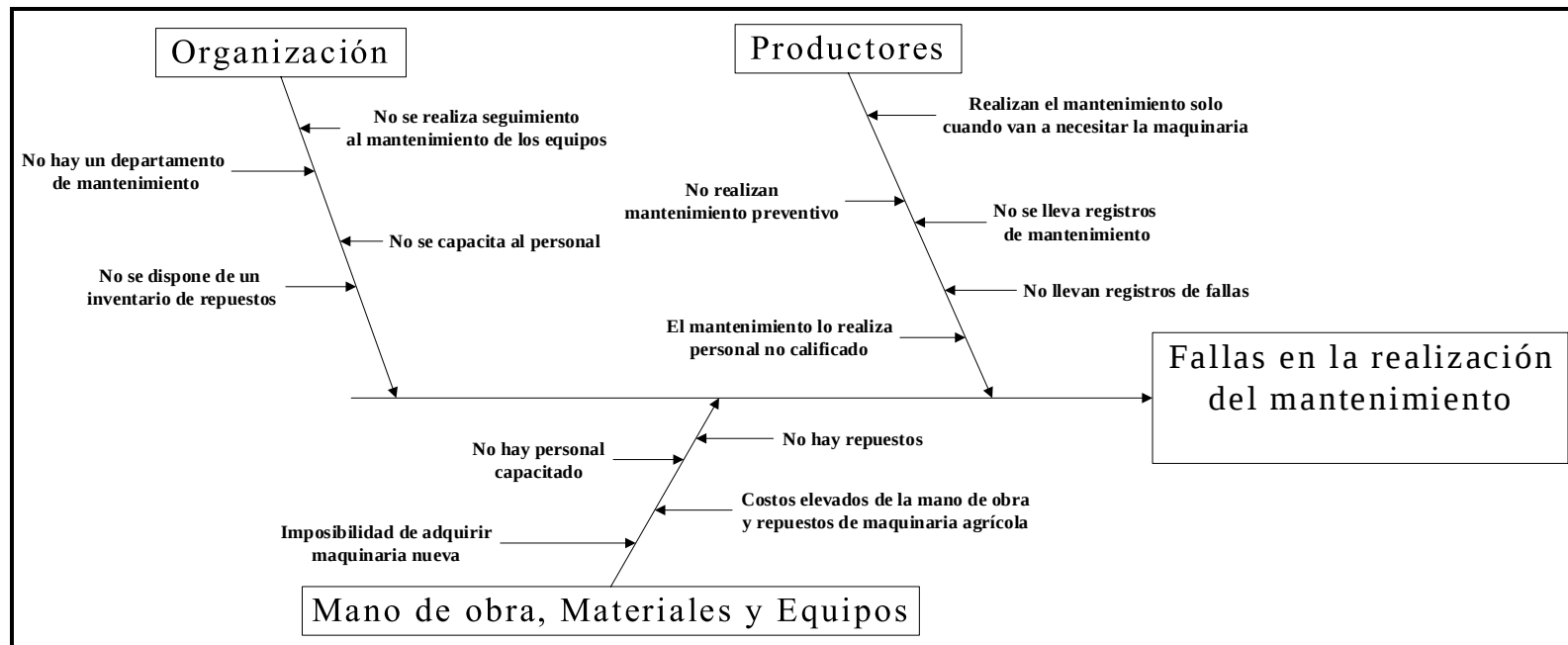


Figura 5.1 Diagrama de causa efecto de las fallas en la realización del mantenimiento en la Aproagua (Elaboración propia 2019)

De esta forma se puede observar de gráficamente, las causas que generan las fallas en la realización del mantenimiento en Aproagua, C.A., la falta de mano de obra capacitada, materiales y repuestos de buena calidad, afectan a los costos del mantenimiento, incluso afecta a los tiempos de realización del mismo, debido a que los trabajos se tienen que realizar en repetidas ocasiones, esto al realizarse mal o al conseguirse una pieza que no era la indicada, sumándole a esto la mala organización, la cual al no disponer de un departamento de mantenimiento, no permite el estudio completo de las fallas para disminuir sus apariciones, y el poco interés de los productores, los cuales no le dan la debida importancia al mantenimiento.

5.1.3 Diagrama de Pareto para identificar de forma cuantitativa los problemas que más afectan la realización del mantenimiento a los equipos y maquinarias de la Aproagua

El diagrama de Pareto permite realizar un análisis cuantitativo para verificar cuales son las causas o sub causas que afectan en mayor grado a la realización del mantenimiento a los equipos y maquinarias de Aproagua, para realizar este análisis se contactó con los productores dueños de maquinaria, solicitando además tener contacto con los operadores de maquinarias, a los cuales se les entrevisto de forma semanal durante los periodos de siembra y de cultivo, periodo donde se utiliza más la maquinaria, para observar la repeticiones de las condiciones que generan las fallas en la realización del mantenimiento de los equipos, esto puede observarse en la tabla de repeticiones (tabla 5.1)

Tabla 5.1 Repeticiones de las causas y sub causas de las fallas en la realización del mantenimiento en Aproagua (Elaboración propia, 2019)

Causas y Sub causas	Repeticiones
No se dispone de inventario de repuestos	454
No hay personal capacitado	256
No se realiza mantenimiento preventivo	358
Altos costos de los repuestos	680
No hay departamento de mantenimiento	135
Falta de seguimiento al mantenimiento	268
Falta de repuestos cerca del área de siembra	346
Falta de registros de mantenimiento	120
Mantenimiento mal realizado	436
Falta de registros de fallas	136

Las repeticiones son resultado de la entrevista telefónica con los 25 dueños y los 102 operarios, los cuales relataron las fallas presentadas en los equipos durante el periodo de siembra, comprendido desde el 15 de abril del 2019 hasta el 10 de mayo del 2019, y el periodo de cosecha el 1 al 20 de octubre de 2019, una vez por semana, las

causas de estas fallas fueron categorizadas según su causa y según lo que dificultó la realización de la tarea del mantenimiento y asignada a la causa o sub causa que mejor concordara.

Con esta tabla repeticiones se procede a elaborar la tabla de frecuencias (Tabla 5.2) la cual permitirá la realización del diagrama de Pareto el cual puede observarse en la figura 5.2

Tabla 5.2 Frecuencia de las repeticiones de las causas y sub causas de las fallas en la realización del mantenimiento en Aproagua (Elaboración propia, 2019)

Causas y Sub causas	Frecuencia absoluta	Frecuencia absoluta porcentual	Frecuencia acumulada
Altos costos de los repuestos	680	21%	21%
No se dispone de inventario de repuestos	454	14%	36%
Mantenimiento mal realizado	436	14%	49%
No se realiza mantenimiento preventivo	358	11%	60%
Falta de repuestos cerca del área de siembra	346	11%	71%
Falta de seguimiento al mantenimiento	268	8%	80%
No hay personal capacitado	256	8%	88%
Falta de registros de fallas	136	4%	92%
No hay departamento de mantenimiento	135	4%	96%
Falta de registros de mantenimiento	120	4%	100%

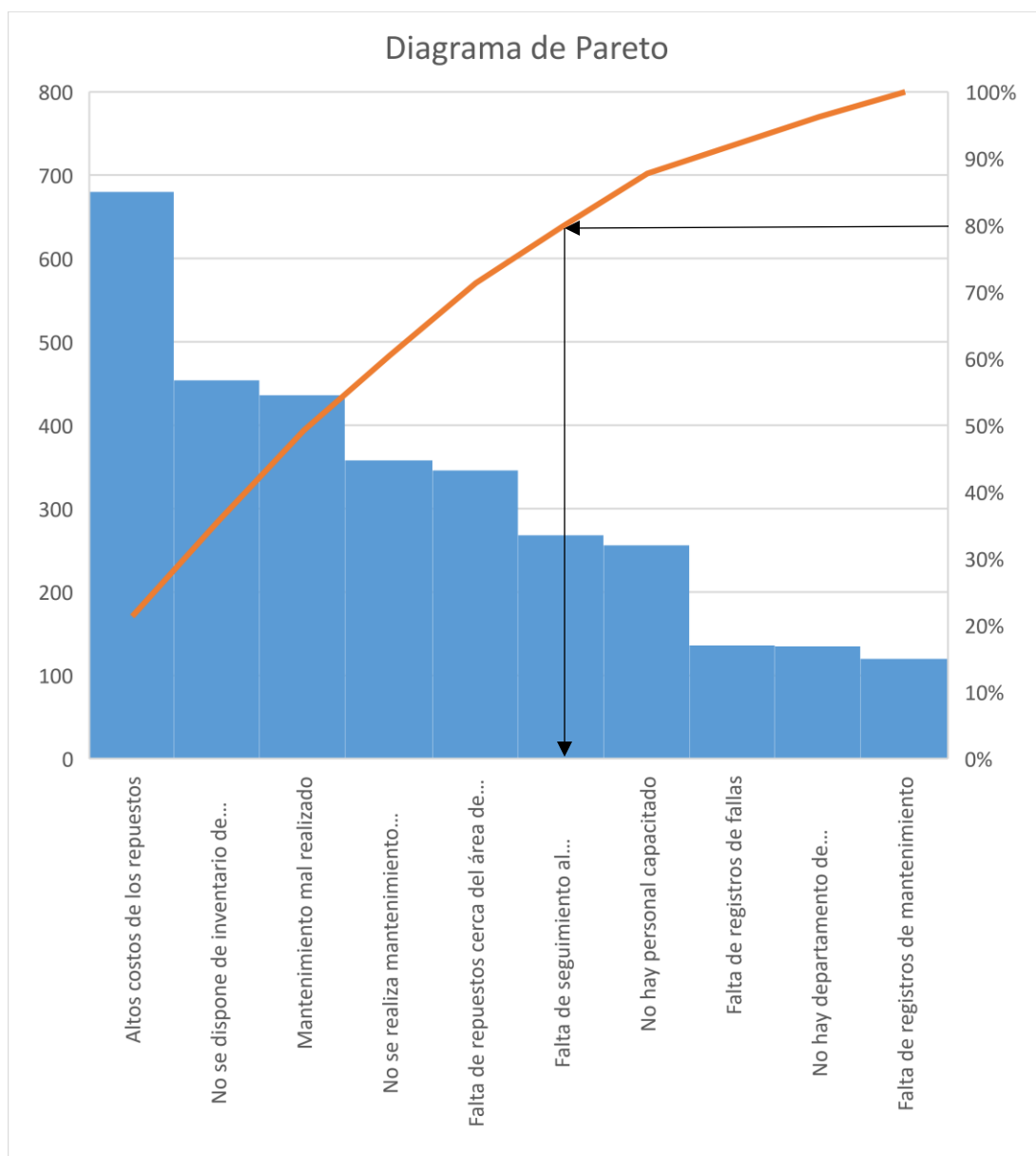


Figura 5.2 Diagrama de Pareto de las causas y sub causas de las fallas en la realización del mantenimiento en Aproagua (Elaboración propia, 2019)

De esta forma se puede observar que los problemas que afectan en mayor grado a la realización del mantenimiento son, el alto costo de los repuestos, la falta de stock de repuestos, la mala realización del mantenimiento, la falta de realización de

mantenimiento preventivo, la poca disponibilidad de repuestos cerca del área de trabajo y la falta de seguimiento a la realización del mantenimiento.

La condición que afecta en mayor grado es el alto costo de los repuestos y mano de obra calificada, esta causa puede mejorarse e incluso solventarse, realizando pequeñas acciones por parte de la asociación, como lo son: la realización de cursos de capacitación para la realización del mantenimiento de tractores, adquisición de los repuestos e insumos en grandes cantidades, reduciendo costos unitarios y costos de logísticas de búsqueda y reduciendo el impacto de la inflación.

5.1.4 Identificación de los diferentes modelos de equipos y maquinarias disponibles en la Aproagua C.A.

Para la identificación de los modelos de equipos y maquinarias disponibles en la asociación se contactó nuevamente a los productores, los cuales proporcionaron la información requerida, la cual puede observarse en la siguiente tabla (Tabla 5.3)

Tabla 5.3 Identificación de la maquinaria por modelo (Elaboración propia,2019)

Modelo de maquinarias existente en Aproagua					
Nro.	Productor	Cosechadora	Máquina de oruga	Tractor	Payloader
1	Afanador Américo	-	-	1 Belarus 1021 1 Zetor 6211	-
2	Antonini Adrián	Massey Ferguson 5650	-	2 Belarus 1523 2 Veneminsk VM62	-
3	Arrijoa Johny	Massey Ferguson 5650	-	1 John Deere 4240 2 Belarus 1222 2 Ford 7610	-
4	Bianchi Emilia	-	1 Caterpillar D5 serie C	2 Belarus 1021 2 Belarus 1221 1 Veneminsk VM62	2 Caterpillar 924F 1 John Deere 544K
5	Carias Carlos	-	-	2 Ford 7610 1 Zetor 6211	-
6	Castro Ether	-	1 Caterpillar D5 serie C	2 Belarus 1021 1 Ford 6600 1 Jhon Deere 4240 1 Veneminsk VM89	1 Caterpillar 966
7	Devera Anibal	-	-	1 Ford 6600 1 Belarus 1021 1 Zetor 6211	-
8	Devera José Ramón	-	-	2 Belarus 1021	-
9	Díaz José	-	-	2 Belarus 1221	-
10	Díaz Raúl	-	-	2 Belarus 1021	-
11	Estévez Miguel	-	-	1 Belarus 1222	-
12	Fernández Luis	1 John Deere 4400	-	2 Veneminsk VM89	-
13	Flores Dionis	1 Laverda 1320	-	3 Veneminsk VM89	-

Continuación de la tabla 5.3

Modelo de maquinarias existente en Aproagua					
Nro.	Productor	Cosechadora	Máquina de oruga	Tractor	Payloader
14	Flores Juvenal	1 Jhon Deere 4400 2 Massey Ferguson 5650	-	-	-
15	Freddy Guerrero	1 Massey Ferguson 5650	-	1 Jhon Deere 4240 2 Belarus 1222 2 Belarus 1021 2 Ford 7610	-
16	Guzmán Orangel	1 Laverda 1320	-	1 Veneminsk VM62	-
17	Maximiliano Haddao	-	-	3 Belarus 1222	-
18	Martínez Giovanny	-	-	1 Belarus 1021	-
19	Márquez Manuel	-	1 Caterpillar D5 serie C	2 Veneminsk VM62	-
20	Ramos Ysbelia	3 Massey Ferguson 5650	-	-	-
21	Rivas José	-	-	2 Veneminsk VM130	-
22	Rodríguez Jorge	2 Jhon Deere 4400	-	2 Belarus 1222 2 Belarus 1021	-
23	Rodríguez José	2 Jhon Deere 4400	-	2 Belarus 1222 2 Belarus 1021	-
24	Selva José	-	-	1 Jhon Deere 4240 2 Ford 6710	-
25	Sbein Nasser	3 Massey Ferguson 5650	1 Caterpillar D5 serie C	1 Ford 7610 1 Ford 6710 4 John Deere 6068T 3 Belarus 1523	-
Totales		19	4	75	4

Con estos datos se puede observar que existen 13 modelos diferentes de tractores, 3 modelos de cosechadoras, un modelo de máquina de oruga y 3 modelos diferentes de Payloader. Teniendo ya la maquinaria identificada se procede a identificar los equipos, la cual puede verse en la tabla 5.4

Tabla 5.4 Identificación de los equipos disponibles en la Aproagua, C.A., por productor (Elaboración propia, 2019)

Productor	Equipos que posee
Afanador Américo	1 Sembradora de 4 hilos, 1 Asperjadora de 1100 L, 1 Reabonadora de 4 hilos
Antonini Adrián	1 Subsolador de 6 puntas, 1 Sembradora de 9 hilos, 2 Rotativas de 2 cuchillas , 2 Asperjadora de 1100 L, 2 Reabonadora de 4 hilos, 1 Bazuca de 6 m
Arrioja Johny	1 Subsolador de 6 puntas, 2 Sembradora de 6 hilos, 2 Vagón de descargue de 9m ³ , 1 picadora, 1 rotativa simple, , 1 Asperjadora de 1100 L, 2 motobomba de 35hp, 1 encaladora de 3 m, 4 rastras de 28 discos, 2 Reabonadora de 6 hilos, 1 Bazuca de 6m
Bianchi Emilia	1 picadora, 1 Rotativa de 2 cuchillas, 2 Rotativa simple, 1 Asperjadora de 1100 L, 1 Encaladora de 2 m, 3 rastras de 18 discos, 1 Reabonadora de 4 hilos, 1 cañón de regado
Carias Carlos	2 Motobomba de 15Hp; 1 Bomba de Agua de 20Hp
Castro Ether	2 Sembradora de 4 hilos, 1 Vagón de descargue de 9m ³ , 1 Picadora, 1 Asperjadora de 1100 L, 1 Motobomba de 35Hp
Devera Anibal	2 Rotativas simples, 1 Asperjadora de 1100 L, 1 Rastra de 20 Discos, 2 Reabonadora de 4 hilos.
Devera José Ramón	1 Asperjadora de 1100 L, 1 Moto bomba de 15Hp, 1 Reabonadora de 4 hilos.
Díaz José	1 Sembradora de 4 hilos, 1 Rotativa Simple, 3 Asperjadora de 1100 L, 2 Rastra de 18 discos.
Díaz Raúl	1 Sembradora de 4 hilos, 1 Rotativa Simple, 3 Asperjadora de 1100 L, 2 Rastra de 18 discos.
Estévez Miguel	1 Asperjadora de 1100 L, 2 Motobomba de 20Hp, 1 Rastra de 18 discos, 1 Reabonadora de 4 hilos.
Fernández Luis	1 Asperjadora de 1100 L, 1 Rastra de 18 discos, 1 Reabonadora de 4 hilos.

Continuación de la tabla 5.4

Productor	Equipos que posee
Flores Dionis	2 Sembradora de 6 hilos, 1 Rotativa Simple, 1 Asperjadora de 1100 L, 2 Reabonadora de 4 hilos, 1 Bazuca de 6 m.
Flores Juvenal	3 Sembradora de 6 hilos, 2 Asperjadora de 1100 L, 3 Rastra de 18 discos
Freddy Guerrero	2 Sembradora de 4 hilos, 2 Rotativa simple, 2 Asperjadora de 1100 L, 4 Rastra de 18 discos, 2 Reabonadora de 4 hilos, 1 Cañón de riego, 3 Bazuca de 6 m.
Guzmán Orangel	1 Sembradora de 4 hilos, 1 Rotativa simple, 1 Asperjadora de 1100 L, 1 Motobomba de 20Hp, 1 Reabonadora de 4 hilos, 1 Bazuca de 6 m.
Maximiliano Haddao	2 Rotativas simples, 3 Asperjadora de 1100 L, 3 Motobomba de 30Hp, 3 Rastra de 18 discos, 2 Reabonador de 4 hilos.
Martínez Giovanny	1 Asperjadora de 1100 L, 1 Motobomba 20hp, 1 Rastra de 20 discos, 1 Reabonadora de 4 hilos.
Márquez Manuel	2 Rotativas Simples, 2 Rastra de 18 discos, 1 Reabonadora de 4 hilos.
Ramos Ysbelia	1 Sembradora de 6 hilos, 1 Asperjadora de 1100 L, 1 Motobomba de 20 Hp, 1 Encaladora de 6 m, 1 Rastra de 28 discos,
Rivas José	2 Sembradora de 6 hilos, 1 Asperjadora de 1100 L, 2 Rastra de 18 discos.
Rodríguez Jorge	2 Sembradora de 6 hilos, 1 Rotativa simple, 2 Asperjadora de 1100 L, 3 Rastra de 18 discos, 2 Bazuca de 18m.
Rodríguez José	2 Sembradora de 6 hilos, 1 Rotativa simple, 2 Asperjadora de 1100 L, 3 Rastra de 18 discos, 2 Bazuca de 18m.
Selva José	1 Sembradora de 6 hilos, 1 Asperjadora de 1100 L, 1 Motobomba de 20Hp, 1 Rastra de 18 discos
Sbein Nasser	3 Sembradora de 9 hilos, 2 Rotativas de 2 cuchillas, 1 Asperjadora de 1100 L, 2 Asperjadora de 2500 L, 2 Motobomba de 150Hp, 3 Rastra de 28 discos, 2 Reabonadora de 9 hilos, 1 Cañón de riego, 3 Bazuca de 18m

Con estos datos se puede observar que existen 3 tipos de sembradoras, un tipo de subsolador, un tipo de vagón de descarga, un tipo de picadora, 2 tipos de rotativas, 2 tipos de asperjadoras, 4 tipos de motobomba, 3 tipos de encaladora, 3 tipos de rastras, 3 tipos de reabonadora, un tipo de cañón y un tipo de bazuca.

De todos estos equipos, solamente el 6,78% fue catalogado como no disponibles por falta de mantenimiento correctivo, el 93,22%, está en funcionamiento, mas muchos productos indicaron que, a pesar de que los equipos estén funcionando, tienen fallas menores, las cuales decidieron no reparar hasta que se conviertan en fallas que inhabiliten a la maquinaria. los equipos catalogados en falla pueden observarse en la tabla 5.5

Tabla 5.5 Equipos en falla o no disponibles por falta de mantenimiento correctivo
(Elaboración propia, 2019)

Numero	Maquinaria y equipos	Productor
1	Cosechadora Massey Ferguson 5650	Antonini Adrián
2	Tractor Belarus 1523	
3	Tractor Veneminsk VM62	
4	Tractor Ford 7610	Arrioja Johny
5	Rastras de 18 discos	Blanchi Emilia
6	Tractor Belarus 1021	
7	Tractor Zetor 6211	Carias Carlos
8	Máquina de oruga Caterpillar D5 serie C	Castro Ether
9	Tractor Veneminsk VM89	
10	Tractor Ford 6600	Devera Aníbal
11	Rastra de 18 discos	Díaz José
12	Sembradora de 4 hilos	
13	Tractor Belarus 1222	Estévez Miguel
14	Tractor Veneminsk VM89	Fernández Luis
15	Cosechadora Laverda 1320	Flores Dionis
16	Tractor Veneminsk VM62	Guzmán Orangel
17	Tractor Ford 6710	Selva Jose
18	Tractor Ford 6710	
19	Tractor John Deere 4240	
20	Tractor Ford 6710	Sbein Nasser

De esta forma también se puede observar que la mayoría de los productores, un 52% del total, tienen un equipo o maquinaria en fallas por mantenimiento, destacando que la mayoría de los equipos y maquinarias en falla son de alto costo, como lo son los tractores y cosechadoras.

5.2 Estimación de las frecuencias de fallas en las maquinarias y equipos para conocer el impacto en la producción

Para la estimación de las fallas en las maquinarias y equipos se utilizó los datos de la entrevista no estructurada realizada a los operarios durante el periodo de siembra y de cosecha para obtener las paradas, el tiempo de parada y la falla presentada por equipo, seguidamente se realizó un análisis para determinar el impacto generado en la producción.

5.2.1 Determinación de las fallas presentadas en las maquinarias y equipos de la Aproagua, C.A., durante el periodo de siembra y cultivo del 2019

La maquinaria y equipos de Aproagua, durante el periodo de siembra y cultivo del 2019, sufrieron múltiples fallas, siendo mayoritariamente la maquinaria quien sufrió la mayor parte de las fallas y paradas no planificadas, mientras los equipos solo en condiciones especiales fallaron, cabe destacar que solamente el 16.67% de la maquinaria fallo y el 1,55% de los equipos fallaron durante este periodo, debido a esto solo se tomaron en cuenta los equipos que fallaron, estos conjunto con sus fallas y el tiempo en falla, pueden ser observados en la siguiente tabla (tabla 5.6).

Debido a que la maquinaria es muy similar y cada productor puede tener múltiples maquinarias del mismo modelo, se elaboró un sistema de codificación, el cual permitirá, identificar cada maquinaria de forma individual y facilitará el registro posterior de la información y estudio de las fallas, el mismo puede ser observado en el apéndice A.1

Tabla 5.6 descripción de las fallas y tiempo total en falla por maquinaria (Elaboración propia,2019)

Maquinaria y equipos	Código	Descripción de la falla	Tiempo para reparar en horas	Total de tiempo en falla
Cosechadora Massey Ferguson 5650	AB-COS-MFER-5650-01	Falta de aceite de potencia hidráulica	48	1044
		Falta de cambio de aceite de motor	132	
		Obstrucción de filtro de gasoil	2	
		Falla de la bomba de transferencia	542	
		Falla del rodamiento delantero de la rueda trasera.	320	
Tractor Belarus 1523	AB-TRA-BELA-1523-01	Falla del disco de presión del croché	73	506
		Falta de aceite de potencia hidráulica	93	
		Obstrucción de filtro de gasoil	4	
		Falta de cambio de aceite de motor	97	
		Ruptura de tripa de 29"	150	
		Desconexión de toma fuerza	89	

Continuación de la tabla 5.6

Maquinaria y equipos	Código	Descripción de la falla	Tiempo para reparar en horas	Total de tiempo en falla
Tractor Veneminsk VM62	AB-TRA-VNMK-VM62-01	Falla de la caja de transmisión	587	1188
		Obstrucción de filtro de gasoil	1	
		Falla de la bomba de alta presión	192	
		Ruptura de porta filtro de gasoil	336	
		Falta de aceite de potencia hidráulica	72	
Tractor Ford 7610	AC-TRA-FORD-7610-01	Obstrucción de filtro de gasoil	4	175
		Falta de cambio de aceite de motor	75	
		Falla de la bomba de alta presión	96	
Tractor Belarus 1021	AD-TRA-BELA-1021-01	Obstrucción de filtro de gasoil	6	176
		Falta de cambio de aceite de motor	24	
		Falta de aceite de potencia hidráulica	74	
		Desgaste de zapatas de freno	72	
Tractor Zetor 6211	AE-TRA-ZETR-6211-01	Falla de la bomba de alta presión	152	750
		Obstrucción de filtro de gasoil	8	
		Falla del disco de presión del croché	120	
		Falta de aceite de transmisión	72	
		Falla rodamientos del mozo delantero	350	
		Ruptura de tobera de combustible	48	
Máquina de oruga Caterpillar D5 serie C	AF-ORU-CATR-D5SC-01	Ruptura de manquera de alta presión	72	2232
		Falta de aceite hidráulico	2160	
Tractor Veneminsk VM89	AF-TRA-VNMK-VM89-01	Obstrucción de filtro de gasoil	12	294
		Falta de cambio de aceite de motor	72	
		Desacople del toma fuerza	48	
		Ruptura de cruceta de eje principal	120	
		Falta de aceite de transmisión	42	
Tractor Ford 6600	AG-TRA-FORD-6600-01	Obstrucción de filtro de gasoil	2	848
		Ruptura de la empacadura de cámara	720	
		Falla de la bomba de alta presión	126	

Continuación de la tabla 5.6

Maquinaria y equipos	Código	Descripción de la falla	Tiempo para reparar en horas	Total de tiempo en falla
Tractor Veneminsk VM89	AL-TRA-VNMK-VM89-02	Obstrucción de filtro de gasoil	4	172
		Falla de la bomba de alta presión	24	
		Falta de aceite de potencia hidráulica	72	
		Falta de aceite de transmisión	72	
Cosechadora Laverda 1320	AM-COS-LAVR-1320-01	Ruptura del sin fin derecho	720	912
		Falta de cambio de aceite de motor	72	
		Ruptura del caucho delantero	120	
Tractor Veneminsk VM62	AP-TRA-VNMK-VM62-01	Obstrucción de filtro de gasoil	1	108
		Falla de la bomba de alta presión	35	
		Falta de aceite de potencia hidráulica	72	
Tractor Ford 6710	AX-TRAC-FORD-6710-01	Obstrucción de filtro de gasoil	4	148
		Falla de la bomba de alta presión	24	
		Falla de la bomba hidráulica	120	
Tractor Ford 6710	AX-TRAC-FORD-6710-02	Obstrucción de filtro de gasoil	12	2928
		Falla de la bomba de alta presión	24	
		Ruptura de Fanclutch	12	
		Ruptura de la empaadura de cámara	2880	
Tractor John Deere 4240	AX-TRAC-JODR-4240-01	Ruptura del radiador	14	50
		Desgaste de zapatas de freno	32	
		Obstrucción de filtro de gasoil	4	
Tractor Ford 6710	AY-TRA-FORD-6710-01	Obstrucción de filtro de gasoil	5	397
		Ruptura de la barra de dirección	72	
		Falla de la bomba de alta presión	96	
		Falta de cambio de aceite de motor	72	
		Falta de aceite hidráulico	32	
		Falla del disco de presión del croché	120	

Continuación de la tabla 5.6

Maquinaria y equipos	Código	Descripción de la falla	Tiempo para reparar en horas	Total de tiempo en falla
Tractor Belarus 1222	AK-TRA-BELA-1222-01	Obstrucción de filtro de gasoil	16	220
		Falta de cambio de aceite de motor	24	
		Falla de la bomba de alta presión	84	
		Ruptura de tobera de combustible	96	
Rastras de 18 discos	AD-RAS-018D-TRAC-01	Falla en el rodamiento	24	96
		Ruptura de caucho	72	
Rastra de 18 discos.	AJ-RAS-018D-TRAC-01	Falla en el rodamiento	72	782
		Perdida de discos por impacto	360	
		Ruptura del sello hidráulico	350	
Sembradora de 4 hilos	AJ-SEM-004H-TRAC-01	Ruptura de la cadena de distribución	48	398
		Ruptura de disco de zanjada	350	
Total de tiempo en falla				13.424

La maquinaria que sufrió más fallas fue el tractor, el cual ocupa el 70% de las maquinarias en falla, seguido de las cosechadoras y de las rastras, las cuales ocupan 10% cada una y finalizando por la máquina de oruga y las sembradoras las cuales ocupan un 5% cada una.

Cabe destacar que como no hay un personal encargado de supervisar el mantenimiento en la zona, existe la posibilidad de que los operarios y productores hayan ocultado fallas en la entrevista telefónica.

Otro punto a resaltar es que durante el periodo de siembra solamente se utilizan el tractor, rastra, sembradora, subsolador, encaladora y rotativa, en el periodo de cuidado se utilizan el tractor, asperjadora, motobomba, bomba de agua, reabonadora y cañón de riego, mientras que en el periodo de cosecha se utiliza el tractor, la cosechadora, el vagón de carga, la picadora y la bazuca. Solamente el tractor es la única maquinaria que se utiliza durante todos los periodos por lo que es la que tiene la mayor probabilidad de dañarse.

5.2.2 Evaluación de las frecuencias de fallas de las maquinarias afectas

Para la realización de la evaluación se toma en cuenta el total de tiempo trabajable en horas del periodo estudiado comprendido desde el 15 de abril del 2019 al 20 de octubre de 2019, el cual tiene un total de 4.512 horas, este se comparará con los tiempos para reparar de cada maquinaria, obteniendo así la frecuencia de falla porcentual de la maquinaria esta puede ser observada en la tabla 5.7

Tabla 5.7 Frecuencia de fallas de las maquinarias afectadas (Elaboración propia, 2019)

Maquinaria y equipos	Código	Tiempo total en falla	Frecuencia de falla
Tractor Ford 6710	AX-TRAC-FORD-6710-02	2928	64,89%
Máquina de oruga Caterpillar D5 serie C	AF-ORU-CATR-D5SC-01	2232	49,47%
Tractor Veneminsk VM62	AB-TRA-VNMK-VM62-01	1188	26,33%
Cosechadora Massey Ferguson 5650	AB-COS-MFER-5650-01	1044	23,14%
Cosechadora Laverda 1320	AM-COS-LAVR-1320-01	912	20,21%
Tractor Ford 6600	AG-TRA-FORD-6600-01	848	18,79%
Rastra de 18 discos.	AJ-RAS-018D-TRAC-01	782	17,33%
Tractor Zetor 6211	AE-TRA-ZETR-6211-01	750	16,62%
Tractor Belarus 1523	AB-TRA-BELA-1523-01	506	11,21%
Sembradora de 4 hilos	AJ-SEM-004H-TRAC-01	398	8,82%
Tractor Ford 6710	AY-TRA-FORD-6710-01	397	8,80%
Tractor Veneminsk VM89	AF-TRA-VNMK-VM89-01	294	6,52%
Tractor Belarus 1222	AK-TRA-BELA-1222-01	220	4,88%
Tractor Belarus 1021	AD-TRA-BELA-1021-01	176	3,90%
Tractor Ford 7610	AC-TRA-FORD-7610-01	175	3,88%
Tractor Veneminsk VM89	AL-TRA-VNMK-VM89-02	172	3,81%
Tractor Ford 6710	AX-TRAC-FORD-6710-01	148	3,28%
Tractor Veneminsk VM62	AP-TRA-VNMK-VM62-01	108	2,39%
Rastras de 18 discos	AD-RAS-018D-TRAC-01	96	2,13%
Tractor John Deere 4240	AX-TRAC-JODR-4240-01	50	1,11%

De esta forma se puede observar que hay maquinarias que estuvieron paradas más de la mitad del periodo anual de trabajo, como es el caso del tractor Ford 6710 el cual estuvo en falla un 64,89%, el promedio de tiempo en falla es del 14,88%, el total de maquinarias y equipos parados representa solamente el 6,8% de los 295 equipos y maquinaria existentes, más la maquinaria que presento mayor número de fallas fue el tractor, fallando un 18,6% de los tractores disponibles, para una mejor comprensión de los valores mostrados se puede observar la siguiente figura (figura 5.3) la cual muestra las frecuencias de fallas por equipos.

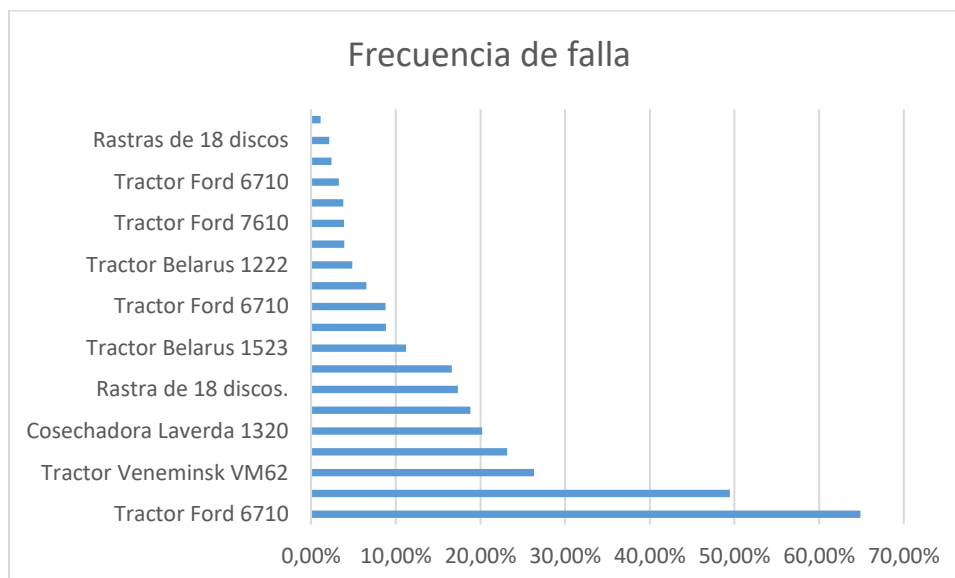


Figura 5.3 frecuencia de fallas por equipos (Elaboración propia,2019)

Cabe destacar que el tractor es el requerimiento principal del 83,42% de todos los equipos por lo que, cuando estos fallan, inhabilitan a la mayoría de los equipos a pesar de que estos estén operativos, un 18,6% de falla de los tractores puede traducirse en el peor de los casos en la inhabilitación de aproximadamente 40 equipos, esto puede causar retrasos en el periodo de siembra y en el periodo de cosecha, perdiendo el rendimiento de la siembra en ambos casos.

Debido a lo antes expuesto puede considerarse que las fallas en las maquinarias y equipos afectan, de forma media a alta, a la producción, perdiendo un total del 18,6% de maquinarias y equipos, tomando en cuenta los equipos inhabilitados, durante periodos claves como lo son la siembra y el cultivo. A pesar de que el valor de 18,6% pueda considerarse bajo, se considera de nivel medio debido a las características del proceso productivo, en donde un día de siembra perdida, puede representar pérdidas del 12% en el rendimiento de la siembra.

5.3 Determinación de los niveles de criticidad de maquinarias y equipos de APROAGUA C.A.

Para la determinación de los niveles de criticidad de las maquinarias y equipos existentes en la asociación, se establecieron los criterios para el estudio, se utilizaron los datos previos de frecuencia de falla de las maquinarias y equipos, además de realizar una entrevistas telefónicas a los mecánicos contratados por los propietarios Guzmán Orangel y Devera Anibal con la finalidad de obtener la frecuencia de falla estimada según su experiencia para dar mayor soporte a las frecuencias de fallas obtenidas, así como las consecuencias de las fallas, el costo de reparación y dificultad de encontrar repuestos y mano de obra.

5.3.1 Establecimiento de los criterios para el análisis de criticidad

Los criterios para el análisis, serán una adaptación del modelo presentado por Gómez, F.; 1998, presentado en el capítulo 3, en la sección 3.2.9.1, estos serán modificados para adaptarlos a las condiciones del estudio actual, permitiendo realizar el mismo de una mejor manera.

El primer criterio a establecer para el análisis de criticidad será la frecuencia de falla, como para cada equipo o maquinaria puede existir más de un modo de falla, se utilizará el más representativo o de mayor impacto en el proceso, la frecuencia de ocurrencia estará determinada por la cantidad de horas en falla por año, estando divididas en 5 categorías siendo 600 el nivel más alto y 1 el nivel más bajo, esto puede apreciarse en la siguiente tabla (tabla5.8).

Tabla 5.8 Criterios para la estimación de la frecuencia (Elaboracion propia,2019)

Clasificación	Tiempo en falla	Interpretación
1	De 1 a 120 horas	Es poco probable que ocurran fallas en el año
2	De 121 a 240 horas	Es probable que ocurran algunas fallas en el año
3	De 241 a 360 horas	Es probable que ocurran varias fallas en el año
4	De 361 a 480 horas	Es muy probable que ocurran varias fallas en el año
5	De 481 a 600 horas	Es muy probable que ocurran múltiples fallas en un año

El segundo criterio a establecer es la consecuencia, este será el resultado de la suma de los factores de costo de reparación, tiempo promedio para reparar, impacto en la producción e impacto en la salud y seguridad, a cada factor se le asignará una calificación y la suma de esta será el valor de la consecuencia, estos pueden observarse en la siguiente tabla. (tabla 5.9)

Tabla 5.9 Clasificación de los factores determinantes de la consecuencia. (Elaboración propia,2019)

Clasificación	Costo de reparación	Tiempo promedio para reparar	Impacto en la producción	Impacto en la Salud y seguridad
5	Elevado costo de reparación	Más de 10 semanas	Maquinaria o equipo imprescindible	Impacto elevado, riesgo de lesiones graves
4	Alto costo de reparación	Entre 7 y 9 semanas	Muy difícilmente se puede prescindir de la misma	Impacto alto, riesgo de lesiones de media a altas
3	Moderado costo de reparación	Entre 4 y 6 semanas	Difícilmente se puede prescindir	Impacto moderado, riesgo de lesiones significativas
2	Accesible costo de reparación	Entre 1 y 3 semanas	En ciertos caso se puede prescindir	Impacto bajo, riesgo de lesiones leves
1	Bajo costo de reparación	Menos de 1 semana	Maquinaria o equipo prescindible	Impacto leve, poco riesgo de lesiones

De esta forma se tienen los criterios a aplicar en el análisis, cabe destacar que los criterios de impacto ambiental e impacto a la satisfacción del cliente, no se toman en cuenta, esto debido a que en ambos casos no existe forma de realizar una valoración exacta, no pudiendo determinar el impacto ambiental de una falla en específica por no tener el espacio de uso establecido por maquinaria, y no pudiendo cuantificar el daño al ambiente, mientras que en el caso del impacto de satisfacción al cliente, como el proceso productivo estudiado, no dispone de un cliente inmediato, sino que existen un procesamiento previo antes de llegar al cliente, no se puede determinar el impacto final, además, debido a las características del producto, no se puede determinar que la falta de mantenimiento de las maquinarias es el factor que afecto al cliente, esto causado por la complejidad y los distintos factores que pueden afectar al sistema.

Con esto se procede a establecer los niveles de criticidad, debido a que el máximo de la frecuencia es 5 y el máximo de la consecuencia es 20, se toma como valor máximo el 100 y como mínimo el 4, los rangos de los diferentes niveles pueden observarse en la siguiente tabla (tabla 5.10)

Tabla 5.10 Niveles de criticidad. (Elaboración propia, 2019)

Niveles de criticidad	Desde	Hasta
Bajo	1	33
Medio	34	67
Alto	68	100

5.3.2 Aplicación del análisis de criticidad

En ese punto se le asigna la frecuencia y los factores que componen la consecuencia a cada una de las maquinarias y equipos, tomando en cuenta el modo de falla con mayor incidencia, se aplica la fórmula de criticidad y se obtiene el valor de la misma, esto puede ser observado en la tabla 5.11

Tabla 5.11 Determinación de los niveles de criticidad por maquinaria y equipos de la asociación. (Elaboración propia, 2019)

Núm.	Maquinaria y equipos	Código	Clasificación					Criticidad
			Frecuencia	Costo de reparación	Dificultad para encontrar repuestos	Impacto en la producción	Dificultad para conseguir mecánico	
1	Sembradora de 4 hilos	AA-SEM-004H-TRAC-01	1	1	1	2	2	6
2	Asperjadora de 1100 L	AA-ASP-110L-TRAC-01	1	1	1	2	1	5
3	Reabonadora de 4 hilos	AA-REA-004H-TRAC-01	1	1	1	2	1	5
4	Tractor Belarus 1021	AA-TRA-BELA-1021-01	4	5	4	4	3	64
5	Tractor Zetor 6211	AA-TRA-ZETR-6211-01	3	2	5	3	2	36
6	Subsolador de 6 puntas	AB-SUB-006P-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
7	Sembradora de 9 hilos	AB-SEM-009H-TRAC-01	2	2	1	3	2	16
8	Rotativas de 2 cuchillas	AB-ROT-002C-TRAC-01	3	2	1	1	1	15
9	Rotativas de 2 cuchillas	AB-ROT-002C-TRAC-02	3	2	1	1	1	15
10	Asperjadora de 1100 L	AB-ASP-110L-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
11	Asperjadora de 1100 L	AB-ASP-110L-TRAC-02	1	1	1	1	1	4

Continuación de tabla 5.11

Núm.	Maquinaria y equipos	Código	Clasificación					Críticidad
			Frecuencia	Costo de reparación	Dificultad para encontrar repuestos	Impacto en la producción	Dificultad para conseguir mecánico	
12	Reabonadora de 4 hilos	AB-REA-004H-TRAC-01	2	2	1	1	2	12
13	Reabonadora de 4 hilos	AB-REA-004H-TRAC-02	2	2	1	1	2	12
14	Cosechadora Massey Ferguson 5650	AB-COS-MFER-5650-01	4	5	5	4	5	76
15	Tractor Belarus 1523	AB-TRA-BELA-1523-01	3	4	5	5	2	48
16	Tractor Belarus 1523	AB-TRA-BELA-1523-02	3	4	5	5	2	48
17	Tractor Veneminsk VM62	AB-TRA-VNMK-VM62-01	4	4	5	5	2	64
18	Tractor Veneminsk VM62	AB-TRA-VNMK-VM62-02	4	4	5	5	2	64
19	Bazuca de 6 m	AB-BAZ-006M-NING-01	1	1	1	2	1	5
20	Subsolador de 6 puntas	AC-SUB-006P-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
21	Sembradora de 6 hilos	AC-SEM-006H-TRAC-01	2	2	1	2	2	14

Continuación de tabla 5.11

Núm.	Maquinaria y equipos	Código	Clasificación					Críticidad
			Frecuencia	Costo de reparación	Dificultad para encontrar repuestos	Impacto en la producción	Dificultad para conseguir mecánico	
22	Sembradora de 6 hilos	AC-SEM-006H-TRAC-02	2	2	1	2	2	14
23	Vagón de descargue de 9m3	AC-VAG-009M-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
24	Vagón de descargue de 9m3	AC-VAG-009M-TRAC-02	1	1	1	1	1	4
25	Picadora	AC-PIC-001P-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
26	rotativa simple	AC-ROT-001C-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
27	Asperjadora de 1100 L	AC-ASP-110L-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
28	motobomba de 35hp	AC-MOT-035X-NING-01	3	1	1	2	1	15
29	motobomba de 35hp	AC-MOT-035X-NING-02	3	1	1	2	1	15
30	encaladora de 3 m	AC-ENC-003M-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
31	rastras de 28 discos	AC-RAS-028D-TRAC-01	3	2	1	1	1	15
32	rastras de 28 discos	AC-RAS-028D-TRAC-02	3	2	1	1	1	15
33	rastras de 28 discos	AC-RAS-028D-TRAC-03	3	2	1	1	1	15

Continuación de tabla 5.11

Núm.	Maquinaria y equipos	Código	Clasificación					Críticidad
			Frecuencia	Costo de reparación	Dificultad para encontrar repuestos	Impacto en la producción	Dificultad para conseguir mecánico	
34	rastras de 28 discos	AC-RAS-028D-TRAC-04	3	2	1	1	1	15
35	Reabonadora de 6 hilos	AC-REA-006H-TRAC-01	2	2	1	1	1	10
36	Reabonadora de 6 hilos	AC-REA-006H-TRAC-02	2	2	1	1	1	10
37	Bazuca de 6m	AC-BAZ-006M-NING-01	1	1	1	1	1	4
38	Cosechadora Massey Ferguson 5650	AC-CSH-MFER-5650-01	4	5	5	5	5	80
39	Tractor John Deere 4240	AC-TRA-JODR-4240-01	3	5	5	5	5	60
40	Tractor Belarus 1222	AC-TRA-BELA-1222-01	3	4	3	5	2	42
41	Tractor Belarus 1222	AC-TRA-BELA-1222-02	3	4	3	5	2	42
42	Tractor Ford 7610	AC-TRA-FORD-7610-01	3	3	2	5	2	36
43	Tractor Ford 7610	AC-TRA-FORD-7610-02	3	3	2	5	2	36
44	Picadora	AD-PIC-001P-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
45	Rotativa de 2 cuchillas	AD-ROT-002C-TRAC-01	2	1	1	1	1	8

Continuación de tabla 5.11

Núm.	Maquinaria y equipos	Código	Clasificación					Críticidad
			Frecuencia	Costo de reparación	Dificultad para encontrar repuestos	Impacto en la producción	Dificultad para conseguir mecánico	
46	Rotativa simple	AD-ROT-001C-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
47	Rotativa simple	AD-ROT-001C-TRAC-02	1	1	1	1	1	4
48	Asperjadora de 1100 L	AD-ASP-110L-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
49	Encaladora de 2 m	AD-ENC-002M-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
50	Rastras de 18 discos	AD-RAS-018D-TRAC-01	2	1	1	1	1	8
51	Rastras de 18 discos	AD-RAS-018D-TRAC-02	2	1	1	1	1	8
52	Rastras de 18 discos	AD-RAS-018D-TRAC-03	2	1	1	1	1	8
53	Reabonadora de 4 hilos	AD-REA-004H-TRAC-01	2	2	1	1	1	10
54	Cañón de regado	AD-CAN-01CR-BOMB-01	1	1	1	1	1	4
55	Máquina de oruga Caterpillar D5 serie C	AD-ORU-CATR-D5SC-01	4	5	3	1	2	44
56	Tractor Belarus 1021	AD-TRA-BELA-1021-01	4	5	3	5	2	60
57	Tractor Belarus 1021	AD-TRA-BELA-1021-02	4	5	3	5	2	60
58	Tractor Belarus 1221	AD-TRA-BELA-1221-01	3	5	3	5	2	45

Continuación de tabla 5.11

Núm.	Maquinaria y equipos	Código	Clasificación					Criticidad
			Frecuencia	Costo de reparación	Dificultad para encontrar repuestos	Impacto en la producción	Dificultad para conseguir mecánico	
59	Tractor Belarus 1221	AD-TRA-BELA-1221-02	3	5	3	5	2	45
60	Tractor Veneminsk VM62	AD-TRA-VNMK-VM62-01	4	5	3	5	2	60
61	Payloader Caterpillar 924F	AD-PAY-CATR-924F-01	2	4	3	1	2	20
62	Payloader Caterpillar 924F	AD-PAY-CATR-924F-02	2	4	3	1	2	20
63	Payloader John Deere 544K	AD-PAY-JODR-544K-01	2	5	4	1	3	26
64	Motobomba de 15Hp	AE-MOT-015X-NING-01	3	1	1	1	1	12
65	Motobomba de 15Hp	AE-MOT-015X-NING-02	3	1	1	1	1	12
66	Bomba de Agua de 20Hp	AE-BOM-020X-NING-01	3	1	1	2	4	24
67	Tractor Ford 7610	AE-TRA-FORD-7610-01	3	5	2	5	2	42
68	Tractor Ford 7610	AE-TRA-FORD-7610-02	3	5	2	5	2	42
69	Tractor Zetor 6211	AE-TRA-ZETR-6211-01	4	5	5	5	2	68

Continuación de tabla 5.11

Núm.	Maquinaria y equipos	Código	Clasificación					Críticidad
			Frecuencia	Costo de reparación	Dificultad para encontrar repuestos	Impacto en la producción	Dificultad para conseguir mecánico	
70	Sembradora de 4 hilos	AF-SEM-004H-TRAC-01	2	2	1	2	2	14
71	Sembradora de 4 hilos	AF-SEM-004H-TRAC-02	2	2	1	2	2	14
72	Vagón de descargue de 9m3	AF-VAG-009M-NING-01	1	1	1	1	1	4
73	Picadora	AF-PIC-001P-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
74	Asperjadora de 1100 L	AF-ASP-110L-TRAC-01	1	1	1	2	1	5
75	Motobomba de 35Hp	AF-MOT-035X-TRAC-01	3	1	1	1	1	12
76	Máquina de oruga Caterpillar D5 serie C	AF-ORU-CATR-D5SC-01	3	5	3	1	2	33
77	Tractor Belarus 1021	AF-TRA-BELA-1021-01	4	5	3	5	2	60
78	Tractor Belarus 1021	AF-TRA-BELA-1021-02	4	5	3	5	2	60
79	Tractor Ford 6600	AF-TRA-FORD-6600-01	4	5	2	5	2	56
80	Tractor Jhon Deere 4240	AF-TRA-JODR-4240-01	3	5	5	5	4	57

Continuación de tabla 5.11

Núm.	Maquinaria y equipos	Código	Clasificación					Críticidad
			Frecuencia	Costo de reparación	Dificultad para encontrar repuestos	Impacto en la producción	Dificultad para conseguir mecánico	
81	Tractor Veneminsk VM89	AF-TRA-VNMK-VM89-01	3	5	3	5	2	45
82	Payloader Caterpillar 966	AF-PAY-CATR-966C-01	3	4	3	1	2	30
83	Rotativas simples	AG-ROT-001C-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
84	Rotativas simples	AG-ROT-001C-TRAC-02	1	1	1	1	1	4
85	Asperjadora de 1100 L	AG-ASP-110L-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
86	Rastra de 20 Discos	AG-RAS-020D-TRAC-01	3	2	1	3	1	21
87	Reabonadora de 4 hilos	AG-REA-004H-TRAC-01	2	2	1	2	2	14
88	Reabonadora de 4 hilos	AG-REA-004H-TRAC-02	2	2	1	2	2	14
89	Tractor Ford 6600	AG-TRA-FORD-6600-01	3	5	2	5	2	42
90	Tractor Belarus 1021	AG-TRA-BELA-1021-01	4	5	3	5	2	60
91	Tractor Zetor 6211	AG-TRA-ZETR-6211-01	3	5	5	5	2	51
92	Asperjadora de 1100 L	AH-ASP-110L-TRAC-01	1	1	1	1	1	4

Continuación de tabla 5.11

Núm.	Maquinaria y equipos	Código	Clasificación					Críticidad
			Frecuencia	Costo de reparación	Dificultad para encontrar repuestos	Impacto en la producción	Dificultad para conseguir mecánico	
93	Moto bomba de 15Hp	AH-MOT-015X-NING-01	3	1	1	2	1	15
94	Reabonadora de 4 hilos	AH-REA-004H-TRAC-01	2	2	1	1	2	12
95	Tractor Belarus 1021	AH-TRA-BELA-1021-01	4	5	3	5	2	60
96	Tractor Belarus 1021	AH-TRA-BELA-1021-02	4	5	3	5	2	60
97	Sembradora de 4 hilos	AI-SEM-004H-TRAC-01	2	1	1	2	2	12
98	Rotativa Simple	AI-ROT-001C-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
99	Asperjadora de 1100 L	AI-ASP-110L-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
100	Asperjadora de 1100 L	AI-ASP-110L-TRAC-02	1	1	1	1	1	4
101	Asperjadora de 1100 L	AI-ASP-110L-TRAC-03	1	1	1	1	1	4
102	Rastra de 18 discos.	AI-RAS-018D-TRAC-01	2	1	1	2	1	10
103	Rastra de 18 discos.	AI-RAS-018D-TRAC-02	2	1	1	2	1	10
104	Tractor Belarus 1221	AI-TRA-BELA-1221-01	3	5	3	5	2	45

Continuación de tabla 5.11

Núm.	Maquinaria y equipos	Código	Clasificación					Críticidad
			Frecuencia	Costo de reparación	Dificultad para encontrar repuestos	Impacto en la producción	Dificultad para conseguir mecánico	
105	Tractor Belarus 1221	AI-TRA-BELA-1221-02	3	5	3	5	2	45
106	Sembradora de 4 hilos	AJ-SEM-004H-TRAC-01	1	1	1	3	2	7
107	Rotativa Simple	AJ-ROT-001C-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
108	Asperjadora de 1100 L	AJ-ASP-110L-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
109	Asperjadora de 1100 L	AJ-ASP-110L-TRAC-02	1	1	1	1	1	4
110	Asperjadora de 1100 L	AJ-ASP-110L-TRAC-03	1	1	1	1	1	4
111	Rastra de 18 discos.	AJ-RAS-018D-TRAC-01	2	1	1	2	1	10
112	Rastra de 18 discos.	AJ-RAS-018D-TRAC-02	2	1	1	2	1	10
113	Tractor Belarus 1021	AJ-TRA-BELA-1021-01	4	5	3	5	2	60
114	Tractor Belarus 1021	AJ-TRA-BELA-1021-02	4	5	3	5	2	60
115	Asperjadora de 1100 L	AK-ASP-110L-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
116	Motobomba de 20Hp	AK-MOT-020X-NING-01	3	1	1	2	1	15

Continuación de tabla 5.11

Núm.	Maquinaria y equipos	Código	Clasificación					Críticidad
			Frecuencia	Costo de reparación	Dificultad para encontrar repuestos	Impacto en la producción	Dificultad para conseguir mecánico	
117	Motobomba de 20Hp	AK-MOT-020X-NING-02	3	1	1	2	1	15
118	Rastra de 18 discos	AK-RAS-018D-TRAC-01	4	1	1	2	1	20
119	Reabonadora de 4 hilos	AK-REA-004H-TRAC-01	3	2	1	1	1	15
120	Tractor Belarus 1222	AK-TRA-BELA-1222-01	3	5	3	5	2	45
121	Asperjadora de 1100 L	AL-ASP-110L-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
122	Rastra de 18 discos	AL-RAS-018D-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
123	Reabonadora de 4 hilos	AL-REA-004H-TRAC-01	2	1	1	1	1	8
124	Cosechadora John Deere 4400	AL-COS-JODR-4400-01	3	5	5	4	4	54
125	Tractor Veneminsk VM89	AL-TRA-VNMK-VM89-01	3	5	3	5	2	45
126	Tractor Veneminsk VM89	AL-TRA-VNMK-VM89-02	3	5	3	5	2	45

Continuación de tabla 5.11

Núm.	Maquinaria y equipos	Código	Clasificación					Críticidad
			Frecuencia	Costo de reparación	Dificultad para encontrar repuestos	Impacto en la producción	Dificultad para conseguir mecánico	
127	Sembradora de 6 hilos	AM-SEM-006H-TRAC-01	2	2	1	2	2	14
128	Sembradora de 6 hilos	AM-SEM-006H-TRAC-02	2	2	1	2	2	14
129	Rotativa Simple	AM-ROT-001C-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
130	Asperjadora de 1100 L	AM-ASP-110L-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
131	Reabonadora de 4 hilos	AM-REA-004H-TRAC-01	2	2	1	1	1	10
132	Reabonadora de 4 hilos	AM-REA-004H-TRAC-02	2	2	1	1	1	10
133	Bazuca de 6 m	AM-BAZ-006M-NING-01	1	1	1	1	1	4
134	Cosechadora Laverda 1320	AM-COS-LAVR-1320-01	3	5	5	5	4	57
135	Tractor Veneminsk VM89	AM-TRA-VNMK-VM89-01	3	5	3	5	2	45
136	Tractor Veneminsk VM89	AM-TRA-VNMK-VM89-02	3	5	3	5	2	45
137	Tractor Veneminsk VM89	AM-TRA-VNMK-VM89-03	3	5	3	5	2	45

Continuación de tabla 5.11

Núm.	Maquinaria y equipos	Código	Clasificación					Críticidad
			Frecuencia	Costo de reparación	Dificultad para encontrar repuestos	Impacto en la producción	Dificultad para conseguir mecánico	
138	Sembradora de 6 hilos	AN-SEM-006H-TRAC-01	2	2	1	2	2	14
139	Sembradora de 6 hilos	AN-SEM-006H-TRAC-02	2	2	1	2	2	14
140	Sembradora de 6 hilos	AN-SEM-006H-TRAC-03	2	2	1	2	2	14
141	Asperjadora de 1100 L	AN-ASP-110L-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
142	Asperjadora de 1100 L	AN-ASP-110L-TRAC-02	1	1	1	1	1	4
143	Rastra de 18 discos	AN-RAS-018D-TRAC-01	2	1	1	1	1	8
144	Rastra de 18 discos	AN-RAS-018D-TRAC-02	2	1	1	1	1	8
145	Rastra de 18 discos	AN-RAS-018D-TRAC-03	2	1	1	1	1	8
146	Cosechadora Jhon Deere 4400	AN-COS-JODR-4400-01	3	5	4	4	4	51
147	Cosechadora Massey Ferguson 5650	AN-COS-MFER-5650-01	3	5	4	4	5	54

Continuación de tabla 5.11

Núm.	Maquinaria y equipos	Código	Clasificación					Criticidad
			Frecuencia	Costo de reparación	Dificultad para encontrar repuestos	Impacto en la producción	Dificultad para conseguir mecánico	
148	Cosechadora Massey Ferguson 5650	AN-COS-MFER-5650-02	3	5	4	4	5	54
149	Sembradora de 4 hilos	AO-SEM-004H-TRAC-01	2	2	1	2	2	14
150	Sembradora de 4 hilos	AO-SEM-004H-TRAC-02	2	2	1	2	2	14
151	Rotativa simple	AO-ROT-001C-TRAC-01	1	1	1	1	2	5
152	Rotativa simple	AO-ROT-001C-TRAC-02	1	1	1	1	2	5
153	Asperjadora de 1100 L	AO-ASP-110L-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
154	Asperjadora de 1100 L	AO-ASP-110L-TRAC-02	1	1	1	1	1	4
155	Rastra de 18 discos	AO-RAS-018D-TRAC-01	2	1	1	1	1	8
156	Rastra de 18 discos	AO-RAS-018D-TRAC-02	2	1	1	1	1	8
157	Rastra de 18 discos	AO-RAS-018D-TRAC-03	2	1	1	1	1	8
158	Rastra de 18 discos	AO-RAS-018D-TRAC-04	2	1	1	1	1	8
159	Reabonadora de 4 hilos	AO-REA-004H-TRAC-01	2	2	1	1	2	12

Continuación de tabla 5.11

Núm.	Maquinaria y equipos	Código	Clasificación					Criticidad
			Frecuencia	Costo de reparación	Dificultad para encontrar repuestos	Impacto en la producción	Dificultad para conseguir mecánico	
160	Reabonadora de 4 hilos	AO-REA-004H-TRAC-02	2	2	1	1	2	12
161	Cañón de riego	AO-CAÑ-01CR-MOTB-01	1	1	1	2	1	5
162	Bazuca de 6 m	AO-BAZ-006M-NING-01	1	1	1	1	1	4
163	Bazuca de 6 m	AO-BAZ-006M-NING-02	1	1	1	1	1	4
164	Bazuca de 6 m	AO-BAZ-006M-NING-03	1	1	1	1	1	4
165	Cosechadora Massey Ferguson 5650	AO-COS-MFER-5650-01	3	5	4	5	4	54
166	Tractor Jhon Deere 4240	AO-TRA-JODR-4240-01	3	5	4	5	4	54
167	Tractor Belarus 1222	AO-TRA-BELA-1222-01	3	5	3	5	2	45
168	Tractor Belarus 1222	AO-TRA-BELA-1222-02	3	5	3	5	2	45
169	Tractor Belarus 1021	AO-TRA-BELA-1021-01	4	5	3	5	2	60
170	Tractor Belarus 1021	AO-TRA-BELA-1021-02	4	5	3	5	2	60
171	Tractor Ford 7610	AO-TRA-FORD-7610-01	3	5	2	5	2	42
172	Tractor Ford 7610	AO-TRA-FORD-7610-02	3	5	2	5	2	42

Continuación de tabla 5.11

Núm.	Maquinaria y equipos	Código	Clasificación					Criticidad
			Frecuencia	Costo de reparación	Dificultad para encontrar repuestos	Impacto en la producción	Dificultad para conseguir mecánico	
173	Sembradora de 4 hilos	AP-SEM-004H-TRAC-01	2	2	1	2	2	14
174	Rotativa simple	AP-ROT-001C-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
175	Asperjadora de 1100 L	AP-ASP-110L-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
176	Motobomba de 20Hp	AP-MOT-020X-NING-01	2	1	1	2	1	10
177	Reabonadora de 4 hilos	AP-REA-004H-TRAC-01	2	1	1	1	1	8
178	Bazuca de 6 m	AP-BAZ-006M-NING-01	1	1	1	1	1	4
179	Cosechadora Laverda 1320	AP-COS-LAVR-1320-01	4	5	5	4	4	72
180	Tractor Veneminsk VM62	AP-TRA-VNMK-VM62-01	4	5	3	5	2	60
181	Rotativa simple	AQ-ROT-001C-TRAC-01	1	1	1	1	2	5
182	Rotativa simple	AQ-ROT-001C-TRAC-02	1	1	1	1	2	5
183	Asperjadora de 1100 L	AQ-ASP-110L-TRAC-01	1	1	1	1	2	5
184	Asperjadora de 1100 L	AQ-ASP-110L-TRAC-02	1	1	1	1	2	5
185	Asperjadora de 1100 L	AQ-ASP-110L-TRAC-03	1	1	1	1	2	5

Continuación de tabla 5.11

Núm.	Maquinaria y equipos	Código	Clasificación					Críticidad
			Frecuencia	Costo de reparación	Dificultad para encontrar repuestos	Impacto en la producción	Dificultad para conseguir mecánico	
186	Motobomba de 30 Hp	AQ-MOT-030X-NING-01	2	1	1	2	1	10
187	Motobomba de 30 Hp	AQ-MOT-030X-NING-02	2	1	1	2	1	10
188	Motobomba de 30 Hp	AQ-MOT-030X-NING-03	2	1	1	2	1	10
189	Rastra de 18 discos	AQ-RAS-018D-TRAC-01	2	1	1	2	1	10
190	Rastra de 18 discos	AQ-RAS-018D-TRAC-02	2	1	1	2	1	10
191	Rastra de 18 discos	AQ-RAS-018D-TRAC-03	2	1	1	2	1	10
192	Reabonador de 4 hilos	AQ-REA-004H-TRAC-01	2	2	1	1	2	12
193	Reabonador de 4 hilos	AQ-REA-004H-TRAC-02	3	2	1	1	2	18
194	Tractor Belarus 1222	AQ-TRA-BELA-1222-01	3	5	3	5	2	45
195	Tractor Belarus 1222	AQ-TRA-BELA-1222-02	3	5	3	5	2	45
196	Tractor Belarus 1222	AQ-TRA-BELA-1222-03	3	5	3	5	2	45

Continuación de tabla 5.11

Núm.	Maquinaria y equipos	Código	Clasificación					Críticidad
			Frecuencia	Costo de reparación	Dificultad para encontrar repuestos	Impacto en la producción	Dificultad para conseguir mecánico	
197	Asperjadora de 1100 L	AR-ASP-110L-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
198	Rastra de 20 discos	AR-RAS-020D-TRAC-01	2	1	1	2	1	10
199	Motobomba 20 HP	AR-MOT-020X-NING-01	3	1	1	2	1	15
200	Reabonadora de 4 hilos.	AR-REA-004H-TRAC-01	1	2	1	1	1	5
201	Tractor Belarus 1021	AR-TRA-BELA-1021-01	4	5	3	5	2	60
202	Rotativa Simple	AS-ROT-001C-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
203	Rotativa Simple	AS-ROT-001C-TRAC-02	1	1	1	1	1	4
204	Rastra de 18 discos	AS-RAS-018D-TRAC-01	2	1	1	2	1	10
205	Rastra de 18 discos	AS-RAS-018D-TRAC-02	2	1	1	2	1	10
206	Reabonadora de 4 hilos.	AS-REA-004H-TRAC-01	2	2	1	1	1	10
207	Máquina de oruga Caterpillar D5 serie C	AS-ORU-CATR-D5SC-01	3	5	3	1	2	33

Continuación de tabla 5.11

Núm.	Maquinaria y equipos	Código	Clasificación					Críticidad
			Frecuencia	Costo de reparación	Dificultad para encontrar repuestos	Impacto en la producción	Dificultad para conseguir mecánico	
208	Tractor Veneminsk VM62	AS-TRA-VNMK-VM62-01	4	5	3	5	2	60
209	Tractor Veneminsk VM62	AS-TRA-VNMK-VM62-02	4	5	3	5	2	60
210	Sembradora de 6 hilos	AT-SEM-006H-TRAC-01	2	2	1	3	2	16
211	Asperjadora de 1100 L	AT-ASP-110L-TRAC-01	2	1	1	1	1	8
212	Motobomba de 20 Hp	AT-MOT-020X-NING-01	3	1	1	2	1	15
213	Encaladora de 6 m	AT-ENC-006M-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
214	Rastra de 28 discos	AT-RAS-028D-TRAC-01	2	1	1	2	1	10
215	Cosechadora Massey Ferguson 5650	AT-COS-MFER-5650-01	3	5	4	5	4	54
216	Cosechadora Massey Ferguson 5650	AT-COS-MFER-5650-02	3	5	4	5	4	54

Continuación de tabla 5.11

Núm.	Maquinaria y equipos	Código	Clasificación					Criticidad
			Frecuencia	Costo de reparación	Dificultad para encontrar repuestos	Impacto en la producción	Dificultad para conseguir mecánico	
217	Cosechadora Massey Ferguson 5650	AT-COS-MFER-5650-03	3	5	4	5	4	54
218	Sembradora de 6 hilos	AU-SEM-006H-TRAC-01	2	1	1	2	2	12
219	Sembradora de 6 hilos	AU-SEM-006H-TRAC-02	2	1	1	2	2	12
220	Asperjadora de 1100 L	AU-ASP-110L-TRAC-02	1	1	1	1	1	4
221	Rastra de 18 discos.	AU-RAS-018D-TRAC-01	2	1	1	2	1	10
222	Rastra de 18 discos.	AU-RAS-018D-TRAC-02	2	1	1	2	1	10
223	Tractor Veneminsk VM130	AU-TRA-VNMK-V130-01	3	5	3	5	2	45
224	Tractor Veneminsk VM130	AU-TRA-VNMK-V130-02	3	5	3	5	2	45
225	Sembradora de 6 hilos	AV-SEM-006H-TRAC-01	2	1	1	2	2	12
226	Sembradora de 6 hilos	AV-SEM-006H-TRAC-02	2	1	1	2	2	12

Continuación de tabla 5.11

Núm.	Maquinaria y equipos	Código	Clasificación					Críticidad
			Frecuencia	Costo de reparación	Dificultad para encontrar repuestos	Impacto en la producción	Dificultad para conseguir mecánico	
227	Rotativa simple	AV-ROT-001C-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
228	Asperjadora de 1100 L	AV-ASP-110L-TRAC-01	1	2	1	1	1	5
229	Asperjadora de 1100 L	AV-ASP-110L-TRAC-02	1	2	1	1	1	5
230	Rastra de 18 discos	AV-RAS-018D-TRAC-01	2	1	1	1	1	8
231	Rastra de 18 discos	AV-RAS-018D-TRAC-02	2	1	1	1	1	8
232	Rastra de 18 discos	AV-RAS-018D-TRAC-03	2	1	1	1	1	8
233	Bazuca de 6m	AV-BAZ-006M-NING-01	1	1	1	1	1	4
234	Bazuca de 6m	AV-BAZ-006M-NING-02	1	1	1	1	1	4
235	Cosechadora John Deere 4400	AV-COS-JODR-4400-01	3	5	4	5	4	54
236	Cosechadora John Deere 4400	AV-COS-JODR-4400-02	3	5	4	5	4	54
237	Tractor Belarus 1222	AV-TRA-BELA-1222-01	3	5	3	5	2	45
238	Tractor Belarus 1222	AV-TRA-BELA-1222-02	3	5	3	5	2	45
239	Tractor Belarus 1021	AV-TRA-BELA-1021-01	4	5	3	5	2	60

Continuación de tabla 5.11

Núm.	Maquinaria y equipos	Código	Clasificación					Críticidad
			Frecuencia	Costo de reparación	Dificultad para encontrar repuestos	Impacto en la producción	Dificultad para conseguir mecánico	
240	Tractor Belarus 1021	AV-TRA-BELA-1021-02	4	5	3	5	2	60
241	Sembradora de 6 hilos	AW-SEM-006H-TRAC-01	2	2	1	2	2	14
242	Sembradora de 6 hilos	AW-SEM-006H-TRAC-02	2	2	1	2	2	14
243	Rotativa simple	AW-ROT-001C-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
244	Asperjadora de 1100 L	AW-ASP-110L-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
245	Asperjadora de 1100 L	AW-ASP-110L-TRAC-02	1	1	1	1	1	4
246	Rastra de 18 discos	AW-RAS-018D-TRAC-01	2	1	1	2	1	10
247	Rastra de 18 discos	AW-RAS-018D-TRAC-02	2	1	1	2	1	10
248	Rastra de 18 discos	AW-RAS-018D-TRAC-03	2	1	1	2	1	10
249	Bazuca de 6m	AW-BAZ-006M-NING-01	1	1	1	1	1	4
250	Bazuca de 6m	AW-BAZ-006M-NING-02	1	1	1	1	1	4
251	Cosechadora Jhon Deere 4400	AW-COS-JODR-4400-01	3	5	4	5	4	54
252	Cosechadora Jhon Deere 4400	AW-COS-JODR-4400-02	3	5	4	5	4	54

Continuación de tabla 5.11

Núm.	Maquinaria y equipos	Código	Clasificación					Críticidad
			Frecuencia	Costo de reparación	Dificultad para encontrar repuestos	Impacto en la producción	Dificultad para conseguir mecánico	
253	Tractor Belarus 1222	AW-TRA-BELA-1222-01	3	5	3	5	2	45
254	Tractor Belarus 1222	AW-TRA-BELA-1222-02	3	5	3	5	2	45
255	Tractor Belarus 1021	AW-TRA-BELA-1021-01	4	5	3	5	2	60
256	Tractor Belarus 1021	AW-TRA-BELA-1021-02	4	5	3	5	2	60
257	Sembradora de 6 hilos	AX-SEM-006H-TRAC-01	2	2	1	2	2	14
258	Asperjadora de 1100 L	AX-ASP-110L-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
259	Motobomba de 20Hp	AX-MOT-020X-NING-01	3	1	1	2	1	15
260	Rastra de 18 discos	AX-RAS-018D-TRAC-01	2	1	1	2	1	10
261	Tractor John Deere 4240	AX-TRAC-JODR-4240-01	4	5	4	5	4	72
262	Tractor Ford 6710	AX-TRAC-FORD-6710-01	4	5	2	5	2	56
263	Tractor Ford 6710	AX-TRAC-FORD-6710-02	4	5	2	5	2	56

Continuación de tabla 5.11

Núm.	Maquinaria y equipos	Código	Clasificación					Críticidad
			Frecuencia	Costo de reparación	Dificultad para encontrar repuestos	Impacto en la producción	Dificultad para conseguir mecánico	
264	Sembradora de 9 hilos	AY-SEM-009H-TRAC-01	2	2	1	2	2	14
265	Sembradora de 9 hilos	AY-SEM-009H-TRAC-02	2	2	1	2	2	14
266	Sembradora de 9 hilos	AY-SEM-009H-TRAC-03	2	2	1	2	2	14
267	Rotativas de 2 cuchillas	AY-ROT-002C-TRAC-01	2	1	1	1	1	8
268	Rotativas de 2 cuchillas	AY-ROT-002C-TRAC-02	2	1	1	1	1	8
269	Asperjadora de 1100 L	AY-ASP-110L-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
270	Asperjadora de 2500 L	AY-ASP-250L-TRAC-01	1	1	1	1	1	4
271	Asperjadora de 2500 L	AY-ASP-250L-TRAC-02	1	1	1	1	1	4
272	Motobomba de 150Hp	AY-MOT-150X-NING-01	2	3	3	3	2	22
273	Motobomba de 150Hp	AY-MOT-150X-NING-02	2	3	3	3	2	22
274	Rastra de 28 discos	AY-RAS-028D-TRAC-01	2	1	1	2	1	10

Continuación de tabla 5.11

Núm.	Maquinaria y equipos	Código	Clasificación					Críticidad
			Frecuencia	Costo de reparación	Dificultad para encontrar repuestos	Impacto en la producción	Dificultad para conseguir mecánico	
275	Rastra de 28 discos	AY-RAS-028D-TRAC-02	2	1	1	2	1	10
276	Rastra de 28 discos	AY-RAS-028D-TRAC-03	2	1	1	2	1	10
277	Reabonadora de 9 hilos	AY-REA-009H-TRAC-01	2	2	1	2	2	14
278	Reabonadora de 9 hilos	AY-REA-009H-TRAC-02	2	2	1	2	2	14
279	Cañón de riego	AY-CAÑ-01CR-NING-01	1	1	1	1	1	4
280	Bazuca de 6m	AY-BAZ-006M-NING-01	1	1	1	1	1	4
281	Bazuca de 6m	AY-BAZ-006M-NING-02	1	1	1	1	1	4
282	Bazuca de 6m	AY-BAZ-006M-NING-03	1	1	1	1	1	4
283	Cosechadora Massey Ferguson 5650	AY-COS-MFER-5650-01	3	5	4	5	4	54
284	Cosechadora Massey Ferguson 5650	AY-COS-MFER-5650-02	3	5	4	5	4	54
285	Cosechadora Massey Ferguson 5650	AY-COS-MFER-5650-03	3	5	4	5	4	54

Continuación de tabla 5.11

Núm.	Maquinaria y equipos	Código	Clasificación					Criticidad
			Frecuencia	Costo de reparación	Dificultad para encontrar repuestos	Impacto en la producción	Dificultad para conseguir mecánico	
286	Máquina de oruga Caterpillar D5 serie C	AY-ORU-CATR-D5SC-01	3	5	3	1	2	33
287	Tractor Ford 7610	AY-TRA-FORD-7610-01	3	5	2	5	2	42
288	Tractor Ford 6710	AY-TRA-FORD-6710-01	4	5	2	5	2	56
289	Tractor John Deere 6068T	AY-TRA-JODR-6068-01	3	5	5	5	5	60
290	Tractor John Deere 6068T	AY-TRA-JODR-6068-02	3	5	5	5	5	60
291	Tractor John Deere 6068T	AY-TRA-JODR-6068-03	3	5	5	5	5	60
292	Tractor John Deere 6068T	AY-TRA-JODR-6068-04	3	5	5	5	5	60
293	Tractor Belarus 1523	AY-TRA-BELA-1523-01	3	5	3	5	2	45
294	Tractor Belarus 1523	AY-TRA-BELA-1523-02	3	5	3	5	2	45
295	Tractor Belarus 1523	AY-TRA-BELA-1523-03	3	5	3	5	2	45

De esta forma se obtiene los valores de la criticidad de cada uno de las maquinarias y equipos, teniendo como resultado que el 67% de las maquinarias y equipos poseen una criticidad baja, el 31% una criticidad media y un 2% una alta criticidad, esto puede observarse mejor en la gráfica de distribución de criticidad, (figura 5.4 y 5.5) en donde se puede ver la forma en cómo se distribuyen la criticidad de los equipos.

Frecuencia																	
1	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
3	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
4	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80
5	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65		75	80	85	90	95	100
Consecuencias	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Figura 5.4 Ubicación de los niveles de criticidad posibles (Elaboración propia, 2019)

Frecuencia																
1	68 Maquinarias y Equipos	15 Maquinarias y Equipos	1 Maquinarias y Equipos	1 Maquinarias y Equipos												
2	19 Maquinarias y Equipos	30 Maquinarias y Equipos	11 Maquinarias y Equipos		2 Maquinarias y Equipos	2 Maquinarias y Equipos	2 Maquinarias y Equipos		1 Maquinarias y Equipos							
3	3 Maquinarias y Equipos	15 Maquinarias y Equipos	1 Maquinarias y Equipos	1 Maquinarias y Equipos	1 Maquinarias y Equipos	1 Maquinarias y Equipos	3 Maquinarias y Equipos	3 Maquinarias y Equipos			25 Maquinarias y Equipos	3 Maquinarias y Equipos	2 Maquinarias y Equipos	15 Maquinarias y Equipos	2 Maquinarias y Equipos	5 Maquinarias y Equipos
4			1 Maquinarias y Equipos				1 Maquinarias y Equipos			4 Maquinarias y Equipos	20 Maquinarias y Equipos	3 Maquinarias y Equipos	1 Maquinarias y Equipos	2 Maquinarias y Equipos	1 Maquinarias y Equipos	1 Maquinarias y Equipos
5																
Consecuencias	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Figura 5.5 Distribución de los niveles de criticidad por maquinarias y equipos (Elaboración propia, 2019)

Esta figura nos muestra que la mayoría de los equipos están en el rango de criticidad baja, seguidos por los de criticidad media y por último los de gran criticidad, las cantidades de equipos por rango pueden observarse en la figura 5.6

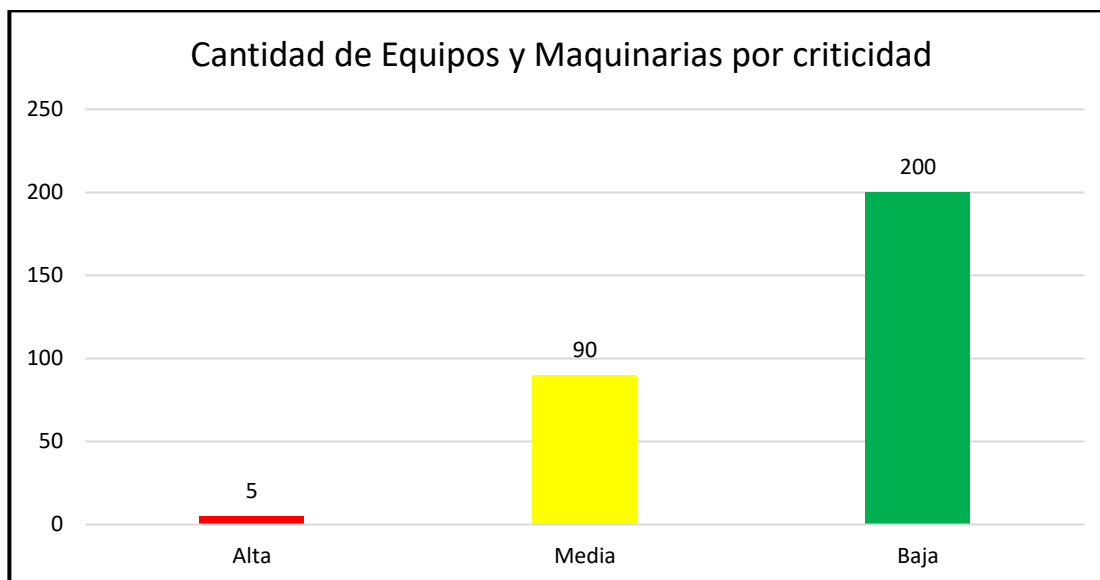


Figura 5.6 Cantidad de equipos por rango de criticidad (Elaboración propia, 2019)

De esta forma se puede observar que solamente hay 5 equipos de criticidad alta y 90 equipos de criticidad media, de esta forma se puede elaborar el plan de mantenimiento de forma tal que los recursos se dispongan en su mayoría hacia los equipos de gran criticidad, de esta forma, se utilizaran los recursos de una manera más eficiente y con menor impacto a la producción.

De igual forma se resaltan los que las cosechadoras y los tractores son las maquinarias con mayor criticidad, esto resalta su importancia dentro del proceso productivo, los 15 equipos y maquinarias con mayor criticidad pueden observarse en la tabla 5.12

Tabla 5.12 Maquinaria y equipos con mayor criticidad (Elaboración propia, 2019)

Núm.	Maquinaria y equipos	Código	Criticidad
1	Cosechadora Massey Ferguson 5650	AC-CSH-MFER-5650-01	80
2	Cosechadora Massey Ferguson 5650	AB-COS-MFER-5650-01	76
3	Cosechadora Laverda 1320	AP-COS-LAVR-1320-01	72
4	Tractor John Deere 4240	AX-TRAC-JODR-4240-01	72
5	Tractor Zetor 6211	AE-TRA-ZETR-6211-01	68
6	Tractor Belarus 1021	AA-TRA-BELA-1021-01	64
7	Tractor Veneminsk VM62	AB-TRA-VNMK-VM62-01	64
8	Tractor Veneminsk VM62	AB-TRA-VNMK-VM62-02	64
9	Tractor John Deere 4240	AC-TRA-JODR-4240-01	60
10	Tractor Belarus 1021	AD-TRA-BELA-1021-01	60
11	Tractor Belarus 1021	AD-TRA-BELA-1021-02	60
12	Tractor Veneminsk VM62	AD-TRA-VNMK-VM62-01	60
13	Tractor Belarus 1021	AF-TRA-BELA-1021-01	60
14	Tractor Belarus 1021	AF-TRA-BELA-1021-02	60
15	Tractor Belarus 1021	AG-TRA-BELA-1021-01	60

Con esto se puede observar que la maquinaria que las cosechadoras y los tractores de pequeño tamaño, tienen más criticidad que el resto de los equipos, esto demuestra su importancia en la producción, se destaca también que los tractores de mayor tamaño de cilindrada, obtuvieron menos criticidad, esto en parte porque fallaron con menos frecuencia, lo que puede significar que los tractores pequeños están siendo mal utilizados, o están trabajando con sobre esfuerzo.

Los esfuerzos en la realización del mantenimiento deben de ir en función de la criticidad del equipo, en caso de déficit de presupuesto, se debe siempre de dar prioridad al equipo más crítico, debido a que es el que más afecta al sistema.

5.4 Realización del análisis de modos y efectos de fallas a maquinarias y equipos para la prolongación de su vida útil.

El análisis de modos y efectos de fallas se les aplicara a los diferentes tipos de maquinarias y equipos, ya que, a pesar de existir múltiples modelos, los sistemas son iguales, variando únicamente el fabricante y tamaño de los mismos, mas sus funciones y periodos de ocurrencias poco varían, de esta forma se comenzara con los que tengan mayor criticidad, para esto se tomaran en cuenta los componentes principales de cada uno, así como su función, modo de falla, el efecto, causa de la falla, esto con la finalidad de conocer el número de prioridad de riesgo y las acciones necesarias para evitar que ocurra la falla.

5.4.1 Determinación de los criterios de clasificación

Los criterios de clasificación nos permiten asignar un valor numérico a cada una de las situaciones de una forma equitativa, permitiendo así la realización del análisis, estos criterios pueden ser observados en las siguientes tablas

Tabla 5.13 Clasificación según gravedad o severidad de fallo (Gómez, F.; 1998)

Cuadro de clasificación según Gravedad o Severidad de fallo (S)	
Criterio	Valor
Ínfima. El defecto no afectaría a la producción	1
Escasa. Puede provocar una tenue pérdida en la producción	2-3
Baja. Provoca una ligera pérdidas en la producción	4-5
Moderada. Provoca pérdidas de producción considerables	6-7
Elevada. El fallo es crítico, provocando una pérdida significativa de la producción	8-9
Muy elevada. El fallo implica pérdidas totales de los niveles de producción	10

Tabla 5.14 Clasificación según la probabilidad de ocurrencia (Gómez, F.; 1998)

Cuadro de clasificación según la Probabilidad de ocurrencia (O)	
Criterio	Valor
Muy escasa probabilidad de ocurrencia. Defecto inexistente en el pasado	1
Escasa probabilidad de ocurrencia. Muy pocos fallos en circunstancias pasadas similares	2-3
Moderada probabilidad de ocurrencia. Defecto aparecido ocasionalmente	4-5
Frecuente probabilidad de ocurrencia. En circunstancias similares anteriores el fallo se ha presentado con cierta frecuencia	6-7
Elevada probabilidad de ocurrencia. El fallo se ha presentado frecuentemente en el pasado	8-9
Muy elevada probabilidad de fallo. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente	10

Tabla 5.15 Clasificación según la probabilidad de no detección (Gómez, F.; 1998)

Cuadro de clasificación según la Probabilidad de no detección (D)	
Criterio	Valor
Muy escasa. El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes.	1
Escasa. El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría raramente escapar a algún control primario, pero sería posteriormente detectado	2-3
Moderada. El defecto es una característica de bastante fácil detección	4-5
Frecuente. Defectos de difícil detección que con relativa frecuencia pasan desapercibidos	6-7
Elevada. El defecto es de naturaleza tal, que su detección es relativamente improbable mediante los procedimientos convencionales de control	8-9
Muy elevada. El defecto con mucha probabilidad pasara desapercibido , por ser muy difícil detectable	10

Ya con los criterios de clasificación ya definidos se procede a la aplicación del AMEF.

5.4.2 Aplicación del análisis de modo y efecto de falla a la maquinarias y equipos de la Aproagua

Se realiza el análisis de modo y efecto de falla a las maquinarias de Aproagua, este esta ordenado según la criticidad de los tipos, para la realización del mismo se utilizando los datos anteriormente recopilados, estos pueden observarse en las siguientes tablas.

Tabla 5.16 aplicación del AMEF a la cosechadora (Elaboración propia, 2019)

Equipo o maquinaria: Cosechadora						Elaborado por:				
Fecha:						AMEF No. 1				
Periodo de Uso: Cultivo						Pagina				1 de 6
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	Npr	Nprp	Acciones
Sistema de arranque	Darle arranque al motor	El arranque no gira	El motor no enciende	Desgaste en el inducido	10	3	1	30	30	Desarmar el arranque para verificar el estado de los componentes
				Desgaste en el inductor						
				Desgaste en los carbones						
				Porta carbones partidos						
				El automático dañado						
		El arranque gira pero no engrana el piñón	El motor no enciende	Mal funcionamiento del bendix	10	3	1	30	30	Bajar el arranque y verificar el estado de los componentes, cambiar de ser necesario
				Desgaste del piñón						
		El arranque no realiza ninguna función	El motor no enciende	Conector del encendido dañado	10	3	1	30	30	Verificar las conexiones eléctricas, el módulo de encendido y el arranque
				Módulo de encendido dañado						
				Falla en la batería						
Sistema de apoyo	Darle información de los componentes al usuario	Indicadores del panel no funcionan	Panel de control sin señal	Fusible quemado	5	2	2	20	28	Verificar los fusibles, el cortador de corriente, el interruptor, las baterías y por último el cableado hasta dar con la falla.
				Interruptor dañado						
				Falla en las baterías						
				Corta corriente activado						
				Cable roto o deteriorado						
		Sistema de control de tracción electrónica no activa	Sistema de suspensión eléctrica no funciona	Sensor de posición de ruedas dañado o cortocircuitado	4	2	3	24	24	Verificar el sistema eléctrico, calibrar el acelerómetro y verificar los sensores de posición de ruedas
				Fusible quemado acelerómetro mal calibrado						

Continuación de la tabla 5.16

Equipo o maquinaria: Cosechadora						Elaborado por:					
Fecha:						AMEF No. 1					
Periodo de Uso: Cultivo						Pagina				2 de 6	
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	Npr	Nprp	Acciones	
Sistema de dirección	Darle el sentido de giro y controlar la cosechadora	Se requiere de esfuerzo excesivo para cruzar	Inconformidad por el operario	Falla en la bomba hidráulica	10	1	1	10	10	Revisar los niveles de lubricante, revisar el causal de la bomba y revisar el gato de la dirección	
			Altos niveles de peligro	Falla en el gato de la dirección	10	1	1	10			
			Posibilidad de choque	Falta de aceite	10	1	1	10			
		Sonido agudo al girar	Inconformidad por el operario	Aire en las tuberías	9	1	2	18	18	Expurgar el sistema; verificar el estado de los sellos de la bomba	
				Falla en los sellos de la bomba							
		Imprecisión al manejar	Altos niveles de peligro	Brazo de control dañado	9	1	1	9	14,33	Verificar el estado los brazos, de los terminales y el estado del gato hidráulico	
			Posibilidad de choque	Terminal dañado	10	1	1	10			
			Inconformidad por el usuario	Gato hidráulico con fisura	8	3	1	24			
Sistema de combustible	Darle el combustible al motor	Falta combustible en cámara del motor al acelerar	Ahogamiento del motor	Falla en la bomba de transferencia	10	1	1	10	9,50	Revisar la presión del sistema	
			Producción de gases tóxicos	Falla en los inyectores	9	1	1	9		Realizar calibración a los inyectores	
			Pérdida de fuerza del motor	Falla en la bomba de alta presión	10	3	2	60	60,00	Revisar la presión del sistema	

Continuación de la tabla 5.16

Equipo o maquinaria: Cosechadora						Elaborado por:				
Fecha:						AMEF No. 1				
Periodo de Uso: Cultivo						Pagina				3 de 6
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	Npr	Nprp	Acciones
Sistema de combustible	Darle el combustible al motor	Falta combustible en cámara del motor al acelerar	Pérdida de fuerza del motor	Filtros de combustible obstruidos	5	8	1	40	60,00	Verificar la presión de salida de la bomba de alta presión, reemplazar sellos de ser necesario
				Combustible con agua	8	5	2	80		Limpiar el tanque de combustible, filtro trampa de agua
		Niveles de presión de combustible en 0	El motor no enciende	Falla en la bomba de alta presión	10	1	3	30	42,6	Verificar el sistema de combustible, verificar el estado de la bomba de alta presión, cambiar filtros y limpiar tanque de combustible
				Filtros de combustible obstruidos	5	8	1	40		
				Aire en las tuberías	4	3	3	36		
				combustible con agua	8	5	2	80		
				Falla en los inyectores	9	1	3	27		
Sistema de frenos	Parar la cosechadora	Perdida de potencia de frenado	Altos niveles de peligro	Hidroback dañado	10	1	1	10	13,33	Revisar las pastillas y bandas, verificar posibles botes de liga, verificar el hidroback y por último el cilindro maestro hasta encontrar con la falla
			Posibilidad de choque	Cilindro maestro dañado	10	1	1	10		
			Inconformidad por el usuario	Bajo nivel de liga de freno	10	1	2	20		
				Pastillas y bandas desgastadas						
		Frenado irregular	Pérdida del control del vehículo al momento de frenar	Frenos mal graduados	10	1	1	10	10	Revisar las bandas de freno y graduarla
				Bandas de freno mal instaladas						

Continuación de la tabla 5.16

Equipo o maquinaria: Cosechadora						Elaborado por:					
Fecha:						AMEF No. 1					
Periodo de Uso: Cultivo						Pagina				4 de 6	
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	Npr	Nprp	Acciones	
Sistema de potencia	Transmitir la potencia del motor hasta las ruedas motrices	Pérdida de potencia	Paralización de la cosechadora	Cruceta dañada	10	2	1	20	20	Montar en puente y verificar el tren de potencia	
				Cardan dañado							
				Caja neutralizada							
		No aplica el sistema Full Truck	Pérdida de la tracción delantera	Diferencial electrónico dañado	5	3	2	30	30	Verificar el sistema de control electrónico y después el diferencial hasta encontrar con la falla	
				Sistema de control dañado							
Sistema motor	Dar la potencia necesaria para mover el vehículo	Sonido fuerte saliendo de la parte superior del motor	Pérdida de potencia	Taquetes dañados	5	3	2	30	23,33	Desarmar el camarín y verificar el estado de los componentes del mismo	
			Mala regulación del motor	Válvulas quemadas	5	2	2	20			
			Inconformidad por el operario	Árbol de levas aplanado	5	2	2	20			
		Motor engarrotado	El motor no enciende	Falta de aceite	10	2	2	40	23,33	Desarmar y verificar el estado de todos los componentes, rearmar el motor con componentes nuevos	
			La cosechadora queda inoperativo	Motor fundido	10	1	1	10			
			Pérdida de la capacidad para realizar el trabajo	Recalentamiento del motor	10	1	1	20			

Continuación de la tabla 5.16

Equipo o maquinaria: Cosechadora							Elaborado por:				
Fecha:							AMEF No. 1				
Periodo de Uso: Cultivo							Pagina			5 de 6	
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	Npr	Nprp	Acciones	
Sistema de refrigeración	Reducir la temperatura del motor	Temperatura del motor elevada	Posible engarrotamiento del motor	Fanchut ventilador dañado	10	1	1	10	36,66	Verificar el estado de los ventiladores, revisar el flujo del refrigerante por el motor	
			Posible falla general del motor	Electro ventilador dañado	10	3	3	90			
			Recalentamiento de las cámaras	Falta de fluido de refrigerante	10	1	1	10			
				Bomba de agua dañada							
		Líquido refrigerante derramado	Perdida de todo el refrigerante	Manquera rota	10	1	1	10	40,00	Verificar las manqueras, el radiador y las empacaduras	
			Recalentamiento del motor	Empacadura rota	10	1	1	10			
			recalentamiento de las cámaras	Radiador roto	10	1	1	10			
			Posible falla general del motor	Tanque roto	10	1	1	10			
Sistema de Cosecha	Cosechar el maíz y almacenarlo	El maíz no llega al elevador de cangilones	daño al maíz	Ruptura del tornillo sin fin de cosecha	10	1	8	80	93,33	Verificar los tornillos sin fin, el nivel de aceite hidráulico, la bomba de aceite hidráulico y el sistema de control electrónico	
			perdida de la producción	Ruptura del tornillo sin fin transportador	10	1	8	80			

Continuación de la tabla 5.16

Equipo o maquinaria: Cosechadora										Elaborado por:	
Fecha:										AMEF No. 1	
Periodo de Uso: Cultivo										Pagina	6 de 6
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	Npr	Nprp	Acciones	
Sistema de Cosecha	Cosechar el maíz y almacenarlo	El maíz no llega al elevador de cangilones	Perdida del almacenamiento	Perdida de potencia hidráulica	10	3	4	120			
		El maíz se sale del compartimento	Perdida de producción	Sistema de suspensión eléctrica en falla	8	1	5	40	40,00	Verificar el sistema de control electrónico	
				Sistema de advertencia de nivel de carga en falla	8	1	5	40			

Tabla 5.17 Aplicación del AMEF al tractor (Elaboración propia, 2019)

Equipo o maquinaria: Tractor									Elaborado por:	
Fecha:									AMEF No. 1	
Periodo de Uso: Cultivo									Pagina	1 de 5
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	Npr	Nprp	Acciones
Sistema de arranque	Darle arranque al motor	El arranque no gira	El motor no enciende	Desgaste en el inducido	10	3	1	30	30	Desarmar el arranque para verificar el estado de los componentes
				Desgaste en el inductor						
				Desgaste en los carbones						
				Porta carbones partidos						
				El automático dañado						
		El arranque gira pero no engrana el piñón	El motor no enciende	Mal funcionamiento del bendix	10	3	1	30	30	Bajar el arranque y verificar el estado de los componentes, cambiar de ser necesario
				Desgaste del piñón						
		El arranque no realiza ninguna función	El motor no enciende	Conector del encendido dañado	10	3	1	30	30	Verificar las conexiones eléctricas, el módulo de encendido y el arranque
				Módulo de encendido dañado						
				Falla en la batería						
Sistema de apoyo	Darle información de los componentes al usuario	Indicadores del panel no funcionan	Panel de control sin señal	Fusible quemado	5	2	2	20	28	Verificar los fusibles, la corta corriente, el interruptor, la batería y por último el cableado hasta dar con la falla.
				Interruptor dañado						
				Falla en la batería						
				Corta corriente activado						
				Cable roto o deteriorado						

Continuación de tabla 5.17

Equipo o maquinaria: Tractor						Elaborado por:					
Fecha:						AMEF No. 1					
Periodo de Uso: Cultivo						Pagina				2 de 5	
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	Npr	Nprp	Acciones	
Sistema de dirección	Darle el sentido de giro y controlar el tractor	Se requiere de esfuerzo excesivo para cruzar	Inconformidad por el operario	Falla en la bomba hidráulica	10	1	1	10	10	Revisar los niveles de lubricante, revisar el causal de la bomba y revisar el gato de la dirección	
			Altos niveles de peligro	Falla en el gato de la dirección	10	1	1	10			
			Posibilidad de choque	Falta de aceite	10	1	1	10			
		Sonido agudo al girar	Inconformidad por el operario	Aire en las tuberías	9	1	2	18	18	Expurgar el sistema; verificar el estado de los sellos de la bomba	
				Falla en los sellos de la bomba							
		Imprecisión al manejar	Altos niveles de peligro	Brazo de control dañado	9	1	1	9	14,33	Verificar el estado los brazos, de los terminales y el estado del gato hidráulico	
			Posibilidad de choque	Terminal dañado	10	1	1	10			
			Inconformidad por el usuario	Gato hidráulico con fisura	8	3	1	24			

Continuación de tabla 5.17

Equipo o maquinaria: Tractor						Elaborado por:				
Fecha:						AMEF No. 1				
Periodo de Uso: Cultivo						Pagina				3 de 5
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	Npr	Nprp	Acciones
Sistema de combustible	Darle el combustible al motor	Falta combustible en cámara del motor al acelerar	Ahogamiento del motor	Falla en la bomba de transferencia	10	1	1	10	9,50	Revisar la presión del sistema
			Producción de gases tóxicos	Falla en los inyectores	9	1	1	9	Realizar calibración a los inyectores	
			Pérdida de fuerza del motor	Falla en la bomba de alta presión	10	3	2	60	60,00	Revisar la presión del sistema
				Filtros de combustible obstruidos	5	8	1	40		Verificar la presión de salida de la bomba de alta presión, reemplazar sellos de ser necesario
				Combustible con agua	8	5	2	80		Limpiar el tanque de combustible, filtro trampa de agua
			Niveles de presión de combustible en 0	El motor no enciende	Falla en la bomba de alta presión	10	1	3	30	42,6
		Filtros de combustible obstruidos			5	8	1	40		
		Aire en las tuberías			4	3	3	36		
		Combustible con agua			8	5	2	80		
		Sistema de frenos	Parar al Tractor	Pérdida de potencia de frenado	Altos niveles de peligro	Hidroback dañado	10	1	1	10
Posibilidad de choque	Cilindro maestro dañado				10	1	1	10		
Inconformidad por el operario	Bajo nivel de liga de freno				10	1	2	20		
	Pastillas y bandas desgastadas									
Frenado irregular	Pérdida del control del vehículo al momento de frenar			Frenos mal graduados	10	1	1	10	10	Revisar las bandas de freno y graduarla
			Bandas de freno mal instaladas							

Continuación de tabla 5.17

Equipo o maquinaria: Tractor					Elaborado por:					
Fecha:					AMEF No. 1					
Periodo de Uso: Cultivo					Pagina					4 de 5
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	Npr	Nprp	Acciones
Sistema de potencia	Transmitir la potencia del motor hasta las ruedas motrices	Pérdida de potencia	Paralización de la cosechadora	Cruceta dañada	10	2	1	20	20	Montar en puente y verificar el tren de potencia
				Cardan dañado						
				Caja neutralizada						
		No aplica el sistema 4x4	Pérdida de la tracción delantera	Cruceta dañada	5	3	2	30	30	Verificar el estado del eje y del toma fuerza
				Toma fuerza dañado						
Sistema motor	Dar la potencia necesaria para mover el vehículo	Sonido fuerte saliendo de la parte superior del motor	Pérdida de potencia	Taquetes dañados	5	3	2	30	23,33	Desarmar el camerin y verificar el estado de los componentes del mismo
			Mala regulación del motor	Válvulas quemadas	5	2	2	20		
			Inconformidad por el operario	Árbol de levas aplanado	5	2	2	20		
		Motor engarrotado	El motor no enciende	Falta de aceite	10	2	2	40	23,33	Desarmar y verificar el estado de todos los componentes, rearmar el motor con componentes nuevos
			El tractor queda inoperativo	Motor fundido	10	1	1	10		
			Pérdida de la capacidad para realizar el trabajo	Recalentamiento del motor	10	1	1	20		

Continuación de tabla 5.17

Equipo o maquinaria: Tractor					Elaborado por:					
Fecha:					AMEF No. 1					
Periodo de Uso: Cultivo					Pagina					5 de 5
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	Npr	Nprp	Acciones
Sistema de refrigeración	Reducir la temperatura del motor	Temperatura del motor elevada	Posible engarrotamiento del motor	Fanchut ventilador dañado	10	1	1	10	36,66	Verificar el estado de los ventiladores, revisar el flujo del refrigerante por el motor
			Posible falla general del motor	Electro ventilador dañado	10	3	3	90		
			Recalentamiento de las cámaras	Falta de fluido de refrigerante	10	1	1	10		
				Bomba de agua dañada						
		Líquido refrigerante derramado	Perdida de todo el refrigerante	Manquera rota	10	1	1	10	40,00	Verificar las manqueras, el radiador y las empacaduras
			Recalentamiento del motor	Empacadura rota	10	1	1	10		
			recalentamiento de las cámaras	Radiador roto	10	1	1	10		
			Posible falla general del motor		10	1	1	10		
Sistema Hidráulico	Dar potencia hidráulica a los elementos aplicados	La presión es inexistente	Niveles de aceite bajos	Ruptura de manguera hidráulica	10	1	8	80	93,33	Verificar los niveles de aceite, las mangueras y la bomba, sustituir componentes de ser necesario
			Bomba de aceite dañada	Ruptura de los sellos de la bomba	10	1	8	80		
			Perdida del almacenamiento	Ruptura del almacén principal de aceite	10	3	4	120		
Sistema toma fuerza	Transmitir la potencia del motor a los elementos aplicados	Acople del eje no encaja	Perdida de transmisión de potencia	Ruptura del acople	5	2	4	40	40	Verificar el estado del acople, el estado del diferencial y de los componentes del eje
				Daño a eje						
				Diferencial del toma fuerza neutralizado						

Tabla 5.18 Aplicación del AMEF a la máquina de oruga (Elaboración propia, 2019)

Equipo o maquinaria: Maquina de Oruga					Elaborado por:					
Fecha:					AMEF No. 1					
Periodo de Uso: Siembra					Pagina					1 de 2
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	Npr	Nprp	Acciones
Sistema motor	Dar la potencia necesaria para mover la maquinaria	Sonido fuerte saliendo de la parte superior del motor	Perdida de potencia	Taquetes dañados	8	3	5	120	93,33	Desarmar el camerin y verificar el estado de los componentes del mismo
			Mala regulación del motor	Válvulas quemadas	8	2	5	80		
			Inconformidad por el operario	Árbol de levas aplanado	8	2	5	80		
		Motor engarrotado	El motor no enciende	Falta de aceite	10	2	1	20	36,67	Desarmar y verificar el estado de todos los componentes, rearmar el motor con componentes nuevos
			La máquina queda inoperativa	Motor fundido	10	1	6	60		
			Perdida de la capacidad para realizar el trabajo	Recalentamiento del motor	10	1	3	30		
Sistema de potencia	Transmitir la potencia del motor hasta las ruedas motrices	Perdida de potencia de	Paralización de la maquina	Falta de aceite hidráulico	10	2	5	100	100	Verificar los niveles de aceite, mangueras hidráulicas, bomba hidráulica y cuerpo de válvulas
				Daño del cuerpo de válvulas						
				Bomba de alta presión en falla						
				ruptura de manguera						

Continuación de tabla 5.18

Equipo o maquinaria: Maquina de Oruga						Elaborado por:					
Fecha:						AMEF No. 1					
Periodo de Uso: Siembra						Pagina				2 de 2	
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	Npr	Nprp	Acciones	
Sistema de refrigeración	Reducir la temperatura del motor	Temperatura del motor elevada	Posible engarrotamiento del motor	Fanchut ventilador dañado	10	1	1	10	36,66	Verificar el estado de los ventiladores, revisar el flujo del refrigerante por el motor	
			Recalentamiento de la cámara	Falta de fluido de refrigerante	10	1	1	10			
				Bomba de agua dañada							
		Líquido refrigerante derramado	Perdida de todo el refrigerante	Manquera rota	10	1	1	10	40,00	Verificar las manqueras, el radiador y las empacaduras	
			Recalentamiento del motor	Empacadura rota	10	1	1	10			
			recalentamiento de las cámaras	Radiador roto	10	1	1	10			
Sistema de combustible	Darle el combustible al motor	Falta combustible en cámara del motor al acelerar	Ahogamiento del motor	Falla en la bomba de transferencia	10	1	1	10	9,50	Revisar la presión del sistema	
			Producción de gases tóxicos	Falla en los inyectores	9	1	1	9		Realizar calibración a los inyectores	
			Pérdida de fuerza del motor	Falla en la bomba de alta presión	10	3	2	60	60,00	Revisar la presión del sistema	
				Filtros de combustible obstruidos	5	8	1	40		Verificar la presión de salida de la bomba de alta presión, reemplazar sellos de ser necesario	
				combustible con agua	8	5	2	80		Limpiar el tanque de combustible, filtro trampa de agua	
				Niveles de presión de combustible en 0	bomba de alta presión	0	1	3	30	42,6	Verificar el sistema de combustible, verificar el estado de la bomba de alta presión, cambiar filtros y limpiar tanque de combustible
			Filtros de combustible obstruidos		5	8	1	40			
			Aire en las tuberías		4	3	3	36			

Tabla 5.19 Aplicación del AMEF al Payloader. (Elaboración propia, 2019)

Equipo o maquinaria: Payloader										Elaborado por:	
Fecha:										AMEF No. 1	
Periodo de Uso: Siembra										Pagina	
										1 de 3	
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	Npr	Nprp	Acciones	
Sistema motor	Dar la potencia necesaria para mover la maquinaria	Sonido fuerte saliendo de la parte superior del motor	Perdida de potencia	Taquetes dañados	8	3	5	120	93,33	Desarmar el camerin y verificar el estado de los componentes del mismo	
			Mala regulación del motor	Válvulas quemadas	8	2	5	80			
			Inconformidad por el operario	Árbol de levas aplanado	8	2	5	80			
		Motor engarrotado	El motor no enciende	Falta de aceite	10	2	1	20	36,67	Desarmar y verificar el estado de todos los componentes, rearmar el motor con componentes nuevos	
			La máquina queda inoperativa	Motor fundido	10	1	6	60			
			Perdida de la capacidad para realizar el trabajo	Recalentamiento del motor	10	1	3	30			
Sistema de potencia	Transmitir la potencia del motor hasta las ruedas motrices	Perdida de potencia	Paralización de la maquina	Falta de aceite hidráulico	10	2	5	100	100	Verificar los niveles de aceite, mangueras hidráulicas, bomba hidráulica y cuerpo de válvulas	
				Daño del cuerpo de válvulas							
				Bomba de alta presión en falla							
				ruptura de manguera							

Continuación de la tabla 5.19

Equipo o maquinaria: Payloader										Elaborado por:			
Fecha:										AMEF No. 1			
Periodo de Uso: Siembra										Pagina		2 de 3	
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	Npr	Nprp	Acciones			
Sistema de refrigeración	Reducir la temperatura del motor	Temperatura del motor elevada	Posible engarrotamiento del motor	Fanchut ventilador dañado	10	1	1	10	36,66	Verificar el estado de los ventiladores, revisar el flujo del refrigerante por el motor			
			Recalentamiento de la cámara	Falta de fluido de refrigerante	10	1	1	10					
				Bomba de agua dañada									
		Líquido refrigerante derramado	Perdida de todo el refrigerante	Manquera rota	10	1	1	10	40,00	Verificar las manqueras, el radiador y las empacaduras			
			Recalentamiento del motor	Empacadura rota	10	1	1	10					
			recalentamiento de las cámaras	Radiador roto	10	1	1	10					
Sistema de combustible	Darle el combustible al motor	Falta combustible en cámara del motor al acelerar	Ahogamiento del motor	Falla en la bomba de transferencia	10	1	1	10	9,50	Revisar la presión del sistema			
			Producción de gases tóxicos	Falla en los inyectores	9	1	1	9		Realizar calibración a los inyectores			
		Niveles de presión de combustible en 0	El motor no enciende	Falla en la bomba de alta presión	10	1	3	30	42,6	Verificar el sistema de combustible, verificar el estado de la bomba de alta presión, cambiar filtros y limpiar tanque de combustible			
				Filtros de combustible obstruidos	5	8	1	40					
				Aire en las tuberías	4	3	3	36					
				combustible con agua	8	5	2	80					
				Falla en los inyectores	9	1	3	27					

Continuación de la tabla 5.19

Equipo o maquinaria: Payloader						Elaborado por:												
Fecha:						AMEF No. 1												
Periodo de Uso: Siembra						Pagina				3 de 3								
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	Npr	Nprp	Acciones								
Sistema de arranque	Darle arranque al motor	El arranque no gira	El motor no enciende	Desgaste en el inducido	10	3	1	30	30	Desarmar el arranque para verificar el estado de los componentes								
				Desgaste en el inductor														
				Desgaste en los carbones														
				Porta carbones partidos														
				El automático dañado														
		El arranque no realiza ninguna función	El motor no enciende	Conector del encendido dañado	10	3	1	30	30	Verificar las conexiones eléctricas, el módulo de encendido y el arranque								
				Módulo de encendido dañado														
				Falla en la batería														
				Fusible quemado								5	2	2	20	28	Verificar los fusibles, el corta corriente, el interruptor, las batería y por último el cableado hasta dar con la falla.	
				Interruptor dañado														
Falla en la batería																		
Corta corriente activado																		
Cable roto o deteriorado																		

Tabla 5.20 Aplicación del AMEF a la Bomba de Agua (Elaboración propia, 2019)

Equipo o maquinaria: Bomba de agua						Elaborado por:					
Fecha:						AMEF No. 1					
Periodo de Uso: Cuido						Pagina			1 de 1		
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	Npr	Nprp	Acciones	
Motor	Dale la potencia a la bomba de agua	Detención del motor	Pérdida de presión de agua	Daño en la bobina	1 0	1	7	70	67	Revisar el motor eléctrico y sus componentes, el panel eléctrico y la entrada de voltaje	
				Daño de rodamientos	7	1	8	56			
				Daño en el inducido	8	1	9	72			
				Daño del panel de control	5	2	7	70			
Bomba de agua	Generar la presión de agua	Pérdida de presión de agua	Inoperatividad del sistema	Daño del imper	1 0	1	9	90	116,67	Desarmar y revisar los componentes de la bomba de agua, cambiar juntas y sellos	
				Daño del sello	8	1	0	80			
				Detención del motor	1 0	2	9	180			

Tabla 5.21 Aplicación del AMEF a la Motobomba (Elaboración propia, 2019)

Equipo o maquinaria: Moto bomba						Elaborado por:					
Fecha:						AMEF No. 1					
Periodo de Uso: Cuido						Pagina				1 de 1	
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	Npr	Nprp	Acciones	
Sistema motor	Dar la potencia necesaria para mover el caudal de agua	Sonido fuerte saliendo de la parte superior del motor	Perdida de potencia	Taquetes dañados	5	3	2	30	23,33	Desarmar el camerin y verificar el estado de los componentes del mismo	
			Mala regulación del motor	Válvulas quemadas	5	2	2	20			
			Perdida de presión	Árbol de levas aplanado	5	2	2	20			
		Motor engarrotado	El motor no enciende	Falta de aceite	10	2	2	40	23,33	Desarmar y verificar el estado de todos los componentes, rearmar el motor con componentes nuevos	
			La cosechadora queda inoperativo	Motor fundido	10	1	1	10			
			Perdida del la capacidad para realizar el trabajo	Recalentamiento del motor	10	1	1	20			
Bomba de agua	Generar la presión de agua	Perdida de presión de agua	Inoperatividad del sistema	Daño del imper	10	1	9	90	116,67	Desarmar y revisar los componentes de la bomba de agua, cambiar juntas y sellos	
				Daño del sello	8	1	10	80			
				Detención del motor	10	2	9	180			

Tabla 5.22 Aplicación del AMEF a la Rastra (Elaboración propia, 2019)

Equipo o maquinaria: Rastra						Elaborado por:				
Fecha:						AMEF No. 1				
Periodo de Uso: Siembra						Pagina				1 de 1
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	Npr	Nprp	Acciones
Sistema de Suspensión	Darle el movimiento a la rastra en terrenos donde no se realiza el arado	Rastra no se eleva	Daño a los discos de arado	Sistema con poca presión de aceite	10	5	3	150	150	Revisar el nivel de aceite, el pistón y los cauchos, reemplazar sellos del pistón de ser necesario
		Caucho inmóvil	Daño a las gomas	Caucho con baja presión	2	3	1	6	6	Revisar la presión del caucho, los rodamientos, el mozo y el eje para determinar la falla
			Daño a los discos de arado	Rodamientos en mal estado	4	2	5	40	40	
			Daño al pistón de elevación	Ruptura del eje	8	1	9	72	72	

Tabla 5.23 Aplicación del AMEF a la Reabonadora (Elaboración propia, 2019)

Equipo o maquinaria: Reabonadora										Elaborado por:	
Fecha:										AMEF No. 1	
Periodo de Uso: Cuido										Pagina	1 de 1
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	Npr	Nprp	Acciones	
Sistema de Suspensión	Darle el movimiento a la reabonadora en terrenos donde no se utilizara	Los discos no se elevan	Daño a los discos de arado	Sistema con poca presión de aceite	10	5	3	150	150	Revisar el nivel de aceite, el pistón y los cauchos, reemplazar sellos del pistón de ser necesario	
		Caucho inmóvil	Daño a las gomas	Caucho con baja presión	2	3	1	6	6	Revisar la presión del caucho, los rodamientos, el mozo y el eje para determinar la falla	
			Daño a los discos de abonado	Rodamientos en mal estado	4	2	5	40	40		
			Daño a las cadenas de distribución	Ruptura del eje	8	1	9	72	72		
Sistema de abonado	Abonar el suelo para darles nutrientes	No es vertido el abono	Disco de abono dañados	Ruptura del disco	10	2	1	20	20	Revisar los discos de abonado, la cadena de distribución, los ejes y los piñones	
			cadenas de distribución dañadas	Ruptura de las cadenas	8	2	3	48	48		
			Cadenas de distribución des sincronizadas	Ruptura del eje	4	4	3	48	48		

Tabla 5.24 Aplicación del AMEF a la sembradora (Elaboración propia, 2019)

Equipo o maquinaria: Sembradora						Elaborado por:				
Fecha:						AMEF No. 1				
Periodo de Uso: Cuido						Pagina				1 de 1
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	Npr	Nprp	Acciones
Sistema de Suspensión	Darle el movimiento a la reabonadora en terrenos donde no se utilizara	Los discos no se elevan	Daño a los discos de arado	Sistema con poca presión de aceite	10	5	3	150	150	Revisar el nivel de aceite, el pistón y los cauchos, reemplazar sellos del pistón de ser necesario
		Caucho inmóvil	Daño a las gomas	Caucho con baja presión	2	3	1	6	6	Revisar la presión del caucho, los rodamientos, el mozo y el eje para determinar la falla
			Daño a los discos de abonado	Rodamientos en mal estado	4	2	5	40	40	
			Daño a las cadenas de distribución	Ruptura del eje	8	1	9	72	72	
Sistema de abonado	Abonar el suelo para darles nutrientes	No es vertido el abono	Disco de abono dañados	Ruptura del disco	10	2	1	20	20	Revisar los discos de abonado, la cadena de distribución, los ejes y los piñones
			cadenas de distribución dañadas	Ruptura de las cadenas	8	2	3	48	48	
			Cadenas de distribución des sincronizadas	Ruptura del eje	4	4	3	48	48	
Sistema de siembra	Proporcionar la semilla	No es vertida la semilla	cadenas de distribución dañadas	Ruptura de las cadenas	8	2	1	16	16	Verificar el estado del sistema de siembra completo
			disco de siembra dañados	ruptura de soporte de disco	8	2	1	16	16	
			Disco guía dañado	disco desubicado	4	4	1	16	16	

Tabla 5.25 Aplicación del AMEF a la Bomba de Agua (Elaboración propia, 2019)

Equipo o maquinaria: Rotativa						Elaborado por:				
Fecha:						AMEF No. 1				
Periodo de Uso: Cuido						Pagina				1 de 1
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	Npr	Nprp	Acciones
Sistema de corte	Cortar o podar las malezas	cuchilla no gira	Imposibilidad de realizar el trabajo	Falta de potencia del toma fuerza	6	2	4	48	48	Verificar el estado del eje toma fuerza, verificar los niveles de aceite hidráulico del tractor y revisar el reductor de giro
				Falta de potencia hidráulica	6	2	4	48	48	
				Reductor neutralizado	10	1	8	80	80	
		cuchilla no corta	Imposibilidad de realizar el trabajo	Cuchilla rota	10	3	2	60	60	Verificar el estado de la cuchilla
				Cuchilla mal instalada	4	6	1	24	24	

Tabla 5.26 Aplicación del AMEF a la asperjadora (Elaboración propia, 2019)

Equipo o maquinaria: Asperjadora						Elaborado por:				
Fecha:						AMEF No. 1				
Periodo de Uso: Cuido						Pagina				1 de 1
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	Npr	Nprp	Acciones
Sistema de riego	Esparcir fertilizantes líquidos, herbicidas e insecticidas	Sin presión hidráulica	Imposibilidad de realizar el trabajo	Bomba dañada u obstruida	10	2	8	160	160	Verificar los niveles de aceite hidráulico del tractor, revisar la bomba y revisar el reductor de giro
				Falta de potencia hidráulica	6	2	4	48	48	
				Reductor neutralizado	10	1	8	80	80	
		Mala dispersión	Imposibilidad de realizar el trabajo	Ventilador obstruido	10	3	1	30	30	Verificar el estado del aspersor
				Orificios de dispersión obstruidos	4	6	1	24	24	

Tabla 5.27 Aplicación del AMEF a la Bazuca (Elaboración propia, 2019)

Equipo o maquinaria: Bazuca						Elaborado por:				
Fecha:						AMEF No. 1				
Periodo de Uso: Cosecha						Pagina				1 de 1
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	Npr	Nprp	Acciones
Motor	Dale la potencia al sin fin	Detención del motor	Inoperatividad de la bazuca	Daño en la bobina	10	1	7	70	67	Revisar el motor eléctrico y sus componentes, el panel eléctrico y la entrada de voltaje
				Daño de rolineras	7	1	8	56		
				Daño en el inducido	8	1	9	72		
				Daño del panel de control	5	2	7	70		
Tornillo sin fin	Mover el maíz hasta la gandas	Detención del sin fin	Inoperatividad de la bazuca	Daño en la rolinera del sin fin	5	1	4	20		Revisar el conjunto del sin fin, el reductor y el motor
				Daño en el sin fin	7	1	4	28		
				Obstrucción por desperdicios	3	4	1	12		
				Ruptura del acople	5	1	3	15		

Tabla 5.28 Aplicación del AMEF a la Encaladora (Elaboración propia, 2019)

Equipo o maquinaria: Encaladora						Elaborado por:				
Fecha:						AMEF No. 1				
Periodo de Uso: Siembra						Pagina				1 de 1
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	Npr	Nprp	Acciones
Sistema de vertido de cal	Verter cal a la tierra	La cal no es vertida	Imposibilidad de realizar el trabajo	Falta de potencia del toma fuerza	6	2	4	48	48	Verificar el estado del eje toma fuerza, verificar los niveles de aceite hidráulico del tractor y revisar el reductor de giro
				Reductor neutralizado	10	1	8	80	80	
		La cal se esparce de forma irregular	Imposibilidad de realizar el trabajo	Dispensor obstruido	10	3	2	60	60	Verificar el estado de las rendijas y la calidad de la Cal
				Cal no tamizada	4	6	1	24	24	

Tabla 5.29 Aplicación del AMEF al Sub solador (Elaboración propia, 2019)

Equipo o maquinaria: Sub Solador						Elaborado por:				
Fecha:						AMEF No. 1				
Periodo de Uso: Siembra						Pagina				1 de 1
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	Npr	Nprp	Acciones Realizadas
Sistema de Sub solado	Sub solar el suelo para ablandarlo	El suelo no es penetrado	El trabajo no se realiza	Caída del contra peso del sub solador	5	3	2	30	10	Revisar las sujeciones del contra peso
				Pistón de elevación trabado	4	2	5	40	8	Realizar limpieza semanal a los sellos del pistón
				Ruptura de las púas	8	1	8	64	16	Verificar el estado de las púas de forma mensual, cambiar las púas cuando los impactos logren doblar las mismas.
Sistema de suspensión	Elevar las púas en desuso	Las púas no se elevan	El equipo no se puede transportar	Exceso de contrapeso	4	5	2	40	8	Colocar el contra peso de menos a más, con el pistón elevado
				Pistón de elevación trabado	4	2	5	40	8	Realizar limpieza semanal a los sellos del pistón
				Falta de aceite en el sistema	3	5	3	45	9	Verificar el nivel de aceite del sistema antes de comenzar a trabajar
				Fallo del sistema hidráulico externo	8	2	5	80	40	Realizar mantenimiento preventivo al sistema hidráulico del tractor
Sistema de acople	Acoplar al tractor	No se acopla al tractor	El trabajo no se realiza	Acople mal colocado	4	5	1	20	4	Verificar que los orificios de acople concuerden antes de introducir la barra de acople, verificar que la misma pase totalmente por ambos orificios
				Barra de acople rota	8	2	4	64	16	Verificar el estado de la barra de acople de forma mensual

Tabla 5.30 Aplicación del AMEF al Vagon de descargue (Elaboración propia, 2019)

Equipo o maquinaria: Vagón de descargue						Elaborado por:				
Fecha:						AMEF No. 1				
Periodo de Uso: Cosecha						Pagina				1 de 1
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	Npr	Nprp	Acciones Realizadas
Sistema de suspensión	Transportar el vagón de carga	El vagón de carga no se mueve	El trabajo no se realiza	Fallo de los rodamientos	5	5	8	200	36	Re engrasar los rodamientos una vez al mes
				Ruptura de la punta de eje	10	1	8	80	10	Revisar el desgaste del eje al reingresar rodamientos
				Fallo del caucho	5	5	5	125	25	Verificar la presión del caucho y el desgaste del mismo de forma diaria
Sistema de frenos	Ayudar a detener el vagón	Los frenos no se activan	El equipo no se puede transportar	Falta de aceite en el sistema	4	5	1	20	8	Verificar el nivel de aceite del sistema antes de comenzar a trabajar
				Falla del conector de señal de freno	4	2	5	40	8	Verificar las conexiones eléctricas, reemplazar conector de ser necesario
				Falla del tambor de freno	3	5	3	45	9	Verificar el espesor del tambor, reemplazar de ser necesario
				Desgaste de las zapatas de freno	8	2	5	80	40	Reajustar las zapatas de freno, reemplazar de ser necesario
Sistema de acople	Acoplar al tractor	No se acopla al tractor	El trabajo no se realiza	Acople mal anclado	4	5	1	20	4	Verificar el sistema de anclaje, re-anclarlo de forma correcta
				Barra de acople rota	8	2	4	64	16	Verificar el estado de la barra de acople de forma mensual

Tabla 5.31 Aplicación del AMEF a la picadora (Elaboración propia, 2019)

Equipo o maquinaria: Picadora						Elaborado por:				
Fecha:						AMEF No. 1				
Periodo de Uso: Cosecha						Pagina				1 de 1
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	Npr	Nprp	Acciones Realizadas
Sistema de suspensión	Permite la movilidad de la picadora	La cuchilla está a ras de suelo	La cuchilla choca con el suelo y sufre daño	Sistema de elevación dañado	7	2	8	112	36	Verificar los sellos de forma semestral
				Poco nivel de aceite en el sistema	5	4	5	100	10	Verificar el nivel de aceite del sistema antes de comenzar a trabajar
				Fallo del caucho	3	6	3	54	15	Verificar la presión del caucho y el desgaste del mismo de forma diaria
Sistema de corte	Corta las plantas	el Corte no es muy fino	Pérdida de rendimiento de la cosecha	Cuchillas mal calibradas	5	2	5	50	8	Verificar el estado de las cuchillas, reemplazar de ser necesario
				Velocidad de giro del toma fuerza baja	10	5	4	200	8	Verificar la salida del toma fuerza, ajustar la velocidad de giro
		El corte no se realiza	Pérdida de la cosecha	Toma fuerza desconectado o roto	3	5	7	105	9	Verificar el estado del toma fuerza
				Cuchillas de succión rotas o deterioradas	8	2	7	112	40	Reemplazar las cuchillas

Tabla 5.32 Aplicación del AMEF al Cañón de riego (Elaboración propia, 2019)

Equipo o maquinaria: Cañón de riego						Elaborado por:				
Fecha:						AMEF No. 1				
Periodo de Uso: Cuido						Pagina				1 de 1
Componente	Función	Modo	Efecto	Causa	G	O	D	Npr	Nprp	Acciones Realizadas
Sistema de irrigación	Permite regar una zona circular	El cañón no gira	El riego se realiza de una forma irregular	Presión del agua muy baja	8	5	2	80	36	Verificar la presión del agua
				Base giratoria obstruida	5	2	5	50	10	Limpiar la base giratoria de forma semanal
				Chapaleta de giro rota	8	3	3	72	15	Verificar la chapaleta de giro de forma semanal

Ya realizado el análisis puede concluirse que, con pequeñas acciones de mantenimiento, puede reducirse e la mayoría de los casos, además se puede observar que el número de prioridad de riesgo en la mayoría de los casos es bajo, no superando los 200, esto debido a que la maquinaria está diseñada para trabajo de campo en condiciones extremas y con pequeñas acciones este valor baja incluso por debajo de los 100, promediando 54 NRP por categorías, los equipos que obtuvieron un mayor NRP son: la picadora, el vagón de descarga; con 200 cada uno; la moto bomba y la bomba de agua; con 180; y la asperjadora con 160 de valor.

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1 Justificaron de la propuesta

La propuesta se realiza debido a la necesidad de mejorar la confiabilidad de las maquinarias y equipos dentro de la asociación, tratando de solventar las fallas presentadas, disminuir los tiempos en fallas y los tiempos entre fallas, así como también se busca reducir el costo de mantenimiento, realizando compras de repuestos e insumos a tiempo y en grandes cantidades, disminuyendo los costos unitarios y de transporte.

Se puede destacar también que el plan propuesto también disminuye las pérdidas por retraso, la disminución del rendimiento del cultivo por falta de cosecha o por fallos ocurridos durante el periodo de siembra.

6.2 Alcance de la propuesta

En la propuesta se realizará el plan de mantenimiento preventivo a todas las maquinarias y equipos de la asociación, poniendo como principal enfoque a aquellos cuya criticidad sea mayor, describiendo las actividades de mantenimiento preventivo a realizar, determinando el stock de repuestos anual y el stock mínimo para compra de repuestos, determinando por último la factibilidad económica de la propuesta, comparándola contra la alternativa actual.

6.3 Objetivos de la propuesta

6.3.1 Objetivo general de la propuesta

Elaborar un plan de mantenimiento preventivo de las maquinarias y equipos de APROAGUA C.A., ubicada en la carretera nacional La Paragua (La Quina); en el Estado Bolívar.

6.3.2 Objetivos específicos de la propuesta

1. Describir las actividades de mantenimiento a realizar
2. Determinar el stock de repuestos para la ejecución de las actividades de mantenimiento preventivo
3. Determinar la factibilidad económica a largo plazo de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo

6.4 Desarrollo de la propuesta

6.4.1 Propuesta de planes de mantenimiento preventivo a las maquinarias y equipos, que garanticen la máxima rentabilidad.

Una vez realizado la estimación de frecuencias, la determinación de los niveles de criticidad y la realización del AMEF a los diferentes tipos de modelos de equipos y maquinarias, se procede a la elaboración de la propuesta de planes de mantenimiento preventivo y mantenimiento rutinario, los cuales garantizarán la mejora de los tiempos en falla, la disponibilidad de los equipos y reducirán los costos de reparación.

Los planes de mantenimiento se aplicarán a los diferentes tipos maquinaria y equipos, sin tomar en cuenta el modelo, esto debido a que, las maquinarias y equipos

están compuestos por los mismos componentes y sistemas, de esta forma también se logra que sea de fácil aplicación para la asociación, además de poder utilizarlo en caso de la compra o adquisición de una maquinaria parecida por parte de la asociación

6.4.1.1 Descripción de las actividades de mantenimiento a realizar

Las actividades a realizarse fueron determinadas por la recopilación de la información dada por los fabricantes de las maquinarias y equipos, así como información dada por los mecánicos antes consultados, estas son presentadas de forma tabular una, por cada maquinaria y equipo, y pueden ser vistas en las siguientes tablas.

Tabla 6.1 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en la cosechadora (Elaboración propia, 2019)

Plan de mantenimiento preventivo							
Maquinaria a aplicar:		Cosechadora		Elaborado por			
Responsable				Pág.		1 de 5	
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
Sistema de arranque	Verificar el estado de los componentes del arranque	1 hora	Cada meses 6	Operario		Juego de dados, ratchet, juego de llaves hexagonales	
	Cambio de los carbones y carbonera	1,5 horas	Cada meses 12	Operario	Carbones, carbonera		
	Cambio de bendix	1,5 horas	Cada meses 36	Operario	Bendix		
	Cambio de automático del arranque	1,5 horas	Cada meses 24	Operario	Automático de arranque 24v		
	Verificar el circuito de encendido, circuito de potencia y control de arranque.	2 horas	Cada meses 12	Electro mecánico	-	Tester, multímetro, pinza amperimétrica	
Sistema de apoyo	Verificar el estado del cortador de corriente	0,25 horas	Cada 1 mes	Electro mecánico			
	Verificar los circuitos de control, fusibles, fusilera y cableado	1 horas	Cada meses 3	Electro mecánico			
	Verificar los sensores, acelerómetro y sistemas de control	0,5 horas	Cada meses 3	Electro mecánico		Computadora	

Continuación de la tabla 6.1

Plan de mantenimiento preventivo							
Maquinaria a aplicar:		Cosechadora		Elaborado por			
Responsable				Pág.		2 de 5	
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
Sistema de dirección	Verificar los niveles de lubricante en el sistema	0,25 horas	Diario	Operador	-	-	
	Verificar el caudal de la bomba y expurgar el sistema	0,5 horas	Semanal	Operador	Aceite hidráulico aw68	Llaves hexagonales, manómetro	
	Verificar el estado de los sellos de los pistones	0,5 horas	Mensual	Operador	-	-	
	Verificar las barras de dirección	0,5 horas	Mensual	Operador			
	Reemplazar las barras de dirección	4 horas	Cada 12 meses	Operador	Barra de dirección	Llaves hexagonales, martillo, gato hidráulico	
	Reemplazar los sellos de los pistones y bomba	6 horas	Cada 36 meses	Mecánico	Sellos hidráulicos, aceite aw68, orines de bomba, sello de pistones	Juego de dados, ratchet, juego de llaves hexagonales	

Continuación de la tabla 6.1

Plan de mantenimiento preventivo							
Maquinaria a aplicar:		Cosechadora		Elaborado por			
Responsable				Pág.		3 de 5	
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
Sistema de combustible	Revisar la presión del sistema en la salida de la bomba de alta presión	0,25 horas	Semanal	Operador	-	Manómetro	
	Cambio de filtro de gasoil	0,25 horas	Cada 2 semanas	Operador	Filtro de gasoil	Suncho	
	Cambio de filtro de trampa de agua	0,25 horas	Cada 2 semanas	Operador	Filtro trampa de agua		
	Calibrar los inyectores	2 horas	Cada 6 meses	Mecánico	Calibrador, limpia inyector y toberas	Juego de llaves hexagonales, juego de dados, ratchet, torquimetro	
	Remplazar los sellos de la bomba de alta presión	4 horas	Cada 12 meses	Mecánico	Kit de sellos, solenoide de paro		
	Limpiar tanque de combustible	1 hora	Cada 6 meses	Operador	-		
	Limpiar los conductos de combustible	0,5 horas	Cada mes	Operador	-		
Sistema de frenos	Verificar las bandas, tambores, conductos e hidroback	0,5 horas	Cada mes	Operador	-	-	
	Graduar las bandas de freno	1 hora	Cada 2 meses	Operador	-	Juego de llaves hexagonales, alicate de presión y destornillador de pala 4#	
	Cambiar bandas de freno	1 hora	Cada 12 meses	Operador	Bandas de freno		
	Cambiar hidroback y sellos de bomba	1 hora	Cada 48 meses	Operador	Kit de sellos.		

Continuación de la tabla 6.1

Plan de mantenimiento preventivo							
Maquinaria a aplicar:		Cosechadora		Elaborado por			
Responsable				Pág.		4 de 5	
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
Sistema de potencia	Verificar el nivel de aceite de caja de cambios	0,25 horas	Semanal	Operador	-	-	
	Verificar las crucetas	0,25 horas	Semanal		-	-	
	Cambio de crucetas	1 hora	Cada 6 meses		Crucetas	Juego de llaves hexagonales	
	Cambio de aceite del diferencial	0,25 horas	Cada 24 meses	Operador	Aceite 80w90		
	Cambio de aceite de caja	1 hora	Cada 12 meses	Operador	Aceite 15w40 api ss		
Sistema motor	Cambio de aceite y filtros	0,25 horas	Cada 3 semanas	Operador	Aceite 15w40 api ss, filtro de aceite, filtro centrifugo, filtro secundario (si aplica)	Suncho, juego de llaves hexagonales, juego de llaves allen	
	Rearmado del motor	12 horas	Cada 60 meses	Mecánico	Kit de empacaduras, master kit de motor, pistones, camisas.	Juego de llaves hexagonales, torquimetro, juego de dados	

Continuación de la tabla 6.1

Plan de mantenimiento preventivo							
Maquinaria a aplicar:		Cosechadora		Elaborado por			
Responsable				Pág.		5 de 5	
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
Sistema de refrigeración	Verificar el estado del fanclutch	0,15 horas	Semanal	Operador	-	Tester	
	Verificar el flujo de la bomba de agua	0,15 horas	Semanal	Operador	-	-	
	Verificar las mangueras	0,15 horas	Semanal	Operador	-	-	
	Realizar limpieza al radiador	0,5 horas	Cada 1 mes	Operador	Detergente	Hidrojet, juego de llaves hexagonales	
	Cambiar mangueras	0,15 horas	Cada 3 meses	Operador	Mangueras de radiador	Alicate de presión	
Sistema de cosecha	Verificar los tornillos sin fin	0,15 horas	Semanal		-	-	
	Verificar el elevador de cangilones	0,15 horas	Semanal	Operador	-	-	
	Verificar los niveles de presión hidráulica	0,15 horas	Diario	Operador	-	Manómetro	
	Reemplazar los tornillos sin fin	4 horas	Cada 12 meses	Mecánico	-	Juego de llaves hexagonales, juego de dados, ratchet, torquímetro	
	Reemplazar cangilones	4 horas	Cada 48 meses	Mecánico	-		
	Reemplazar cadena de distribución	12 horas	Cada 60 meses	Mecánico	-		

Tabla 6.2 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en el tractor (Elaboración propia, 2019)

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Maquinaria a aplicar:		Tractor		Elaborado por			
Responsable				Pág.		1 de 5	
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
Sistema de arranque	Verificar el estado de los componentes del arranque	1 hora	cada 6 meses	Operario		Juego de dados, ratchet, juego de llaves hexagonales	
	Cambio de los carbones y carbonera	1,5 horas	cada 12 meses	Operario	Carbones, Carbonera		
	Cambio de bendix	1,5 horas	cada 36 meses	Operario	Bendix		
	Cambio de automático del arranque	1,5 horas	cada 24 meses	Operario	Automático de arranque 12v		
	Verificar el circuito de encendido, circuito de potencia y control de arranque.	2 horas	cada 12 meses	Electro mecánico	-	Tester, multímetro, pinza amperimétrica	
Sistema de apoyo	Verificar el estado del cortador de corriente	0,25 horas	cada 1 mes	Electro mecánico	-		
	Verificar los circuitos de control, fusibles, fusilera y cableado	1 horas	cada 3 meses	Electro mecánico	-		
	Verificar indicadores del panel	0,5 horas	cada 3 meses	Electro mecánico	-		
Sistema de dirección	Verificar los niveles de lubricante en el sistema	0,25 horas	diario	operador	-	-	
	Verificar el caudal de la bomba y expurgar el sistema	0,5 horas	semanal	operador	Aceite hidráulico 15w40	Llaves hexagonales, manómetro	
	Verificar el estado de los sellos de los pistones	0,5 horas	mensual	operador	-	-	

Continuación de la tabla 6.2

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Maquinaria a aplicar:		Tractor		Elaborado por			
Responsable				Pág.		2 de 5	
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
Sistema de dirección	Verificar las barras de dirección	0,5 horas	mensual	operador			
	Reemplazar las barras de dirección	4 horas	cada 12 meses	operador	Barra de dirección	Llaves hexagonales, martillo, gato hidráulico	
	Reemplazar los sellos de los pistones y bomba	6 horas	cada 36 meses	mecánico	sellos hidráulicos, aceite 15w40, orines de bomba, sello de pistones	Juego de dados, ratchet, juego de llaves hexagonales	
Sistema de combustible	Revisar la presión del sistema en la salida de la bomba de alta presión	0,25 horas	semanal	operador	-	manómetro	
	Cambio de filtro de gasoil y trampa de agua	0,25 horas	cada 2 semanas	operador	Filtro de gasoil y trampa de agua	Suncho	
	Calibrar los inyectores	2 horas	cada 6 meses	mecánico	Calibrador, limpia inyector y toberas	Juego de llaves hexagonales, juego de dados, ratchet, Torquimetro	
	Remplazar los sellos de la bomba de alta presión	4 horas	cada 12 meses	mecánico	kit de sellos, solenoide de paro		
	Limpiar tanque de combustible	1 hora	cada 6 meses	operador	-		
	Limpiar los conductos de combustible	0,5 horas	cada mes	operador	-		

Continuación de la tabla 6.2

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Maquinaria a aplicar:		Tractor		Elaborado por			
Responsable				Pág.		3 de 5	
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
Sistema de frenos	Verificar las bandas, tambores, conductos e hidrobac	0,5 horas	cada mes	operador	-	-	
	Graduar las bandas de freno	1 hora	cada 2 meses	operador	-	Juego de llaves hexagonales, alicate de presión y destornillador de pala 4#	
	Cambiar bandas de freno	1 hora	cada 12 meses	operador	bandas de freno		
	Cambiar hidrobac y sellos de bomba	1 hora	cada 48 meses	operador	kit de sellos.		
Sistema de potencia	Verificar el nivel de aceite de caja de cambios	0,25 horas	Semanal	operador	-	-	
	Verificar las crucetas	0,25 horas	Semanal		-	-	
	Cambio de crucetas	1 hora	cada 6 meses		Crucetas	Juego de llaves hexagonales	
	Cambio de aceite del diferencial	0,25 horas	cada 24 meses	operador	Aceite 80W90		
	Cambio de aceite de caja	1 hora	cada 12 meses	operador	Aceite 15W40 API SS		

Continuación de la tabla 6.2

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Maquinaria a aplicar:		Tractor		Elaborado por			
Responsable				Pág.		4 de 5	
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
Sistema motor	Cambio de aceite y filtros	0,25 horas	cada 3 semanas	Operador	Aceite 15W40 API SS, Filtro de aceite, filtro centrifugo, Filtro secundario (si aplica)	Suncho, Juego de llaves hexagonales, juego de llaves Allen	
	Rearmado del motor	12 horas	cada 60 meses	mecánico	Kit de empacaduras, master kit de motor, pistones, camisas.	Juego de llaves hexagonales, Torquimetro, juego de dados	
Sistema de refrigeración	Verificar el estado del Fanclutch	0,15 horas	semanal	operador	-	Tester	
	Verificar el flujo de la bomba de agua	0,15 horas	semanal	operador	-	-	
	Verificar las mangueras	0,15 horas	semanal	operador	-	-	
	Realizar limpieza al radiador	0,5 horas	cada 1 mes	operador	Detergente	hidrojet, juego de llaves hexagonales	
	Cambiar mangueras	0,15 horas	cada 3 meses	operador	mangueras de radiador	Alicate de presión	

Continuación de la tabla 6.2

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Maquinaria a aplicar:		Tractor		Elaborado por			
Responsable				Pág.		5 de 5	
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
Sistema de potencia hidráulica	Verificar los niveles de aceite	0,15 horas	semanal	operador	-	-	
	Verificar el estado de las mangueras de alta y baja presión	0,15 horas	cada 1 mes	operador	-	-	
	Verificar la presión de la bomba	0,15 horas	cada 1 mes	operador	-	-	
	Cambiar los sellos de la bomba	2 horas	cada 36 meses	mecánico	kit de sellos	Juego de llaves hexagonales, Torquimetro, juego de dados	
	Cambiar mangueras	0,15 horas	cada 24 meses	operador	Mangueras		
	Cambiar aceite	0,5 horas	cada 12 meses	operador	Aceite 15w40		
Sistema de toma fuerza	Verificar el estado del acople	0,5 horas	semanal	operador	-	-	
	Verificar el estado del reductor de giro	0,5 horas	semanal	operador	-	-	
	Cambiar el aceite al reductor de giro	0,5 horas	Cada 6 meses	operador	Aceite 80W90	Juego de llaves hexagonales, Torquimetro, juego de dados	
	Cambiar las chumaceras	0,5 horas	Cada 24 meses	operador	Chumaceras		

Tabla 6.3 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en la máquina de oruga (Elaboración propia,2019)

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Maquinaria a aplicar:		Máquina de Oruga		Elaborado por		1 de 3	
Responsable				Pág.			
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
Sistema motor	Cambio de aceite y filtros	0,25 horas	cada 3 semanas	Operador	Aceite 15W40 API SS, Filtro de aceite, filtro centrifugo, Filtro secundario (si aplica)	Suncho, Juego de llaves hexagonales, juego de llaves Allen	
	Rearmado del motor	12 horas	cada 60 meses	mecánico	Kit de empacaduras, master kit de motor, pistones, camisas.	Juego de llaves hexagonales, Torquimetro, juego de dados	
Sistema de potencia motriz hidráulica	Verificar los niveles de aceite	0,15 horas	semanal	operador	-	-	
	Verificar el estado de las mangueras de alta y baja presión	0,15 horas	cada 1 mes	operador	-	-	
	Verificar la presión de la bomba	0,15 horas	cada 1 mes	operador	-	-	
	Cambiar los sellos de la bomba	2 horas	cada 36 meses	mecánico	kit de sellos	Juego de llaves hexagonales, Torquimetro,	
	Cambiar mangueras	0,15 horas	cada 24 meses	operador	Mangueras	juego de dados	
	Cambiar aceite	0,5 horas	cada 12 meses	operador	Aceite 15w40		

Continuación de la tabla 6.3

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Maquinaria a aplicar:		Máquina de Oruga		Elaborado por			
Responsable				Pág.		2 de 3	
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
Sistema de potencia motriz hidráulica	Verificar el estado de las ruedas motrices	1 hora	cada 1 mes	operador	-	-	
	Verificar el estado de la oruga	1 hora	cada 1 mes	operador	-		
	Verificar el estado del convertor hidráulico	0,5 horas	cada 6 meses	mecánico	Manómetro	Juego de llaves hexagonales, Torquimetro, juego de dados	
	Cambiar sellos del convertor hidráulico	2 horas	cada 48 meses	mecánico	Kit de sellos		
Sistema de refrigeración	Verificar el estado del Fanclutch	0,15 horas	semanal	operador	-	Tester	
	Verificar el flujo de la bomba de agua	0,15 horas	semanal	operador	-	-	
	Verificar las mangueras	0,15 horas	semanal	operador	-	-	
	Realizar limpieza al radiador	0,5 horas	cada 1 mes	operador	Detergente	hidrojet, juego de llaves hexagonales	
	Cambiar mangueras	0,15 horas	cada 3 meses	operador	mangueras de radiador	Alicate de presión	

Continuación de la tabla 6.3

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Maquinaria a aplicar:		Máquina de Oruga		Elaborado por		3 de 3	
Responsable				Pág.			
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
Sistema de refrigeración	Verificar el estado del Fancutch	0,15 horas	semanal	operador	-	Tester	
	Verificar el flujo de la bomba de agua	0,15 horas	semanal	operador	-	-	
	Verificar las mangueras	0,15 horas	semanal	operador	-	-	
	Realizar limpieza al radiador	0,5 horas	cada 1 mes	operador	Detergente	hidrojet, juego de llaves hexagonales	
	Cambiar mangueras	0,15 horas	cada 3 meses	operador	mangueras de radiador	Alicate de presión	
Sistema de combustible	Revisar la presión del sistema en la salida de la bomba de alta presión	0,25 horas	semanal	operador	-	manómetro	
	Cambio de filtro de gasoil y trampa de agua	0,25 horas	cada 2 semanas	operador	Filtro de gasoil y trampa de agua	Suncho	
	Calibrar los inyectores	2 horas	cada 6 meses	mecánico	Calibrador, limpia inyector y toberas	Juego de llaves hexagonales, juego de dados, ratchet, Torquimetro	
	Remplazar los sellos de la bomba de alta presión	4 horas	cada 12 meses	mecánico	kit de sellos, solenoide de paro		
	Limpiar tanque de combustible	1 hora	cada 6 meses	operador	-		
	Limpiar los conductos de combustible	0,5 horas	cada mes	operador	-		

Tabla 6.4 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en el Payloader (Elaboración propia, 2019)

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Maquinaria a aplicar:		Payloader		Elaborado por			
Responsable				Pág.		1 de 4	
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
Sistema motor	Cambio de aceite y filtros	0,25 horas	cada 3 semanas	Operador	Aceite 15W40 API SS, Filtro de aceite, filtro centrifugo, Filtro secundario (si aplica)	Suncho, Juego de llaves hexagonales, juego de llaves Allen	
	Rearmado del motor	12 horas	cada 60 meses	mecánico	Kit de empacaduras, master kit de motor, pistones, camisas.	Juego de llaves hexagonales, Torquimetro, juego de dados	
Sistema de potencia motriz hidráulica	Verificar los niveles de aceite	0,15 horas	semanal	operador	-	-	
	Verificar el estado de las mangueras de alta y baja presión	0,15 horas	cada 1 mes	operador	-	-	
	Verificar la presión de la bomba	0,15 horas	cada 1 mes	operador	-	-	
	Cambiar los sellos de la bomba	2 horas	cada 36 meses	mecánico	kit de sellos	Juego de llaves hexagonales, Torquimetro, juego de dados	
	Cambiar mangueras	0,15 horas	cada 24 meses	operador	Mangueras		
	Cambiar aceite	0,5 horas	cada 12 meses	operador	Aceite 15w40		

Continuación de la tabla 6.4

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Maquinaria a aplicar:		Payloader		Elaborado por			
Responsable				Pág.		2 de 4	
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
Sistema de potencia motriz hidráulica	Verificar el estado de las ruedas motrices	1 hora	cada 1 mes	operador	-	-	
	Verificar el estado de la oruga	1 hora	cada 1 mes	operador	-	Juego de llaves hexagonales, Torquimetro, juego de dados	
	Verificar el estado del convertor hidráulico	0,5 horas	cada 6 meses	mecánico	Manómetro		
	Cambiar sellos del convertor hidráulico	2 horas	cada 48 meses	mecánico	Kit de sellos		
Sistema de refrigeración	Verificar el estado del Fanclutch	0,15 horas	semanal	operador	-	Tester	
	Verificar el flujo de la bomba de agua	0,15 horas	semanal	operador	-	-	
	Verificar las mangueras	0,15 horas	semanal	operador	-	-	
	Realizar limpieza al radiador	0,5 horas	cada 1 mes	operador	Detergente	hidrojet, juego de llaves hexagonales	
	Cambiar mangueras	0,15 horas	cada 3 meses	operador	mangueras de radiador	Alicate de presión	

Continuación de la tabla 6.4

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Maquinaria a aplicar:		Payloader		Elaborado por			
Responsable				Pág.		3 de 4	
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
Sistema de refrigeración	Verificar el estado del fancluch	0,15 horas	semanal	operador	-	Tester	
	Verificar el flujo de la bomba de agua	0,15 horas	semanal	operador	-	-	
	Verificar las mangueras	0,15 horas	semanal	operador	-	-	
	Realizar limpieza al radiador	0,5 horas	cada 1 mes	operador	Detergente	hidrojet, juego de llaves hexagonales	
	Cambiar mangueras	0,15 horas	cada 3 meses	operador	mangueras de radiador	Alicate de presión	
Sistema de combustible	Revisar la presión del sistema en la salida de la bomba de alta presión	0,25 horas	semanal	operador	-	manómetro	
	Cambio de filtro de gasoil y trampa de agua	0,25 horas	cada 2 semanas	operador	Filtro de gasoil y trampa de agua	Suncho	
	Calibrar los inyectores	2 horas	cada 6 meses	mecánico	Calibrador, limpia inyector y toberas	Juego de llaves hexagonales, juego de dados, ratchet, Torquimetro	
	Remplazar los sellos de la bomba de alta presión	4 horas	cada 12 meses	mecánico	kit de sellos, solenoide de paro		
	Limpiar tanque de combustible	1 hora	cada 6 meses	operador	-		
	Limpiar los conductos de combustible	0,5 horas	cada mes	operador	-		

Continuación de la tabla 6.4

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Maquinaria a aplicar:		Payloader		Elaborado por			
Responsable				Pág.		4 de 4	
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
Sistema de arranque	Verificar el estado de los componentes del arranque	1 hora	cada 6 meses	Operario		Juego de dados, ratchet, juego de llaves hexagonales	
	Cambio de los carbones y carbonera	1,5 horas	cada 12 meses	Operario	Carbones, Carbonera		
	Cambio de bendix	1,5 horas	cada 36 meses	Operario	Bendix		
	Cambio de automático del arranque	1,5 horas	cada 24 meses	Operario	Automático de arranque 12v		
	Verificar el circuito de encendido, circuito de potencia y control de arranque.	2 horas	cada 12 meses	Electro mecánico	-	Tester, multímetro, pinza amperimétrica	
Sistema de apoyo	Verificar el estado del cortador de corriente	0,25 horas	cada 1 mes	Electro mecánico	-		
	Verificar los circuitos de control, fusibles, fusilera y cableado	1 horas	cada 3 meses	Electro mecánico	-		
	Verificar indicadores del panel	0,5 horas	cada 3 meses	Electro mecánico	-		

Tabla 6.5 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en la Bomba de agua (Elaboración propia, 2019)

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Maquinaria a aplicar:		Bomba de agua		Elaborado por			
Responsable				Pág.		1 de 1	
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
Sistema motor	Revisar los componentes eléctricos, el panel, los protectores y elementos internos	1 hora	cada 1 mes	electricista	-	Pinza amperimétrica, alicate, destornilladores	
	Revisar rodamientos y sellos	2 horas	cada 6 meses	electricista	-	juego de llaves hexagonales	
	Cambiar rodamientos y sellos	2 horas	cada 18 meses	electricista	-		
Sistema bomba	Revisar el caudal de la bomba	0,15 horas	cada 6 meses	electricista			
	Cambiar el imper	2 horas	cada 24 meses	electricista			
	Cambiar turbina	3 horas	cada 60 meses	electricista			

Tabla 6.6 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en la moto bomba (Elaboración propia, 2019)

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Maquinaria a aplicar:		Moto bomba		Elaborado por			
Responsable				Pág.		1 de 1	
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
Sistema motor	Cambio de aceite y filtros (si aplica)	0,25 horas	cada 3 semanas	Operador	Aceite 15W40 API SS, Filtro de aceite (si aplica)	Suncho, Juego de llaves hexagonales, juego de llaves Allen	
	Rearmado del motor	6 horas	cada 24 meses	mecánico	Kit de empacaduras, master kit de motor, pistones, camisas.	Juego de llaves hexagonales, Torquimetro, juego de dados	
Sistema bomba	Revisar el caudal de la bomba	0,15 horas	cada 6 meses	electricista		Juego de llaves hexagonales, Torquimetro, juego de dados	
	Cambiar el imper	2 horas	cada 24 meses	electricista			
	Cambiar turbina	3 horas	cada 60 meses	electricista			

Tabla 6.7 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en la rastra (Elaboracion propia, 2019)

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Maquinaria a aplicar:		Rastra		Elaborado por			
Responsable				Pág.		1 de 1	
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
Sistema de Suspensión	Revisar nivel de aceite hidráulico	0,15 horas	semanal	operador	-		
	Revisar pistón y sellos de pistón hidráulico	0,15 horas	semanal	operador	-		
	Revisar presión de aire en los cauchos	0,15 horas	diario	operador	-		
	cambiar sellos hidráulicos	1 hora	cada 6 meses	operador	Kit de sellos	Juego de llaves hexagonales, Torquimetro, juego de dados	
	revisar rodamientos y punta de eje	1 hora	cada 1 mes	operador	Grasa alta temperatura		
	cambiar rodamientos	1 hora	cada 12 meses	operador	Rodamiento interno y externo		

Tabla 6.8 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en la Reabonadora (Elaboración propia, 2019)

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Maquinaria a aplicar:		Reabonadora		Elaborado por			
Responsable				Pág.		1 de 1	
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
Sistema de Suspensión	Revisar nivel de aceite hidráulico	0,15 horas	semanal	Operador	-		
	Revisar pistón y sellos de pistón hidráulico	0,15 horas	semanal	Operador	-		
	Revisar presión de aire en los cauchos	0,15 horas	diario	Operador	-		
	cambiar sellos hidráulicos	1 hora	cada 6 meses	operador	Kit de sellos	Juego de llaves hexagonales, Torquimetro, juego de dados	
	revisar rodamientos y punta de eje	1 hora	cada 1 mes	operador	Grasa alta temperatura		
	cambiar rodamientos	1 hora	cada 12 meses	operador	Rodamiento interno y externo		
Sistema de abonado	Revisar discos de abonado, cadena de distribución y contenedores de abono	1 hora	semanal				
	Cambiar discos de abonado	4 horas	cada 12 meses			Juego de llaves hexagonales, Torquimetro, juego de dados	
	Cambiar cadena de distribución	1 hora	cada 24 meses				
	cambiar piñones	1 hora	cada 60 meses				

Tabla 6.9 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en la sembradora (Elaboración propia, 2019)

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Maquinaria a aplicar:		Sembradora		Elaborado por			
Responsable				Pág.		1 de 2	
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
Sistema de Suspensión	Revisar nivel de aceite hidráulico	0,15 horas	semanal	operador	-		
	Revisar pistón y sellos de pistón hidráulico	0,15 horas	semanal	operador	-		
	Revisar presión de aire en los cauchos	0,15 horas	diario	operador	-		
	cambiar sellos hidráulicos	1 hora	cada 6 meses	operador	Kit de sellos	Juego de llaves hexagonales, Torquimetro, juego de dados	
	revisar rodamientos y punta de eje	1 hora	cada 1 mes	operador	Grasa alta temperatura		
	cambiar rodamientos	1 hora	cada 12 meses	operador	Rodamiento interno y externo		
Sistema de abonado	Revisar discos de abonado, cadena de distribución y contenedores de abono	1 hora	semanal				
	Cambiar discos de abonado	4 horas	cada 12 meses			Juego de llaves hexagonales, Torquimetro, juego de dados	
	Cambiar cadena de distribución	1 hora	cada 24 meses				
	cambiar piñones	1 hora	cada 60 meses				

Continuación de la tabla 6.9

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Maquinaria a aplicar:		Sembradora		Elaborado por			
Responsable				Pág.		2 de 2	
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
Sistema de siembra	Revisar discos de siembra, cadena de distribución y contenedores de semillas	1 hora	semanal				
	Cambiar discos de siembra	4 horas	cada 12 meses			Juego de llaves hexagonales, Torquimetro, juego de dados	
	Cambiar cadena de distribución	1 hora	cada 24 meses				
	cambiar piñones	1 hora	cada 60 meses				

Tabla 6.10 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en la rotativa (Elaboración propia, 2019)

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Maquinaria a aplicar:		Rotativa		Elaborado por			
Responsable				Pág.		1 de 1	
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
Sistema de Suspensión	Revisar nivel de aceite hidráulico	0,15 horas	semanal	operador	-		
	Revisar pistón y sellos de pistón hidráulico	0,15 horas	semanal	operador	-		
	Revisar presión de aire en los cauchos	0,15 horas	diario	operador	-		
	cambiar sellos hidráulicos	1 hora	cada 6 meses	operador	Kit de sellos	Juego de llaves hexagonales, Torquimetro, juego de dados	
	revisar rodamientos y punta de eje	1 hora	cada 1 mes	operador	Graza alta temperatura		
	cambiar rodamientos	1 hora	cada 12 meses	operador	Rodamiento interno y externo		
Sistema de corte	Verificar el estado de la cuchilla	0,15 horas	semanal	operador			
	verificar el estado del toma fuerza	0,15 horas	diario	operador			
	reemplazar la cuchilla	1 hora	cada 48 meses	operador	cuchilla		

Tabla 6.11 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en la asperjadora (Elaboración propia, 2019)

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Maquinaria a aplicar:		Asperjadora		Ejecutado por			
Responsable				Pág.		1 de 1	
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
Sistema de riego	Verificar el nivel de aceite hidráulico	0,15 horas	diario	operador	-	-	
	Verificar los sellos de la bomba de transferencia	1 hora	cada 1 mes	operador	-	-	
	Verificar el reductor de giro del ventilador	0,5 horas	cada 6 meses	operador	-	-	
	Limpiar los aspersores	0,5 horas	semanal	operador	-	Varilla limpiadora	
	Cambiar boquillas del aspersor	1 hora	cada 6 meses	operador	Boquillas de aspersor	Juego de llaves	

Tabla 6.12 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en la Bazuca (Elaboración propia, 2019)

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Maquinaria a aplicar:		Bazuca		Elaborado por			
Responsable				Pág.		1 de 1	
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
Sistema motor	Revisar los componentes eléctricos, el panel, los protectores y elementos internos	1 hora	cada 1 mes	electricista	-	Pinza amperimétrica, alicate, destornilladores	
	Revisar rodamientos y sellos	2 horas	cada 6 meses	electricista	-	juego de llaves hexagonales	
	Cambiar rodamientos y sellos	2 horas	cada 18 meses	electricista	-		
Sistema tornillo sin fin	Verificar el estado del sin fin	1 hora	semanalmente	operador			
	Cambiar el aceite al reductor	0,5 horas	cada 24 meses	operador		juego de llaves hexagonales	
	Verificar el eje del sin fin	0,5 horas	cada 12 meses	operador			
	lubricar las rolinera internas	2 horas	cada 6 meses	operador	Grasa, Rolinera internas	juego de llaves hexagonales	
	Verificar el estado del acople	0,12 horas	cada 1 mes	operador			

Tabla 6.13 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en la Encaladora (Elaboración propia, 2019)

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Maquinaria a aplicar:		Encaladora		Elaborado por			
Responsable				Pág.		1 de 1	
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
vertido de cal	Verificar las conexiones con el eje del toma fuerza	0,15 horas	Semanal	operador	-	-	
	Verificar el reductor de giro	0,5 horas	Semanal	operador	-	-	
	Cambiar el aceite del reductor de giro	0,15 horas	cada 12 meses	operador	Aceite monogrado 120	juego de llaves hexagonales	
	Verificar las rejillas de dispersión	0,15 horas	Semanal	operador	-		
	Cambiar las rejillas de dispersión	0,15 horas	cada 12 meses	operador	Rejillas de dispersión	juego de llaves hexagonales	
	Limpiar el contenedor de cal	0,15 horas	Semanal	operador	Detergente	Hidrojet, cepillo	

Tabla 6.14 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en el Sub Solador (Elaboración propia, 2019)

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Maquinaria a aplicar:		Sub Solador		Elaborado por			
Responsable				Pág.		1 de 1	
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
Sistema de Sub solado	Revisar las conexiones del contra peso	0,15 horas	semanal	operador		-	
	Verificar el estado de las púas	0,15 horas	mensual	operador		-	
	Cambiar las púas	1 hora	cada 48 meses	operador	Púas de acero	Juego de llaves hexagonales	
Sistema de suspensión	Verificar los niveles de aceite del sistema	0,15 horas	semanal	operador	-	-	
	Limpiar los sellos del pistón	0,5 horas	semanal	operador	-	-	
	Revisar los cauchos	0,15 horas	cada 1 mes	operador	-	-	
	Cambiar los sellos del pistón	1 hora	cada 12 meses	operador	Kit de sellos hidráulicos	Juego de llaves hexagonales, extractor	
Sistema de acople	Verificar el estado de los componentes del acople	1 hora	semanal	operador	-	-	

Tabla 6.15 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en el Vagón de Descarga (Elaboración propia, 2019)

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Maquinaria a aplicar:		Vagón de descarga		Elaborado por			
Responsable				Pág.		1 de 1	
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
Sistema de suspensión	Revisar los rodamientos y punta de eje	1 hora	cada 1 mes	Operador	-	-	
	reemplazar los rodamientos	1 hora	cada 6 meses	Operador	Rodamientos	-	
	verificar el desgaste de los cauchos y la presión	0,15 horas	semanal	Operador	-	Medidor de presión	
Sistema de frenos	Verificar el nivel de fluido de freno	0,15 horas	diario	Operador	-	-	
	Verificar el sistema eléctrico	0,15 horas	semanal	Operador	-	-	
	Verificar el estado de las bandas de freno y tambores	0,15 horas	semanal	Operador	-	-	
	cambiar bandas de freno	1,5 horas	cada 4 meses	Operador	-	Juego de llave hexagonales	
Sistema de acople	Verificar el estado del sistema de acople	0,5 horas	semanal	Operador	-	-	

Tabla 6.16 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en la Picadora (Elaboración propia, 2019)

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Maquinaria a aplicar:		Picadora		Elaborado por			
Responsable				Pág.		1 de 1	
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
Sistema de suspensión	Verificar los niveles de aceite del sistema	0,15 horas	semanal	operador	-	-	
	Limpiar los sellos del pistón	0,5 horas	semanal	operador	-	-	
	Revisar los cauchos	0,15 horas	cada 1 mes	operador	-	-	
	Cambiar los sellos del pistón	1 hora	cada 12 meses	operador	Kit de sellos hidráulicos	Juego de llaves hexagonales, extractor	
Sistema de corte	Verificar el estado de las cuchillas	1 hora	semanal	operador			
	Verificar el estado del aumentador de giro	1 hora	semanal	operador			
	Verificar el conducto de salida del material	1 hora	semanal	operador			
	Cambiar el aceite del aumentador de giro	0,15 horas	cada 12 meses	operador	Aceite 120	Juego de llaves hexagonales	
	Cambiar las cuchillas	4 horas	cada 24 meses	operador	Cuchillas		

Tabla 6.17 Descripción de las actividades de mantenimiento a aplicar en la Bomba de agua (Elaboración propia, 2019)

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO							
Maquinaria a aplicar:		Picadora		Elaborado por			
Responsable				Pág.		1 de 1	
Sistema	Actividad	Duración	Periodicidad	Mano de obra	Pieza o material	Herramientas	Observaciones
Sistema de irrigación	Verificar la presión de salida del agua	0,15 horas	diario	operador			
	Limpiar la base giratoria	0,15 horas	semanal	operador		cepillo	
	Verificar la chapaleta de giro	0,15 horas	cada 1 mes	operador			
	Cambiar la chapaleta de giro	0,5 horas	cada 24 meses	operador	Chapaleta	juego de llaves hexagonales	

De esta forma se detallan todas las actividades de mantenimiento preventivo a aplicar a las maquinarias, su periodicidad, la duración, mano de obra y piezas requerida, el detalle de estas actividades se realizó basándonos en las necesidades presentadas en el AMEF, además de incluir actividades de mantenimiento básico e inspecciones de múltiples puntos para ayudar a la detección de fallas, la mayoría de las actividades tienen un periodo de duración corto, por lo que se puede planificar la ejecución de las mismas sin detener el sistema productivo, incluso, en la mayoría de los casos el mantenimiento puede realizarse de noche, ya que la mayoría de los propietarios poseen galpones con iluminación.

6.4.1.2 Determinación del stock de repuestos para la ejecución de las actividades el mantenimiento preventivo

Para determinar el stock de repuestos para la ejecución de las actividades de mantenimiento preventivo, se tomarán en cuenta la periodicidad, los requerimientos de las actividades a realizar y la cantidad de maquinarias y equipos, separando las mismas por modelos, equipos, y agrupando aquellas que compartan repuestos, tanto en cantidades, como en aplicación.

La determinación del stock se realizará de forma anual, aplicando la siguiente formula

$$Stock\ anual = \frac{C.P.R}{PER} * N * 12 \quad (\text{Ecuación 6.1})$$

En donde

C.P.R.: Cantidad de piezas requeridas

PER: Periodicidad (meses)

N: Numero de maquinarias o equipos que requieren de la pieza.

Además de determinar el stock del inventario se realizara el cálculo del stock mínimo de repuestos necesarios para la ejecución del plan de mantenimiento preventivo, se tomarán los modelos diferentes de maquinarias y equipos, los requerimientos de cada actividad, el plazo de entrega normal en el que el se puede conseguir el repuesto en circunstancias normales, el plazo máximo de entrega en el que se puede entrar el repuesto suponiendo que hubiera un retraso y la demanda media, la cual es el resultado de la división de las piezas requeridas entre la periodicidad, multiplicado por la cantidad existente de maquinarias y equipos.

De esta forma nos queda que el Stock mínimo será dado por la siguiente ecuación

$$SM = \left(\frac{C.P.R.*C.E.}{PER} \right) * (P.M.E. - P.N.E.) \quad (\text{Ecuación 6.2})$$

En donde

C.P.R.: Cantidad de piezas requeridas

C.E.: Cantidad de equipos existentes

PER: Periodicidad

P.M.E.: Plazo máximo de entrega

P.N.E.: Plazo normal de entrega

La aplicación de esta fórmula puede observarse a continuación:

Calculo del Stock anual y Stock mínimo para el caso Boquillas de aspersor de 6mm

Aplicación de la fórmula 6.1

C.P.R.= 1 Und

PER: 6 (meses)

N: 34.

$$Stock\ anual = \frac{1}{6} * 34 * 12 = 68\ und$$

Aplicación de la fórmula 6.2

C.P.R.: 1 Und

C.E.: 34

PER: 6 mes

P.M.E.: 1 mes

P.N.E.: 0,25 mes

$$SM = \left(\frac{1 \text{ und} * 34}{6 \text{ mes}} \right) * (1 - 0,25) = 4,25 \cong 5$$

En la siguiente tabla (Tabla 6.18), se puede observar la aplicación de estas fórmulas de forma tabulada, permitiendo así su mejor comprensión.

Tabla 6.18 Determinación del stock de repuestos requeridos para un periodo de un año (Elaboración propia, 2019)

Determinación del stock de repuestos								
Maquinaria o equipo		Asperjadora de 1100 L		Cantidad existente		34		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema de riego	Cambiar boquillas del aspersor	Boquillas de aspersor de 6mm	1	6	0,25	1	5	68
Maquinaria o equipo		Asperjadora de 2500 L		Cantidad existente		2		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	
Sistema de riego	Cambiar boquillas del aspersor	Boquillas de aspersor de 10mm	1	6	0,25	1	1	4
Maquinaria o equipo		Bazuca de 6m		Cantidad existente		14		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema motor	Cambiar rodamientos y sellos	Rodamientos 6013	2	18	0,1	2	3	19
Sistema tornillo sin fin	Cambiar el aceite al reductor	Aceite 120 monogrado	1	24	0,1	0,25	1	7
	lubricar las rolinera internas	Grasa de alta temperatura	1	6	0,1	0,25	1	28

Continuación de la tabla 6.18

Determinación del stock mínimo de repuestos								
Maquinaria o equipo		Bomba de Agua de 20Hp		Cantidad existente		1		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema motor	Cambiar rodamientos y sellos	Kit de sellos	1	18	0,1	1	1	1
		Rodamiento 6013	1	18	0,1	1	1	1
		Rodamiento 7012	1	18	0,1	1	1	1
Sistema bomba	Cambiar el imper	Imper de 3/4	1	24	1	2	1	1
	Cambiar turbina	Turbina 20hp	1	60	3	6	1	1
Maquinaria o equipo		Cañón de riego		Cantidad existente		3		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema de irrigación	Cambiar la chapaleta de giro	Chapaleta de giro de 2"	1	24	1	2	1	2

Continuación de la tabla 6.18

Determinación del stock mínimo de repuestos								
Maquinaria o equipo		Cosechadora John Deere 4400 y Massey Ferguson 5650		Cantidad existente		17		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema de dirección	Verificar el caudal de la bomba y expurgar el sistema	Aceite hidráulico AW68	0,25	1	0,05	0,25	1	51
	Reemplazar las barras de dirección	Barra de dirección	2	12	0,5	1	2	34
	Reemplazar los sellos de los pistones y bomba	Kit de sellos hidráulicos	1	36	0,05	0,15	1	6
		Aceite hidráulico AW68	95	36	0,05	0,25	9	539
		Kit de orines y sellos de bomba	1	36	0,5	1	1	6
Sistema de combustible	Cambio de filtro de gasoil	Filtro de gasoil	1	0,25	0,05	0,15	7	816
	Cambio de filtro de trampa de agua	Filtro Trampa de agua	1	0,25	0,05	0,15	7	816
	Calibrar los inyectores	Kit de calibración	1	6	0,05	0,5	2	34
		Tobera de inyección	8	18	1	6	38	91
		Limpia inyector	1	6	0,05	0,5	2	34
	Remplazar los sellos de la bomba de alta presión	Kit de sellos hidráulicos	1	12	0,05	0,15	1	17
		Solenoides de paro	1	12	1	1,5	1	17

Continuación de la tabla 6.18

Determinación del stock mínimo de repuestos								
Maquinaria o equipo		Cosechadora John Deere 4400 y Massey Ferguson 5650		Cantidad existente		17		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema de frenos	Cambiar bandas de freno	bandas de freno	1	12	1	2	2	17
	Cambiar hidrobombas y sellos de bomba	kit de sellos	1	48	1	2	1	5
Sistema de potencia	Cambio de crucetas	Crucetas	4	6	1	2	12	136
	Cambio de aceite del diferencial	Aceite 80W90	5	24	1	2	4	43
	Cambio de aceite de caja	Aceite 15W40 API SS	19	12	1	2	27	323
Sistema motor	Cambio de aceite y filtros	Aceite 15W40 API SS	19	0,75	1	2	431	516
		Filtro de Aceite	2	0,75	1	2	46	544
		Filtro centrifugo	1	0,75	1	2	23	272
		Filtro secundario	1	0,75	1	2	23	272
	Rearmado del motor	Kit de empacaduras	1	60	1	5	2	4
		Master Kit	1	60	1	5	2	4
		Silicon Gris de alta temperatura	4	60	1	2	2	14
Sistema de refrigeración	Realizar limpieza al radiador	Detergente	1	1	1	1,5	9	204
	Cambiar mangueras	Mangueras de agua	2	3	1	1,5	6	136

Continuación de la tabla 6.18

Determinación del stock mínimo de repuestos								
Maquinaria o equipo		Cosechadora John Deere 4400 y Massey Ferguson 5650		Cantidad existente		17		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema de cosecha	Reemplazar los tornillos sin fin	Tornillos sin fin	3	12	1	6	22	51
	Reemplazar cangilones	Cangilones	12	48	1	8	30	51
	Reemplazar cadena de distribución	Cadena de distribución	2	60	1	2	1	7

Continuación de la tabla 6.18

Determinación del stock mínimo de repuestos								
Maquinaria o equipo		Cosechadora John Deere 4400		Cantidad existente		6		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema de dirección	Verificar el caudal de la bomba y expurgar el sistema	Aceite hidráulico AW68	0,25	1	0,05	0,25	1	6
	Reemplazar las barras de dirección	Barra de dirección	2	12	0,5	1	1	4
	Reemplazar los sellos de los pistones y bomba	Kit de sellos hidráulicos	1	36	0,05	0,15	1	1
		Aceite hidráulico AW68	95	36	0,05	0,25	4	64
		Kit de orines y sellos de bomba	1	36	0,5	1	1	1
Sistema de combustible	Cambio de filtro de gasoil	Filtro de gasoil	1	0,25	0,05	0,15	3	96
	Cambio de filtro de trampa de agua	Filtro Trampa de agua	1	0,25	0,05	0,15	3	96
	Calibrar los inyectores	Kit de calibración	1	6	0,05	0,5	1	4
		Tobera de inyección	6	18	1	6	10	11
		Limpia inyector	1	6	0,05	0,5	1	4
	Remplazar los sellos de la bomba de alta presión	Kit de sellos hidráulicos	1	12	0,05	0,15	1	2
		Solenoides de paro	1	12	1	1,5	1	2

Continuación de la tabla 6.18

Determinación del stock mínimo de repuestos								
Maquinaria o equipo		Cosechadora John Deere 4400		Cantidad existente		6		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema de frenos	Cambiar bandas de freno	bandas de freno	1	12	1	2	1	2
	Cambiar hidroback y sellos de bomba	kit de sellos	1	48	1	2	1	1
Sistema de potencia	Cambio de crucetas	Crucetas	4	6	1	2	4	16
	Cambio de aceite del diferencial	Aceite 80W90	5	24	1	2	2	5
	Cambio de aceite de caja	Aceite 15W40	19	12	1	2	10	38
Sistema motor	Cambio de aceite y filtros	Aceite 15W40	19	0,75	1	2	152	608
		Filtro de Aceite	2	0,75	1	2	16	64
		Filtro centrifugo	1	0,75	1	2	8	32
		Filtro secundario	1	0,75	1	2	8	32
	Rearmado del motor	Kit de empacaduras	1	60	1	5	1	1
		Master Kit	1	60	1	5	1	1
		Silicon Gris de alta temperatura	4	60	1	2	1	2
Sistema de refrigeración	Realizar limpieza al radiador	Detergente	1	1	1	1,5	3	24
	Cambiar mangueras	Mangueras de agua	2	3	1	1,5	2	16

Continuación de la tabla 6.18

Determinación del stock mínimo de repuestos								
Maquinaria o equipo		Cosechadora Laverda 1320		Cantidad existente		2		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema de dirección	Verificar el caudal de la bomba y expurgar el sistema	Aceite hidráulico AW68	0,25	1	0,05	0,25	1	6
	Reemplazar las barras de dirección	Barra de dirección	2	12	0,5	1	1	4
	Reemplazar los sellos de los pistones y bomba	Kit de sellos hidráulicos	1	36	0,05	0,15	1	1
		Aceite hidráulico AW68	95	36	0,05	0,25	2	64
		Kit de orines y sellos de bomba	1	36	0,5	1	1	1
Sistema de combustible	Cambio de filtro de gasoil	Filtro de gasoil	1	0,25	0,05	0,15	1	96
	Cambio de filtro de trampa de agua	Filtro Trampa de agua	1	0,25	0,05	0,15	1	96
	Calibrar los inyectores	Kit de calibración	1	6	0,05	0,5	1	4
		Tobera de inyección	8	18	1	6	5	11
		Limpia inyector	1	6	0,05	0,5	1	4
	Remplazar los sellos de la bomba de alta presión	Kit de sellos hidráulicos	1	12	0,05	0,15	1	2
		Solenoide de paro	1	12	1	1,5	1	2

Continuación de la tabla 6.18

Determinación del stock mínimo de repuestos							
Maquinaria o equipo		Cosechadora Laverda 1320		Cantidad existente		2	
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock Anual
Sistema de frenos	Cambiar bandas de freno	bandas de freno	1	12	1	2	2
	Cambiar hidroback y sellos de bomba	kit de sellos	1	48	1	2	1
Sistema de potencia	Cambio de crucetas	Crucetas	4	6	1	2	16
	Cambio de aceite del diferencial	Aceite 80W90	5	24	1	2	5
	Cambio de aceite de caja	Aceite 15W40 API SS	19	12	1	2	38
Sistema motor	Cambio de aceite y filtros	Aceite 15W40 API SS	19	0,75	1	2	608
		Filtro de Aceite	2	0,75	1	2	64
		Filtro centrifugo	1	0,75	1	2	32
		Filtro secundario	1	0,75	1	2	32
	Rearmado del motor	Kit de empaaduras	1	60	1	5	1
		Master Kit	1	60	1	5	1
		Silicon Gris de alta temperatura	4	60	1	2	2
Sistema de refrigeración	Realizar limpieza al radiador	Detergente	1	1	1	1,5	24
	Cambiar mangueras	Mangueras de agua	2	3	1	1,5	16

Continuación de la tabla 6.18

Determinación del stock mínimo de repuestos								
Maquinaria o equipo		Cosechadora Laverda 1320		Cantidad existente		2		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema de cosecha	Reemplazar los tornillos sin fin	Tornillos sin fin	3	12	1	6	3	6
	Reemplazar cangilones	Cangilones	12	48	1	8	4	6
	Reemplazar cadena de distribución	Cadena de distribución	2	60	1	2	1	2
Maquinaria o equipo		Encaladora de 2, 3 y 6m		Cantidad existente		3		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Vertido de cal	Cambiar el aceite del reductor de giro	Aceite monogrado 120	1	12	1	2	1	3
	Cambiar las rendirlas de dispersión	Rejillas de dispersión	2	12	1	2	1	6
	Limpiar el contenedor de cal	Detergente	1	0,25	1	2	12	144

Continuación de la tabla 6.18

Maquinaria o equipo		Máquina de oruga Caterpillar D5 serie C		Cantidad existente		3		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema motor	Cambio de aceite y filtros	Aceite 15W40	19	0,75	1	2	76	912
		Filtro de Aceite	2	0,75	1	2	8	96
		Filtro centrifugo	1	0,75	1	2	4	48
		Filtro secundario	1	0,75	1	2	4	48
	Rearmado del motor	Kit de empacaduras	1	60	1	5	1	1
		Master Kit	1	60	1	5	1	1
		Silicon Gris de alta temperatura	4	60	1	2	1	3
Sistema de potencia motriz hidráulica	Cambiar los sellos de la bomba	kit de sellos	1	36	1	2	1	1
	Cambiar mangueras	Mangueras de alta y baja presión	6	24	2	5	3	9
	Cambiar aceite	Aceite 15w40	95	12	1	2	24	285
	Cambiar sellos del convertor hidráulico	Kit de sellos de convertor	1	48	1	5	1	1
Sistema de refrigeración	Realizar limpieza al radiador	Detergente	1	1	1	1,5	2	36
	Cambiar mangueras	Mangueras de agua	2	3	1	1,5	1	24
Sistema de combustible	Cambio de filtro de gasoil	Filtro de gasoil	1	0,25	0,05	0,15	2	144
	Cambio de filtro de trampa de agua	Filtro Trampa de agua	1	0,25	0,05	0,15	2	144
	Calibrar los inyectores	Kit de calibración	1	6	0,05	0,5	1	6
		Tobera de inyección	6	18	1	6	5	12
		Limpia inyector	1	6	0,05	0,5	1	6
	Remplazar los sellos de la bomba de alta presión	Kit de sellos hidráulicos	1	12	0,05	0,15	1	3
		Solenoide de paro	1	12	1	1,5	1	3

Continuación de la tabla 6.18

Maquinaria o equipo		Motobomba de 15 y 20hp		Cantidad existente		9		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema motor	Cambio de aceite y filtros (si aplica)	Aceite 15W40 API SS	1	0,75	1	2	12	144
	Rearmado del motor	Master Kit de motor	1	24	1	2	1	5
		Kit de empacaduras	1	24	1	2	1	5
Sistema bomba	Cambiar el imper	Imper de eje de 3/4	1	24	1	6	2	5
	Cambiar turbina	Carcasa de turbina de 2"	1	60	1	6	1	2
Maquinaria o equipo		Motobomba de 30 y 25hp		Cantidad existente		6		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema motor	Cambio de aceite y filtros (si aplica)	Aceite 15W40 API SS	1	0,75	1	2	8	96
	Rearmado del motor	Master Kit de motor	1	24	1	2	1	3
		Kit de empacaduras	1	24	1	2	1	3
Sistema bomba	Cambiar el imper	Imper de eje de 1"	1	24	1	6	2	3
	Cambiar turbina	Carcasa de turbina de 4"	1	60	1	6	1	2

Continuación de la tabla 6.18

Maquinaria o equipo		Motobomba de 150hp		Cantidad existente		2		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema motor	Cambio de aceite	Aceite 15W40 API SS	8	0,75	1	1,5	11	256
	Rearmado del motor	Master Kit de motor	1	60	1	2	1	1
		Kit de empaaduras	1	60	1	2	1	1
Sistema bomba	Cambiar el imper	Imper de eje de 2"	1	60	1	6	1	1
	Cambiar turbina	Carcasa de turbina de 8"	1	60	1	6	1	1
Sistema de refrigeración	Realizar limpieza al radiador	Detergente	1	1	1	1,5	1	24
	Cambiar mangueras	Mangueras de agua	2	3	1	1,5	1	16
Sistema de combustible	Cambio de filtro de gasoil	Filtro de gasoil	1	0,25	0,05	0,15	1	96
	Cambio de filtro de trampa de agua	Filtro Trampa de agua	1	0,25	0,05	0,15	1	96
	Calibrar los inyectores	Kit de calibración	1	6	0,05	0,5	1	4
		Tobera de inyección	8	18	1	6	5	11
		Limpia inyector	1	6	0,05	0,5	1	4
	Remplazar los sellos de la bomba de alta presión	Kit de sellos hidráulicos	1	12	0,05	0,15	1	2
		Solenoides de paro	1	12	1	1,5	1	2

Continuación de la tabla 6.18

Maquinaria o equipo		Payloader John Deere 544K		Cantidad existente		1		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema motor	Cambio de aceite y filtros	Aceite 15W40 API SS	19	0,75	1	1,75	19	304
		Filtro de Aceite	2	0,75	1	1,75	2	32
		Filtro centrifugo	1	0,75	1	1,75	1	16
		Filtro secundario	1	0,75	1	1,75	1	16
	Rearmado del motor	Kit de empacaduras	1	60	1	4	1	1
		Master Kit	1	60	1	4	1	1
Sistema de potencia motriz hidráulica	Cambiar los sellos de la bomba	kit de sellos	1	36	1	2	1	1
	Cambiar mangueras	Mangueras de alta y baja presión	6	24	2	5	1	1
	Cambiar aceite	Aceite 15w40	95	12	1	3	16	3
	Cambiar sellos del convertor hidráulico	Kit de sellos de convertor	1	48	1	5	1	95
Sistema de refrigeración	Realizar limpieza al radiador	Detergente	1	1	1	1,5	1	1
	Cambiar mangueras	Mangueras de agua	2	3	1	1,5	1	12
Sistema de combustible	Cambio de filtro de gasoil	Filtro de gasoil	1	0,25	0,05	0,15	1	8
	Cambio de filtro de trampa de agua	Filtro Trampa de agua	1	0,25	0,05	0,15	1	48
	Calibrar los inyectores	Kit de calibración	1	6	0,05	0,5	1	48
		Tobera de inyección	6	18	1	6	2	2
		Limpia inyector	1	6	0,05	0,5	1	4
	Remplazar los sellos de la bomba de alta presión	Kit de sellos hidráulicos	1	12	0,05	0,15	1	2
		Solenoide de paro	1	12	1	1,5	1	1

Continuación de la tabla 6.18

Maquinaria o equipo		Payloader Caterpillar 924F; Payloader Caterpillar 966		Cantidad existente		3		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema motor	Cambio de aceite y filtros	Aceite 15W40 API SS	24	0,75	1	1,75	72	1152
		Filtro de Aceite	2	0,75	1	1,75	6	96
		Filtro centrifugo	1	0,75	1	1,75	3	48
		Filtro secundario	1	0,75	1	1,75	3	48
	Rearmado del motor	Kit de empacaduras	1	60	1	4	1	1
		Master Kit	1	60	1	4	1	1
Sistema de potencia motriz hidráulica	Cambiar los sellos de la bomba	kit de sellos	1	36	1	2	1	3
	Cambiar mangueras	Mangueras de alta y baja presión	2	24	2	5	1	1
	Cambiar aceite	Aceite 15w40	76	12	1	3	38	3
	Cambiar sellos del convertor hidráulico	Kit de sellos de convertor	1	48	1	5	1	228
Sistema de refrigeración	Realizar limpieza al radiador	Detergente	1	1	1	1,5	2	1
	Cambiar mangueras	Mangueras de agua	2	3	1	1,5	1	36
Sistema de combustible	Cambio de filtro de gasoil	Filtro de gasoil	1	0,25	0,05	0,15	2	24
	Cambio de filtro de trampa de agua	Filtro Trampa de agua	1	0,25	0,05	0,15	2	144
	Calibrar los inyectores	Kit de calibración	1	6	0,05	0,5	1	144
		Tobera de inyección	8	18	1	6	7	6
		Limpia inyector	1	6	0,05	0,5	1	16
	Remplazar los sellos de la bomba de alta presión	Kit de sellos hidráulicos	1	12	0,05	0,15	1	6
		Solenoide de paro	1	12	1	1,5	1	3

Continuación de la tabla 6.18

Maquinaria o equipo		Rastras de 18 discos		Cantidad existente		30		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema de Suspensión	cambiar sellos hidráulicos	Kit de sellos	1	6	1	2	5	60
	revisar rodamientos y punta de eje	Grasa alta temperatura	1	1	1	2	30	360
	cambiar rodamientos	Rodamiento interno y externo	2	12	1	4	15	60
Maquinaria o equipo		Rastras de 20 discos		Cantidad existente		2		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema de Suspensión	cambiar sellos hidráulicos	Kit de sellos	1	6	1	2	1	4
	revisar rodamientos y punta de eje	Grasa alta temperatura	1	1	1	2	2	24
	cambiar rodamientos	Rodamiento interno y externo	2	12	1	4	1	4
Maquinaria o equipo		Rastras de 28 discos		Cantidad existente		8		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema de Suspensión	cambiar sellos hidráulicos	Kit de sellos	1	6	1	2	2	16
	revisar rodamientos y punta de eje	Grasa alta temperatura	1	1	1	2	8	96
	cambiar rodamientos	Rodamiento interno y externo	2	12	1	4	4	16

Continuación de la tabla 6.18

Maquinaria o equipo		Reabonadora de 4 hilos, 6 hilos y 9 hilos		Cantidad existente		22		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema de Suspensión	cambiar sellos hidráulicos	Kit de sellos	1	6	1	2	4	44
	revisar rodamientos y punta de eje	Grasa alta temperatura	1	1	1	2	22	264
	cambiar rodamientos	Rodamiento interno y externo	2	12	1	4	11	44
Sistema de abonado	Cambiar discos de abonado	disco de abonado	4	12	1	6	37	88
	Cambiar cadena de distribución	cadena de distribución	4	24	2	5	11	44
	cambiar piñones	piñones	4	60	2	6	6	18
Maquinaria o equipo		Rotativa Simple		Cantidad existente		17		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema de Suspensión	cambiar sellos hidráulicos	Kit de sellos	1	6	1	2	3	34
	revisar rodamientos y punta de eje	Grasa alta temperatura	1	1	1	2	17	204
	cambiar rodamientos	Rodamiento interno y externo	2	12	1	4	9	34
Sistema de corte	cambio de cuchilla	Cuchilla	1	48	1	4	2	5

Continuación de la tabla 6.18

Maquinaria o equipo		Rotativa de 2 cuchillas		Cantidad existente		5		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema de Suspensión	cambiar sellos hidráulicos	Kit de sellos	1	6	1	2	1	10
	revisar rodamientos y punta de eje	Grasa alta temperatura	1	1	1	2	5	60
	cambiar rodamientos	Rodamiento interno y externo	2	12	1	4	3	10
Sistema de corte	cambio de cuchilla	Cuchilla	2	48	1	4	1	3
Maquinaria o equipo		Sembradora de 4 hilos, 6 hilos, 9 hilos		Cantidad existente		27		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema de Suspensión	cambiar sellos hidráulicos	Kit de sellos	1	6	1	2	5	54
	revisar rodamientos y punta de eje	Grasa alta temperatura	1	1	1	2	27	324
	cambiar rodamientos	Rodamiento interno y externo	2	12	1	4	14	54
Sistema de abonado	Cambiar discos de abonado	disco de abonado	4	12	1	6	45	108
	Cambiar cadena de distribución	cadena de distribución	4	24	2	5	14	54
	cambiar piñones	Piñones	4	60	2	6	8	22
Sistema de Siembra	Cambiar discos de siembra	disco de siembra	2	12	1	6	23	54
	Cambiar cadena de distribución	cadena de distribución	8	24	2	5	27	108
	cambiar piñones	Piñones	4	60	2	6	8	22

Continuación de la tabla 6.18

Maquinaria o equipo		Subsolador de 6 puntas		Cantidad existente		2		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema de sub solado	Cambiar las púas	Púas de acero	6	48	1	6	6	3
Sistema de suspensión	cambiar sellos hidráulicos	Kit de sellos	1	6	1	2	1	4
Maquinaria o equipo		Tractor Belarus 1021		Cantidad existente		17		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema motor	Cambio de aceite y filtros	Aceite 15W40 API SS	12	0,75	1	2	272	3264
		Filtro de Aceite	2	0,75	1	2	46	544
		Filtro centrifugo	1	0,75	1	2	23	272
		Filtro secundario	1	0,75	1	2	23	272
	Rearmado del motor	Kit de empacaduras	1	60	1	5	2	4
		Master Kit	1	60	1	5	2	4
		Silicon Gris de alta temperatura	2	60	1	2	1	7
Sistema de refrigeración	Realizar limpieza al radiador	Detergente	1	1	1	1,5	9	204
	Cambiar mangueras	Mangueras de agua	2	3	1	1,5	6	136
Sistema de potencia hidráulica	Cambiar los sellos de la bomba	kit de sellos	1	36	1	2	1	6
	Cambiar mangueras	Mangueras de alta y baja presión	2	24	2	5	5	17
	Cambiar aceite	Aceite 15w40	5	12	1	3	15	85

Continuación de la tabla 6.18

Maquinaria o equipo		Tractor Belarus 1021		Cantidad existente		17		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema de dirección	Verificar el caudal de la bomba y expurgar el sistema	Aceite hidráulico AW68	0,25	1	0,05	0,25	1	51
	Reemplazar las barras de dirección	Barra de dirección	2	12	0,5	1	2	34
	Reemplazar los sellos de los pistones y bomba	Kit de sellos hidráulicos	1	36	0,05	0,15	1	6
		Aceite hidráulico AW68	2	36	0,05	0,25	1	12
		Kit de orines y sellos de bomba	1	36	0,5	1	1	6
Sistema de combustible	Cambio de filtro de gasoil	Filtro de gasoil	1	0,25	0,05	0,15	7	816
	Cambio de filtro de trampa de agua	Filtro Trampa de agua	1	0,25	0,05	0,15	7	816
	Calibrar los inyectores	Kit de calibración	1	6	0,05	0,5	2	34
		Tobera de inyección	6	18	1	6	29	68
		Limpia inyector	1	6	0,05	0,5	2	34
	Remplazar los sellos de la bomba de alta presión	Kit de sellos hidráulicos	1	12	0,05	0,15	1	17
		Solenoides de paro	1	12	1	1,5	1	17

Continuación de la tabla 6.18

Maquinaria o equipo		Tractor Belarus 1221, 1222 y 1523		Cantidad existente		21		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema motor	Cambio de aceite y filtros	Aceite 15W40 API SS	19	0,75	1	2	532	6384
		Filtro de Aceite	1	0,75	1	2	28	336
	Rearmado del motor	Kit de empaaduras	1	60	1	5	2	5
		Master Kit	1	60	1	5	2	5
		Silicón Gris de alta temperatura	2	60	1	2	1	9
Sistema de refrigeración	Realizar limpieza al radiador	Detergente	1	1	1	1,5	11	252
	Cambiar mangueras	Mangueras de agua	2	3	1	1,5	7	168
Sistema de potencia hidráulica	Cambiar los sellos de la bomba	kit de sellos	1	36	1	2	1	7
	Cambiar mangueras	Mangueras de alta y baja presión	2	24	2	5	6	21
	Cambiar aceite	Aceite 15w40	12	12	1	3	42	252

Continuación de la tabla 6.18

Maquinaria o equipo		Tractor Belarus 1221, 1222 y 1523		Cantidad existente		21		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema de dirección	Verificar el caudal de la bomba y expurgar el sistema	Aceite hidráulico AW68	0,25	1	0,05	0,25	2	63
	Reemplazar las barras de dirección	Barra de dirección	2	12	0,5	1	2	42
	Reemplazar los sellos de los pistones y bomba	Kit de sellos hidráulicos	1	36	0,05	0,15	1	7
		Aceite hidráulico AW68	2	36	0,05	0,25	1	14
		Kit de orines y sellos de bomba	1	36	0,5	1	1	7
Sistema de combustible	Cambio de filtro de gasoil	Filtro de gasoil	2	0,25	0,05	0,15	17	2016
	Cambio de filtro de trampa de agua	Filtro Trampa de agua	1	0,25	0,05	0,15	9	1008
	Calibrar los inyectores	Kit de calibración	1	6	0,05	0,5	2	42
		Tobera de inyección	8	18	1	6	47	112
		Limpia inyector	1	6	0,05	0,5	2	42
	Reemplazar los sellos de la bomba de alta presión	Kit de sellos hidráulicos	1	12	0,05	0,15	1	21
		Solenoides de paro	1	12	1	1,5	1	21

Continuación de la tabla 6.18

Maquinaria o equipo		Tractor Ford 6600 y 6710		Cantidad existente		5		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema motor	Cambio de aceite y filtros	Aceite 15W40 API SS	10	0,75	1	2	67	800
		Filtro de Aceite	2	0,75	1	2	14	160
	Rearmado del motor	Kit de empacaduras	1	60	1	5	1	1
		Master Kit	1	60	1	5	1	1
		Silicón Gris de alta temperatura	2	60	1	2	1	2
Sistema de refrigeración	Realizar limpieza al radiador	Detergente	1	1	1	1,5	3	60
	Cambiar mangueras	Mangueras de agua	2	3	1	1,5	2	40
Sistema de potencia hidráulica	Cambiar los sellos de la bomba	kit de sellos	1	36	1	2	1	2
	Cambiar mangueras	Mangueras de alta y baja presión	2	24	2	5	2	5
	Cambiar aceite	Aceite 15w40	5	12	1	3	5	25

Continuación de la tabla 6.18

Maquinaria o equipo		Tractor Ford 7610		Cantidad existente		5		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema motor	Cambio de aceite y filtros	Aceite 15W40 API SS	16	0,75	1	2	107	1280
		Filtro de Aceite	1	0,75	1	2	7	80
	Rearmado del motor	Kit de empacaduras	1	60	1	5	1	1
		Master Kit	1	60	1	5	1	1
		Silicón Gris de alta temperatura	2	60	1	2	1	2
Sistema de refrigeración	Realizar limpieza al radiador	Detergente	1	1	1	1,5	3	60
	Cambiar mangueras	Mangueras de agua	2	3	1	1,5	2	40
Sistema de potencia hidráulica	Cambiar los sellos de la bomba	kit de sellos	1	36	1	2	1	2
	Cambiar mangueras	Mangueras de alta y baja presión	2	24	2	5	2	5
	Cambiar aceite	Aceite 15w40	5	12	1	3	5	25

Continuación de la tabla 6.18

Maquinaria o equipo		Tractor Ford 7610		Cantidad existente		5		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema de dirección	Verificar el caudal de la bomba y expurgar el sistema	Aceite hidráulico AW68	0,25	1	0,05	0,25	1	15
	Reemplazar las barras de dirección	Barra de dirección	2	12	0,5	1	1	10
	Reemplazar los sellos de los pistones y bomba	Kit de sellos hidráulicos	1	36	0,05	0,15	1	2
		Aceite hidráulico AW68	2	36	0,05	0,25	1	4
		Kit de orines y sellos de bomba	1	36	0,5	1	1	2
Sistema de combustible	Cambio de filtro de gasoil	Filtro de gasoil	2	0,25	0,05	0,15	4	480
	Cambio de filtro de trampa de agua	Filtro Trampa de agua	1	0,25	0,05	0,15	2	240
	Calibrar los inyectores	Kit de calibración	1	6	0,05	0,5	1	10
		Tobera de inyección	8	18	1	6	12	27
		Limpia inyector	1	6	0,05	0,5	1	10
	Remplazar los sellos de la bomba de alta presión	Kit de sellos hidráulicos	1	12	0,05	0,15	1	5
		Solenoide de paro	1	12	1	1,5	1	5

Continuación de la tabla 6.18

Maquinaria o equipo		Tractor John Deere 4240		Cantidad existente		3		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema motor	Cambio de aceite y filtros	Aceite 15W40 API SS	12	0,75	1	2	80	576
		Filtro de Aceite	2	0,75	1	2	14	96
	Rearmado del motor	Kit de empacaduras	1	60	1	5	1	1
		Master Kit	1	60	1	5	1	1
		Silicón Gris de alta temperatura	2	60	1	2	1	2
Sistema de refrigeración	Realizar limpieza al radiador	Detergente	1	1	1	1,5	3	36
	Cambiar mangueras	Mangueras de agua	2	3	1	1,5	2	24
Sistema de potencia hidráulica	Cambiar los sellos de la bomba	kit de sellos	1	36	1	2	1	1
	Cambiar mangueras	Mangueras de alta y baja presión	4	24	2	5	3	6
	Cambiar aceite	Aceite 15w40	7	12	1	3	6	21

Continuación de la tabla 6.18

Maquinaria o equipo		Tractor John Deere 4240		Cantidad existente		3		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema de dirección	Verificar el caudal de la bomba y expurgar el sistema	Aceite hidráulico AW68	0,25	1	0,05	0,25	1	9
	Reemplazar las barras de dirección	Barra de dirección	2	12	0,5	1	1	6
	Reemplazar los sellos de los pistones y bomba	Kit de sellos hidráulicos	1	36	0,05	0,15	1	1
		Aceite hidráulico AW68	1	36	0,05	0,25	1	1
		Kit de orines y sellos de bomba	1	36	0,5	1	1	1
Sistema de combustible	Cambio de filtro de gasoil	Filtro de gasoil	2	0,25	0,05	0,15	4	288
	Cambio de filtro de trampa de agua	Filtro Trampa de agua	1	0,25	0,05	0,15	2	144
	Calibrar los inyectores	Kit de calibración	1	6	0,05	0,5	1	6
		Tobera de inyección	6	18	1	6	9	12
		Limpia inyector	1	6	0,05	0,5	1	6
	Remplazar los sellos de la bomba de alta presión	Kit de sellos hidráulicos	1	12	0,05	0,15	1	3
		Solenoide de paro	1	12	1	1,5	1	3

Continuación de la tabla 6.18

Maquinaria o equipo		Tractor John Deere 6068T		Cantidad existente		4		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema motor	Cambio de aceite y filtros	Aceite 15W40 API SS	19	0,75	1	2	102	1216
		Filtro centrifugo	1	0,75	1	2	6	64
		Filtro secundario	1	0,75	1	2	6	64
		Filtro de Aceite	2	0,75	1	2	11	128
	Rearmado del motor	Kit de empaaduras	1	60	1	5	1	1
		Master Kit	1	60	1	5	1	1
		Silicón Gris de alta temperatura	4	60	1	2	1	4
Sistema de refrigeración	Realizar limpieza al radiador	Detergente	1	1	1	1,5	2	48
	Cambiar mangueras	Mangueras de agua	2	3	1	1,5	2	32
Sistema de potencia hidráulica	Cambiar los sellos de la bomba	kit de sellos	1	36	1	2	1	2
	Cambiar mangueras	Mangueras de alta y baja presión	2	24	2	5	1	4
	Cambiar aceite	Aceite 15w40	12	12	1	3	8	48

Continuación de la tabla 6.18

Maquinaria o equipo		Tractor John Deere 6068T		Cantidad existente		4		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema de dirección	Verificar el caudal de la bomba y expurgar el sistema	Aceite hidráulico AW68	0,25	1	0,05	0,25	1	12
	Reemplazar las barras de dirección	Barra de dirección	2	12	0,5	1	1	8
	Reemplazar los sellos de los pistones y bomba	Kit de sellos hidráulicos	1	36	0,05	0,15	1	2
		Aceite hidráulico AW68	1	36	0,05	0,25	1	2
		Kit de orines y sellos de bomba	1	36	0,5	1	1	2
Sistema de combustible	Cambio de filtro de gasoil	Filtro de gasoil	2	0,25	0,05	0,15	4	384
	Cambio de filtro de trampa de agua	Filtro Trampa de agua	2	0,25	0,05	0,15	4	384
	Cambiar los inyectores	Electroinyectores	8	24	0,05	0,5	1	16
		Sincronizado con EMC	1	18	1	6	2	3
	Remplazar los sellos de la bomba de alta presión	Kit de sellos hidráulicos	1	12	0,05	0,15	1	4
		Sensor de Common Rail	1	24	1	2	1	2
		Solenoides de paro	1	12	1	1,5	1	4

Continuación de la tabla 6.18

Maquinaria o equipo		Tractor Veneminsk VM130, VM89		Cantidad existente		9		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema motor	Cambio de aceite y filtros	Aceite 15W40 API SS	19	0,75	1	2	228	2736
		Filtro de Aceite	1	0,75	1	2	12	144
	Rearmado del motor	Kit de empacaduras	1	60	1	5	1	2
		Master Kit	1	60	1	5	1	2
		Silicón Gris de alta temperatura	2	60	1	2	1	4
Sistema de refrigeración	Realizar limpieza al radiador	Detergente	1	1	1	1,5	5	108
	Cambiar mangueras	Mangueras de agua	2	3	1	1,5	3	72
Sistema de potencia hidráulica	Cambiar los sellos de la bomba	kit de sellos	1	36	1	2	1	3
	Cambiar mangueras	Mangueras de alta y baja presión	2	24	2	5	3	9
	Cambiar aceite	Aceite 15w40	8	12	1	3	12	72

Continuación de la tabla 6.18

Maquinaria o equipo		Tractor Veneminsk VM130, VM89		Cantidad existente		9		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema de dirección	Verificar el caudal de la bomba y expurgar el sistema	Aceite hidráulico AW68	0,25	1	0,05	0,25	1	27
	Reemplazar las barras de dirección	Barra de dirección	2	12	0,5	1	1	18
	Reemplazar los sellos de los pistones y bomba	Kit de sellos hidráulicos	1	36	0,05	0,15	1	3
		Aceite hidráulico AW68	2	36	0,05	0,25	1	6
		Kit de orines y sellos de bomba	1	36	0,5	1	1	3
Sistema de combustible	Cambio de filtro de gasoil	Filtro de gasoil	2	0,25	0,05	0,15	8	864
	Cambio de filtro de trampa de agua	Filtro Trampa de agua	1	0,25	0,05	0,15	4	432
	Calibrar los inyectores	Kit de calibración	1	6	0,05	0,5	1	18
		Tobera de inyección	8	18	1	6	20	48
		Limpia inyector	1	6	0,05	0,5	1	18
	Remplazar los sellos de la bomba de alta presión	Kit de sellos hidráulicos	1	12	0,05	0,15	1	9
		Solenoide de paro	1	12	1	1,5	1	9

Continuación de la tabla 6.18

Maquinaria o equipo		Tractor Veneminsk VM62		Cantidad existente		6		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema motor	Cambio de aceite y filtros	Aceite 15W40 API SS	8	0,75	1	2	64	768
		Filtro de Aceite	1	0,75	1	2	8	96
	Rearmado del motor	Kit de empacaduras	1	60	1	5	1	2
		Master Kit	1	60	1	5	1	2
		Silicón Gris de alta temperatura	2	60	1	2	1	3
Sistema de refrigeración	Realizar limpieza al radiador	Detergente	1	1	1	1,5	3	72
	Cambiar mangueras	Mangueras de agua	2	3	1	1,5	2	48
Sistema de potencia hidráulica	Cambiar los sellos de la bomba	kit de sellos	1	36	1	2	1	2
	Cambiar mangueras	Mangueras de alta y baja presión	2	24	2	5	2	6
	Cambiar aceite	Aceite 15w40	6	12	1	3	6	36

Continuación de la tabla 6.18

Maquinaria o equipo		Tractor Veneminsk VM62		Cantidad existente		6		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema de dirección	Verificar el caudal de la bomba y expurgar el sistema	Aceite hidráulico AW68	0,25	1	1	2	2	18
	Reemplazar las barras de dirección	Barra de dirección	2	12	0,5	1	1	12
	Reemplazar los sellos de los pistones y bomba	Kit de sellos hidráulicos	1	36	0,05	0,15	1	2
		Aceite hidráulico AW68	1	36	0,05	0,25	1	2
		Kit de orines y sellos de bomba	1	36	0,5	1	1	2
Sistema de combustible	Cambio de filtro de gasoil	Filtro de gasoil	2	0,25	0,05	0,15	5	576
	Cambio de filtro de trampa de agua	Filtro Trampa de agua	1	0,25	0,05	0,15	3	288
	Calibrar los inyectores	Kit de calibración	1	6	0,05	0,5	1	12
		Tobera de inyección	4	18	1	6	7	16
		Limpia inyector	1	6	0,05	0,5	1	12
	Remplazar los sellos de la bomba de alta presión	Kit de sellos hidráulicos	1	12	0,05	0,15	1	6
		Solenoide de paro	1	12	1	1,5	1	6

Continuación de la tabla 6.18

Maquinaria o equipo		Tractor Zetor 6211		Cantidad existente		3		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema motor	Cambio de aceite y filtros	Aceite 15W40 API SS	12	0,75	1	2	48	576
		Filtro de Aceite	1	0,75	1	2	4	48
	Rearmado del motor	Kit de empacaduras	1	60	1	5	1	1
		Master Kit	1	60	1	5	1	1
		Silicón Gris de alta temperatura	2	60	1	2	1	2
Sistema de refrigeración	Realizar limpieza al radiador	Detergente	1	1	1	1,5	2	36
	Cambiar mangueras	Mangueras de agua	2	3	1	1,5	1	24
Sistema de potencia hidráulica	Cambiar los sellos de la bomba	kit de sellos	1	36	1	2	1	1
	Cambiar mangueras	Mangueras de alta y baja presión	2	24	2	5	1	3
	Cambiar aceite	Aceite 15w40	8	12	1	3	4	24

Continuación de la tabla 6.18

Maquinaria o equipo		Tractor Zetor 6211		Cantidad existente		3		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema de dirección	Verificar el caudal de la bomba y expurgar el sistema	Aceite hidráulico AW68	0,25	1	1	2	1	9
	Reemplazar las barras de dirección	Barra de dirección	2	12	0,5	1	1	6
	Reemplazar los sellos de los pistones y bomba	Kit de sellos hidráulicos	1	36	0,05	0,15	1	1
		Aceite hidráulico AW68	1	36	0,05	0,25	1	1
		Kit de orines y sellos de bomba	1	36	0,5	1	1	1
Sistema de combustible	Cambio de filtro de gasoil	Filtro de gasoil	2	0,25	0,05	0,15	3	288
	Cambio de filtro de trampa de agua	Filtro Trampa de agua	1	0,25	0,05	0,15	2	144
	Calibrar los inyectores	Kit de calibración	1	6	0,05	0,5	1	6
		Tobera de inyección	6	18	1	6	5	12
		Limpia inyector	1	6	0,05	0,5	1	6
	Remplazar los sellos de la bomba de alta presión	Kit de sellos hidráulicos	1	12	0,05	0,15	1	3
		Solenoides de paro	1	12	1	1,5	1	3

Continuación de la tabla 6.18

Maquinaria o equipo		Vagón de descargue de 9m3		Cantidad existente		3		
Sistemas	Actividad	Pieza o material requerido	Cantidad de piezas requeridas	Periodicidad (meses)	Plazo de entrega (meses)	Plazo máximo de entrega	Stock mínimo	Stock Anual
Sistema de suspensión	revisar rodamientos y punta de eje	Grasa alta temperatura	1	1	1	2	3	36
	cambiar rodamientos	Rodamiento interno y externo	2	12	1	4	2	6
Sistema de frenos	Cambiar bandas de freno	bandas de freno	1	12	1	2	1	3

Con esto se tienen todos los stocks mínimos por maquinaria y equipos requeridos, este será el punto de aviso para la adquisición de más repuestos o consumibles, el stock de compra inicial será de 6 veces el stock mínimo, esto para garantizar la ejecución del plan. además, el seguimiento de las actividades del plan de mantenimiento preventivo permitirá, a través de las inspecciones, determinar de forma oportuna la adquisición de los repuestos o consumibles que no estén estipulados en el stock, esto a su vez también permite la adquisición de grandes cantidades de repuestos, reduciendo los costos unitarios de los mismos, los costos de traslado y de importación en dado caso de requerirse.

6.1.1 Determinación de la factibilidad económica a largo plazo de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo

Debido a que el motivo principal de este estudio es aumentar la operatividad de los equipos y maquinarias disminuyendo las pérdidas en la producción y los costos generados por el mantenimiento correctivo no planificado, se realizara un estudio de factibilidad económica para determinar si la aplicación del plan de mantenimiento preventivo es sustentable a largo plazo, esto comparándolo con el actual sistema de mantenimiento correctivo no planificado, el sistema de mantenimiento correctivo se llamara Alternativa A, mientras que el sistema actual se llamara alternativa B.

El primer paso para la realización del estudio de factibilidad económica es determinar los costos

6.1.4.1 Determinación de los costos

Los costos son todos los gastos monetarios que tenga la asociación, en el caso de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo se tomaran todos aquellos costos inherentes a la aplicación del plan, el costo de inversión inicial y el costo de operación, esto sin tomar en cuenta las pérdidas de producción, ya que el plan permite la planificación de la ejecución del mantenimiento sin la necesidad de parar la producción, mientras que el caso del sistema actual se tomaran en cuenta los costos de operación y la pérdida de producción, este último se toma en cuenta como costo ya que genera un efecto negativo a la empresa, dejando de percibir ingresos.

Los costos de la inversión inicial de la alternativa A será el costo de adquisición de los repuestos, no se toma en cuenta el costo de almacén, ya que la asociación cuenta con galpones ya establecidos con suficiente espacio para contener los repuestos, estos galpones actualmente se utilizan para almacenar los insumos para siembra y están

siendo usados entre un 10% o 15%, estos costos pueden verse en la siguiente tabla (Tabla 6.19).

Tabla 6.19 Resumen de los costos de la alternativa A (Elaboración propia, 2019)

Costos de la Alternativa A

Costo de inversión inicial	\$ 382.109,50
Costo del mano de obra	\$ 40.000,00
Costo de gasto anual	\$ 382.109,50

Los costos son expresados en dólares, debido a que la adquisición de los mismos se realiza mediante el mercado internacional, siendo mercantilizado por distribuidores locales, los cálculos para la determinación de la inversión inicial y gasto anual, pueden observarse en el apéndice B.1.

Para los costos de la alternativa B se tomarán en cuenta las perdidas por las fallas de los equipos, así como el dinero invertido en el periodo anterior en mantenimiento según los propietarios de las maquinarias.

Tabla 6.20 Resumen de los costos de la Alternativa B (Elaboración propia, 2019)

Costos de la Alternativa B

Costo de mantenimiento correctivo	\$ 65.000,00
Costo de la mano de obra	\$ 37.500,00
Perdida de producción	\$ 471.975,00

El costo del mantenimiento correctivo es el resultado de la sumatoria de los valores dados por la entrevista a los productores, al igual que el costo de la mano de obra mientras que el costo de las pérdidas de la producción es el 18,6% del total de rendimiento perdido, esto según lo calculado en el tema 5.2

Tabla 6.21 Determinación de las pérdidas generadas por mantenimiento (Elaboración propia, 2019)

Precio del kg de maíz	Kg de maíz esperado	Kg de maíz obtenido	Perdidas de rendimiento
\$ 0,25	26.600.000	16.450.000	10.150.000
Ganancias	\$ 6.650.000,00	\$4.112.500,00	\$ 2.537.500,00
Pérdidas causadas por mantenimiento		18,60%	\$ 471.975,00

Con estos costos de proceder a evaluar ambas alternativas, siendo aceptada la que genere el menor costo, el criterio de evaluación será mediante el método el método del Valor presente neto, el cual se realizara en un periodo de 5 años, debido a que Leland Blank en su libro “Ingeniería Económica” (2006) recomienda utilizar un periodo de estudio de 5 a 6 años, comenzando con el periodo actual, hasta el 2024

6.1.4.2 Diagrama de flujo de caja

Para la evaluación del diagrama de flujo de caja se tomará el periodo actual como periodo 0, y los siguientes años serán del 1 al 5, la inflación a utilizar será la de Estados Unidos, ya que esta es la que rige el mercado internacional de repuestos en la región.

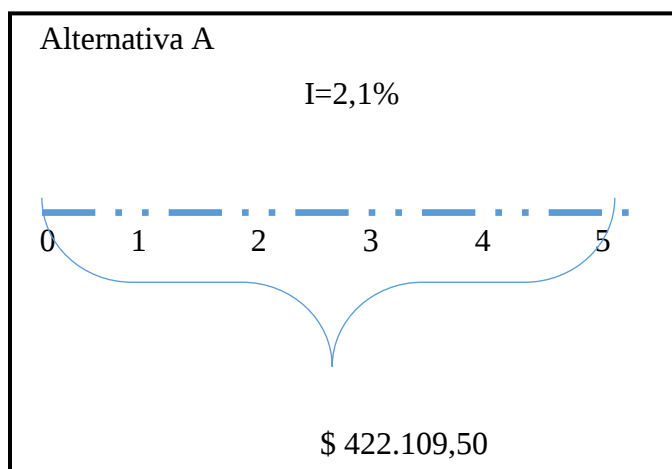


Figura 6.1 Diagrama de flujo de caja Alternativa A (Elaboración propia, 2019)

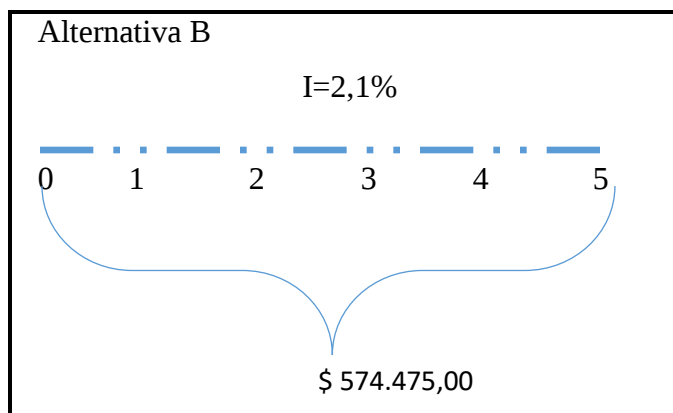


Figura 6.2 Diagrama de flujo de caja Alternativa B (Elaboración propia, 2019)

Con esto se aplica la fórmula de Valor Presente dada una anualidad la cual es

$$VP = A \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i(1-i)^n} \right) \text{ (Ecuacion 6.3)}$$

Alternativa A

$$VP = -422.109,50 \left(\frac{(1 + 0,021)^5 - 1}{0,021(1 - 0,021)^5} \right) = -\$2.447.488,82$$

Alternativa B

$$VP = -574.475,00 \left(\frac{(1 + 0,021)^5 - 1}{0,021(1 - 0,021)^5} \right) = -\$3.330.939,34$$

De esta forma se comparan las 2 alternativas y se selecciona la de menor costo, la cual es la alternativa 1, la cual genera menos pérdidas para la asociación, quedando demostrado así que el plan de mantenimiento preventivo genera una mejora con respecto al sistema actual.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. La causa principal de la falta de realización de mantenimiento es el alto costo de los repuestos, la cual, ocupa un total del 21% de todas las causas estudiadas apareciendo con un total de 680 veces en el periodo estudiado, resaltado también las causas de “no se dispone de inventario de repuestos” y “mantenimiento mal realizado”, las cuales afectan en un 14% cada uno.

2. La cantidad de maquinarias y equipos parados actualmente es de un 6,78% o 20 equipos y maquinarias, las cuales le pertenecen a un 52% de los productores, estas en su mayoría, un 85%, son maquinarias de alto costo de mantenimiento, evidenciando que gran parte de los productores tienen problemas para afrontar los costos de mantenimiento.

3. El promedio de tiempo en falla de la maquinaria y equipos es de 672 horas o el 14,88% del tiempo total, estudiado.

4. La falta de mantenimiento afecta a la producción en un total de 18,6%, situación que puede agravarse en tiempos de siembra y cultivo, en donde un día de retraso significa pérdidas del rendimiento de 7%.

5. La mayoría de los equipos y maquinarias son de criticidad baja, con 200 equipos y maquinarias, mientras que los de criticidad media son 90 y los de criticidad alta solo son 5 equipos, los equipos más críticos, son la cosechadora y el tractor, los cuales ocupan los primeros 83 puesto por orden de criticidad.

6. El AMEF permitió establecer las acciones para disminuir los NRP de forma práctica, los equipos con mayor NRP fueron: la picadora (200), el vagón de descarga,

(200), la bomba de agua (180) y la motobomba (180), los cuales luego de la propuesta se espera reducirlos a menos de 100.

7. La propuesta establece los pasos para la realización del mantenimiento preventivo, describiendo las actividades a realizar y determinando el stock mínimo de compra anual

8. La propuesta es altamente rentable, siendo comparada con la opción actual, de no realizar mantenimiento preventivo, teniendo una diferencia positiva de 883.450,52\$

Recomendaciones

1. Se recomienda la ejecución de la propuesta para mejorar la disposición de las maquinarias, reducir los tiempos en falla y las paradas no planificadas, aumentando además la productividad del cultivo

2. Se recomienda la realización de un estudio para establecer un sistema organizativo, el cual permita a la asociación, tener más control del mantenimiento, haciéndole seguimiento para mejorar el mismo de manera continua.

3. Se recomienda la realización de un estudio para determinar la factibilidad económica de las maquinarias y equipos, tomando en cuenta el costo de mantenimiento anual, comprándolas con la alternativa de adquirir nuevas maquinarias, esto con el fin de actualizar la flota y depurar las maquinarias y equipos cuya vida útil haya cesado.

REFERENCIAS

APÉNDICES

APÉNDICE A
Codificación de la maquinaria y equipos

A.1 Codificación de la maquinaria y equipos existentes en la asociación

Teniendo ya la maquinaria y equipos identificados debidamente, se procede a establecer una codificación, la cual facilitara el entendimiento de la maquinaria y equipos, su ubicación en los registros y la futura realización de estudios de mantenimiento a las mismas.

El establecimiento de la codificación se realizará con la aplicación de sub códigos, los cuales representaran las características más distintivas de las maquinarias y equipos, la suma de estos sub códigos dará como resultado el código final asignado a cada maquinaria, no pudiendo haber 2 códigos iguales, estos sub códigos pueden observarse a continuación.

❖ Sub código de propietario: este estará definido por la serie de letras, con orden alfabético de dos caracteres, siendo la primera de estas la AA y la ultima la ZZ, la asignación de cada sub código a los propietarios puede verse en la siguiente tabla

Sub código	Propietario	Sub código	Propietario
AA	Afanador Américo	AN	Flores Juvenal
AB	Antonini Adrián	AO	Freddy Guerrero
AC	Arriola Johny	AP	Guzmán Orangel
AD	Blanchi Emilia	AQ	Maximiliano Haddao
AE	Carias Carlos	AR	Martínez Giovanny
AF	Castro Ether	AS	Márquez Manuel
AG	Devera Anibal	AT	Ramos Ysbelia
AH	Devera José Ramón	AU	Rivas José
AI	Diaz José	AV	Rodríguez Jorge
AJ	Diaz Raúl	AW	Rodríguez José
AK	Estévez Miguel	AX	Solva José
AL	Fernández Luis	AY	Sbein Nasser
AM	Flores Dionis	AZ	

❖ Sub código nombre: se define como las tres primeras letras del nombre de la maquinaria o equipo, este puede ser visto en la siguiente tabla

Sub código	Equipo	Sub código	Equipo
SUB	sub solador	BOM	Bomba de agua
SEM	sembradora	ENC	encaladora
VAG	vagón de descargue	RAS	Rastra
PIC	picadora repicadora	REA	Reabonadora
ROT	Rotativa	CAÑ	Cañón
ASP	Asperjadora	BAZ	Bazuca
MOT	Motobomba	COS	Cosechadora
TRA	Tractor	ORU	Máquina de oruga
PAY	Payloader		

❖ Sub código de fabricante: este será aplicado nada más a las maquinarias, ya que en los equipos se tiende a desconocer el fabricante de los mismos en la mayoría de los casos, estará formado por tres letras las cuales serán el acrónimo del nombre del fabricante o en caso de ser necesario, las letras más características del nombre y puede ser visto en siguiente tabla

Fabricante	Sub código
Belarus	BELA
Zetor	ZETR
Veneminsk	VNMK
Jhon Deere	JODR
Ford	FORD
Caterpillar	CATR
Massey Ferguson	MFER
Laverda	LAVR

❖ Sub código de productividad: este será aplicado solamente a los equipos, será de carácter alfanumérico, teniendo 3 dígitos numéricos los cuales identificarán los valores de producción, como lo son la cantidad de discos, la cantidad de hilos, la cantidad de metros entre otros, además de tener un carácter alfabético, el cual identificará la unidad de medida de la producción, este puede ser visto en la siguiente tabla

Sub código	Productividad	Sub código	Productividad
004H	4 Hilos	035X	35Hp
006H	6 Hilos	020X	20Hp
009H	9 Hilos	015X	15Hp
006P	6 Puntas	002M	2 m
009M	9 m3	003M	3 m
001P	1 Paso	006M	6 m
001C	1 Cuchilla	028D	28 discos
002C	2 Cuchillas	020D	20 discos
110L	1100L	018D	18 discos
250L	2500L	01CR	1 Circulo de riego
150X	150Hp		

❖ Sub código de modelo: este será aplicado solamente a las maquinarias, será un valor alfanumérico comprendido por los 4 dígitos más resaltantes del modelo de la maquinaria, este puede ser visto en la siguiente tabla

Sub Código	Modelo	Sub Código	Modelo
1021	1021	4400	4400
6211	6211	1320	1320
1523	1523	VM89	VM89
VM62	VM62	V130	VM130
4240	4240	6710	6710
1220	1220	6068	6068T
7610	7610	924F	924F
1221	1221	950K	950K
6600	6600	544K	544K
5650	5650 CCH	D5SC	D5 SERIE C

❖ Sub código requerimiento: este será aplicado solamente a los equipos, permitirá identificar qué equipo requiere de una maquinaria en específico para funcionar, estará designada por el sub código nombre de la maquinaria que requieran para ser operadas

❖ Sub código de cantidad: este será numérico, se utiliza para identificar la maquinaria y equipos en los casos en donde existan los mismos modelos de forma repetida y del mismo productor, está formado por 2 caracteres numéricos, comenzando desde el 01 hasta el 99

Teniendo ya los sub códigos se procede a elaborar el inventario codificado el cual puede ser observado en la siguiente tabla.

Tabla A-1 inventario de equipos y maquinaria codificados. (Elaboración propia, 2019)

Núm.	Maquinaria y equipos	Código
1	Sembradora de 4 hilos	AA-SEM-004H-TRAC-01
2	Asperjadora de 1100 L	AA-ASP-110L-TRAC-01
3	Reabonadora de 4 hilos	AA-REA-004H-TRAC-01
4	Tractor Belarus 1021	AA-TRA-BELA-1021-01
5	Tractor Zetor 6211	AA-TRA-ZETR-6211-01
6	Subsolador de 6 puntas	AB-SUB-006P-TRAC-01
7	Sembradora de 9 hilos,	AB-SEM-009H-TRAC-01
8	Rotativas de 2 cuchillas	AB-ROT-002C-TRAC-01
9	Rotativas de 2 cuchillas	AB-ROT-002C-TRAC-02
10	Asperjadora de 1100 L	AB-ASP-110L-TRAC-01
11	Asperjadora de 1100 L	AB-ASP-110L-TRAC-02
12	Reabonadora de 4 hilos	AB-REA-004H-TRAC-01
13	Reabonadora de 4 hilos	AB-REA-004H-TRAC-02
14	Cosechadora Massey Ferguson 5650	AB-COS-MFER-5650-01
15	Tractor Belarus 1523	AB-TRA-BELA-1523-01
16	Tractor Belarus 1523	AB-TRA-BELA-1523-02
17	Tractor Veneminsk VM62	AB-TRA-VNMK-VM62-01
18	Tractor Veneminsk VM62	AB-TRA-VNMK-VM62-02
19	Bazuca de 6 m	AB-BAZ-006M-NING-01
20	Subsolador de 6 puntas	AC-SUB-006P-TRAC-01
21	Sembradora de 6 hilos	AC-SEM-006H-TRAC-01
22	Sembradora de 6 hilos	AC-SEM-006H-TRAC-02
23	Vagón de descargue de 9m3	AC-VAG-009M-TRAC-01
24	Vagón de descargue de 9m3	AC-VAG-009M-TRAC-02
25	Picadora	AC-PIC-001P-TRAC-01
26	rotativa simple	AC-ROT-001C-TRAC-01
27	Asperjadora de 1100 L	AC-ASP-110L-TRAC-01
28	motobomba de 35hp	AC-MOT-035X-NING-01
29	motobomba de 35hp	AC-MOT-035X-NING-02
30	encaladora de 3 m	AC-ENC-003M-TRAC-01
31	rastras de 28 discos	AC-RAS-028D-TRAC-01
32	rastras de 28 discos	AC-RAS-028D-TRAC-02
33	rastras de 28 discos	AC-RAS-028D-TRAC-03
34	rastras de 28 discos	AC-RAS-028D-TRAC-04
35	Reabonadora de 6 hilos	AC-REA-006H-TRAC-01
36	Reabonadora de 6 hilos	AC-REA-006H-TRAC-02
37	Bazuca de 6m	AC-BAZ-006M-NING-01

Continuación de la tabla A-1

Núm.	Maquinaria y equipos	Código
38	Cosechadora Massey Ferguson 5650	AC-CSH-MFER-5650-01
39	Tractor John Deere 4240	AC-TRA-JODR-4240-01
40	Tractor Belarus 1222	AC-TRA-BELA-1222-01
41	Tractor Belarus 1222	AC-TRA-BELA-1222-02
42	Tractor Ford 7610	AC-TRA-FORD-7610-01
43	Tractor Ford 7610	AC-TRA-FORD-7610-02
44	Picadora	AD-PIC-001P-TRAC-01
45	Rotativa de 2 cuchillas	AD-ROT-002C-TRAC-01
46	Rotativa simple	AD-ROT-001C-TRAC-01
47	Rotativa simple	AD-ROT-001C-TRAC-02
48	Asperjadora de 1100 L	AD-ASP-110L-TRAC-01
49	Encaladora de 2 m	AD-ENC-002M-TRAC-01
50	Rastras de 18 discos	AD-RAS-018D-TRAC-01
51	Rastras de 18 discos	AD-RAS-018D-TRAC-02
52	Rastras de 18 discos	AD-RAS-018D-TRAC-03
53	Reabonadora de 4 hilos	AD-REA-004H-TRAC-01
54	Cañón de regado	AD-CAÑ-01CR-BOMB-01
55	Máquina de oruga Caterpillar D5 serie C	AD-ORU-CATR-D5SC-01
56	Tractor Belarus 1021	AD-TRA-BELA-1021-01
57	Tractor Belarus 1021	AD-TRA-BELA-1021-02
58	Tractor Belarus 1221	AD-TRA-BELA-1221-01
59	Tractor Belarus 1221	AD-TRA-BELA-1221-02
60	Tractor Veneminsk VM62	AD-TRA-VNMK-VM62-01
61	Payloader Caterpillar 924F	AD-PAY-CATR-924F-01
62	Payloader Caterpillar 924F	AD-PAY-CATR-924F-02
63	Payloader John Deere 544K	AD-PAY-JODR-544K-01
64	Motobomba de 15Hp	AE-MOT-015X-NING-01
65	Motobomba de 15Hp	AE-MOT-015X-NING-02
66	Bomba de Agua de 20Hp	AE-BOM-020X-NING-01
67	Tractor Ford 7610	AE-TRA-FORD-7610-01
68	Tractor Ford 7610	AE-TRA-FORD-7610-02
69	Tractor Zetor 6211	AE-TRA-ZETR-6211-01
70	Sembradora de 4 hilos	AF-SEM-004H-TRAC-01
71	Sembradora de 4 hilos	AF-SEM-004H-TRAC-02
72	Vagón de descargue de 9m3	AF-VAG-009M-NING-01
73	Picadora	AF-PIC-001P-TRAC-01
74	Asperjadora de 1100 L	AF-ASP-110L-TRAC-01

Continuación de la tabla A-1

Núm.	Maquinaria y equipos	Código
75	Motobomba de 35Hp	AF-MOT-035X-TRAC-01
76	Máquina de oruga Caterpillar D5 serie C	AF-ORU-CATR-D5SC-01
77	Tractor Belarus 1021	AF-TRA-BELA-1021-01
78	Tractor Belarus 1021	AF-TRA-BELA-1021-02
79	Tractor Ford 6600	AF-TRA-FORD-6600-01
80	Tractor John Deere 4240	AF-TRA-JODR-4240-01
81	Tractor Veneminsk VM89	AF-TRA-VNMK-VM89-01
82	Payloader Caterpillar 966	AF-PAY-CATR-966C-01
83	Rotativas simples	AG-ROT-001C-TRAC-01
84	Rotativas simples	AG-ROT-001C-TRAC-02
85	Asperjadora de 1100 L	AG-ASP-110L-TRAC-01
86	Rastra de 20 Discos	AG-RAS-020D-TRAC-01
87	Reabonadora de 4 hilos	AG-REA-004H-TRAC-01
88	Reabonadora de 4 hilos	AG-REA-004H-TRAC-02
89	Tractor Ford 6600	AG-TRA-FORD-6600-01
90	Tractor Belarus 1021	AG-TRA-BELA-1021-01
91	Tractor Zetor 6211	AG-TRA-ZETR-6211-01
92	Asperjadora de 1100 L	AH-ASP-110L-TRAC-01
93	Moto bomba de 15Hp	AH-MOT-015X-NING-01
94	Reabonadora de 4 hilos	AH-REA-004H-TRAC-01
95	Tractor Belarus 1021	AH-TRA-BELA-1021-01
96	Tractor Belarus 1021	AH-TRA-BELA-1021-02
97	Sembradora de 4 hilos	AI-SEM-004H-TRAC-01
98	Rotativa Simple	AI-ROT-001C-TRAC-01
99	Asperjadora de 1100 L	AI-ASP-110L-TRAC-01
100	Asperjadora de 1100 L	AI-ASP-110L-TRAC-02
101	Asperjadora de 1100 L	AI-ASP-110L-TRAC-03
102	Rastra de 18 discos.	AI-RAS-018D-TRAC-01
103	Rastra de 18 discos.	AI-RAS-018D-TRAC-02
104	Tractor Belarus 1221	AI-TRA-BELA-1221-01
105	Tractor Belarus 1221	AI-TRA-BELA-1221-02
106	Sembradora de 4 hilos	AJ-SEM-004H-TRAC-01
107	Rotativa Simple	AJ-ROT-001C-TRAC-01
108	Asperjadora de 1100 L	AJ-ASP-110L-TRAC-01
109	Asperjadora de 1100 L	AJ-ASP-110L-TRAC-02
110	Asperjadora de 1100 L	AJ-ASP-110L-TRAC-03
111	Rastra de 18 discos.	AJ-RAS-018D-TRAC-01

Continuación de la tabla A-1

Núm.	Maquinaria y equipos	Código
112	Rastra de 18 discos.	AJ-RAS-018D-TRAC-02
113	Tractor Belarus 1021	AJ-TRA-BELA-1021-01
114	Tractor Belarus 1021	AJ-TRA-BELA-1021-02
115	Asperjadora de 1100 L	AK-ASP-110L-TRAC-01
116	Motobomba de 20Hp	AK-MOT-020X-NING-01
117	Motobomba de 20Hp	AK-MOT-020X-NING-02
118	Rastra de 18 discos	AK-RAS-018D-TRAC-01
119	Reabonadora de 4 hilos	AK-REA-004H-TRAC-01
120	Tractor Belarus 1222	AK-TRA-BELA-1222-01
121	Asperjadora de 1100 L	AL-ASP-110L-TRAC-01
122	Rastra de 18 discos	AL-RAS-018D-TRAC-01
123	Reabonadora de 4 hilos	AL-REA-004H-TRAC-01
124	Cosechadora John Deere 4400	AL-COS-JODR-4400-01
125	Tractor Veneminsk VM89	AL-TRA-VNMK-VM89-01
126	Tractor Veneminsk VM89	AL-TRA-VNMK-VM89-02
127	Sembradora de 6 hilos	AM-SEM-006H-TRAC-01
128	Sembradora de 6 hilos	AM-SEM-006H-TRAC-02
129	Rotativa Simple	AM-ROT-001C-TRAC-01
130	Asperjadora de 1100 L	AM-ASP-110L-TRAC-01
131	Reabonadora de 4 hilos	AM-REA-004H-TRAC-01
132	Reabonadora de 4 hilos	AM-REA-004H-TRAC-02
133	Bazuca de 6 m	AM-BAZ-006M-NING-01
134	Cosechadora Laverda 1320	AM-COS-LAVR-1320-01
135	Tractor Veneminsk VM89	AM-TRA-VNMK-VM89-01
136	Tractor Veneminsk VM89	AM-TRA-VNMK-VM89-02
137	Tractor Veneminsk VM89	AM-TRA-VNMK-VM89-03
138	Sembradora de 6 hilos	AN-SEM-006H-TRAC-01
139	Sembradora de 6 hilos	AN-SEM-006H-TRAC-02
140	Sembradora de 6 hilos	AN-SEM-006H-TRAC-03
141	Asperjadora de 1100 L	AN-ASP-110L-TRAC-01
142	Asperjadora de 1100 L	AN-ASP-110L-TRAC-02
143	Rastra de 18 discos	AN-RAS-018D-TRAC-01
144	Rastra de 18 discos	AN-RAS-018D-TRAC-02
145	Rastra de 18 discos	AN-RAS-018D-TRAC-03
146	Cosechadora John Deere 4400	AN-COS-JODR-4400-01
147	Cosechadora Massey Ferguson 5650	AN-COS-MFER-5650-01
148	Cosechadora Massey Ferguson 5650	AN-COS-MFER-5650-02

Continuación de la tabla A-1

Núm.	Maquinaria y equipos	Código
149	Sembradora de 4 hilos	AO-SEM-004H-TRAC-01
150	Sembradora de 4 hilos	AO-SEM-004H-TRAC-02
151	Rotativa simple	AO-ROT-001C-TRAC-01
152	Rotativa simple	AO-ROT-001C-TRAC-02
153	Asperjadora de 1100 L	AO-ASP-110L-TRAC-01
154	Asperjadora de 1100 L	AO-ASP-110L-TRAC-02
155	Rastra de 18 discos	AO-RAS-018D-TRAC-01
156	Rastra de 18 discos	AO-RAS-018D-TRAC-02
157	Rastra de 18 discos	AO-RAS-018D-TRAC-03
158	Rastra de 18 discos	AO-RAS-018D-TRAC-04
159	Reabonadora de 4 hilos	AO-REA-004H-TRAC-01
160	Reabonadora de 4 hilos	AO-REA-004H-TRAC-02
161	Cañón de riego	AO-CAN-01CR-MOTB-01
162	Bazuca de 6 m	AO-BAZ-006M-NING-01
163	Bazuca de 6 m	AO-BAZ-006M-NING-02
164	Bazuca de 6 m	AO-BAZ-006M-NING-03
165	Cosechadora Massey Ferguson 5650	AO-COS-MFER-5650-01
166	Tractor Jhon Deere 4240	AO-TRA-JODR-4240-01
167	Tractor Belarus 1222	AO-TRA-BELA-1222-01
168	Tractor Belarus 1222	AO-TRA-BELA-1222-02
169	Tractor Belarus 1021	AO-TRA-BELA-1021-01
170	Tractor Belarus 1021	AO-TRA-BELA-1021-02
171	Tractor Ford 7610	AO-TRA-FORD-7610-01
172	Tractor Ford 7610	AO-TRA-FORD-7610-02
173	Sembradora de 4 hilos	AP-SEM-004H-TRAC-01
174	Rotativa simple	AP-ROT-001C-TRAC-01
175	Asperjadora de 1100 L	AP-ASP-110L-TRAC-01
176	Motobomba de 20Hp	AP-MOT-020X-NING-01
177	Reabonadora de 4 hilos	AP-REA-004H-TRAC-01
178	Bazuca de 6 m	AP-BAZ-006M-NING-01
179	Cosechadora Laverda 1320	AP-COS-LAVR-1320-01
180	Tractor Veneminsk VM62	AP-TRA-VNMK-VM62-01
181	Rotativa simple	AQ-ROT-001C-TRAC-01
182	Rotativa simple	AQ-ROT-001C-TRAC-02
183	Asperjadora de 1100 L	AQ-ASP-110L-TRAC-01
184	Asperjadora de 1100 L	AQ-ASP-110L-TRAC-02
185	Asperjadora de 1100 L	AQ-ASP-110L-TRAC-03

Continuación de la tabla A-1

Núm.	Maquinaria y equipos	Código
186	Motobomba de 30 Hp	AQ-MOT-030X-NING-01
187	Motobomba de 30 Hp	AQ-MOT-030X-NING-02
188	Motobomba de 30 Hp	AQ-MOT-030X-NING-03
189	Rastra de 18 discos	AQ-RAS-018D-TRAC-01
190	Rastra de 18 discos	AQ-RAS-018D-TRAC-02
191	Rastra de 18 discos	AQ-RAS-018D-TRAC-03
192	Reabonadora de 4 hilos	AQ-REA-004H-TRAC-01
193	Reabonadora de 4 hilos	AQ-REA-004H-TRAC-02
194	Tractor Belarus 1222	AQ-TRA-BELA-1222-01
195	Tractor Belarus 1222	AQ-TRA-BELA-1222-02
196	Tractor Belarus 1222	AQ-TRA-BELA-1222-03
197	Asperjadora de 1100 L	AR-ASP-110L-TRAC-01
198	Rastra de 20 discos	AR-RAS-020D-TRAC-01
199	Motobomba 20 HP	AR-MOT-020X-NING-01
200	Reabonadora de 4 hilos.	AR-REA-004H-TRAC-01
201	Tractor Belarus 1021	AR-TRA-BELA-1021-01
202	Rotativa Simple	AS-ROT-001C-TRAC-01
203	Rotativa Simple	AS-ROT-001C-TRAC-02
204	Rastra de 18 discos	AS-RAS-018D-TRAC-01
205	Rastra de 18 discos	AS-RAS-018D-TRAC-02
206	Reabonadora de 4 hilos.	AS-REA-004H-TRAC-01
207	Máquina de oruga Caterpillar D5 serie C	AS-ORU-CATR-D5SC-01
208	Tractor Veneminsk VM62	AS-TRA-VNMK-VM62-01
209	Tractor Veneminsk VM62	AS-TRA-VNMK-VM62-02
210	Sembradora de 6 hilos	AT-SEM-006H-TRAC-01
211	Asperjadora de 1100 L	AT-ASP-110L-TRAC-01
212	Motobomba de 20 Hp	AT-MOT-020X-NING-01
213	Encaladora de 6 m	AT-ENC-006M-TRAC-01
214	Rastra de 28 discos	AT-RAS-028D-TRAC-01
215	Cosechadora Massey Ferguson 5650	AT-COS-MFER-5650-01
216	Cosechadora Massey Ferguson 5650	AT-COS-MFER-5650-02
217	Cosechadora Massey Ferguson 5650	AT-COS-MFER-5650-03
218	Sembradora de 6 hilos	AU-SEM-006H-TRAC-01
219	Sembradora de 6 hilos	AU-SEM-006H-TRAC-02
220	Asperjadora de 1100 L	AU-ASP-110L-TRAC-02
221	Rastra de 18 discos.	AU-RAS-018D-TRAC-01
222	Rastra de 18 discos.	AU-RAS-018D-TRAC-02

Continuación de la tabla A-1

Núm.	Maquinaria y equipos	Código
223	Tractor Veneminsk VM130	AU-TRA-VNMK-V130-01
224	Tractor Veneminsk VM130	AU-TRA-VNMK-V130-02
225	Sembradora de 6 hilos	AV-SEM-006H-TRAC-01
226	Sembradora de 6 hilos	AV-SEM-006H-TRAC-02
227	Rotativa simple	AV-ROT-001C-TRAC-01
228	Asperjadora de 1100 L	AV-ASP-110L-TRAC-01
229	Asperjadora de 1100 L	AV-ASP-110L-TRAC-02
230	Rastra de 18 discos	AV-RAS-018D-TRAC-01
231	Rastra de 18 discos	AV-RAS-018D-TRAC-02
232	Rastra de 18 discos	AV-RAS-018D-TRAC-03
233	Bazuca de 6m	AV-BAZ-006M-NING-01
234	Bazuca de 6m	AV-BAZ-006M-NING-02
235	Cosechadora John Deere 4400	AV-COS-JODR-4400-01
236	Cosechadora John Deere 4400	AV-COS-JODR-4400-02
237	Tractor Belarus 1222	AV-TRA-BELA-1222-01
238	Tractor Belarus 1222	AV-TRA-BELA-1222-02
239	Tractor Belarus 1021	AV-TRA-BELA-1021-01
240	Tractor Belarus 1021	AV-TRA-BELA-1021-02
241	Sembradora de 6 hilos	AW-SEM-006H-TRAC-01
242	Sembradora de 6 hilos	AW-SEM-006H-TRAC-02
243	Rotativa simple	AW-ROT-001C-TRAC-01
244	Asperjadora de 1100 L	AW-ASP-110L-TRAC-01
245	Asperjadora de 1100 L	AW-ASP-110L-TRAC-02
246	Rastra de 18 discos	AW-RAS-018D-TRAC-01
247	Rastra de 18 discos	AW-RAS-018D-TRAC-02
248	Rastra de 18 discos	AW-RAS-018D-TRAC-03
249	Bazuca de 6m	AW-BAZ-006M-NING-01
250	Bazuca de 6m	AW-BAZ-006M-NING-02
251	Cosechadora John Deere 4400	AW-COS-JODR-4400-01
252	Cosechadora John Deere 4400	AW-COS-JODR-4400-02
253	Tractor Belarus 1222	AW-TRA-BELA-1222-01
254	Tractor Belarus 1222	AW-TRA-BELA-1222-02
255	Tractor Belarus 1021	AW-TRA-BELA-1021-01
256	Tractor Belarus 1021	AW-TRA-BELA-1021-02
257	Sembradora de 6 hilos	AX-SEM-006H-TRAC-01
258	Asperjadora de 1100 L	AX-ASP-110L-TRAC-01
259	Motobomba de 20Hp	AX-MOT-020X-NING-01

Continuación de la tabla A-1

Núm.	Maquinaria y equipos	Código
260	Rastra de 18 discos	AX-RAS-018D-TRAC-01
261	Tractor John Deere 4240	AX-TRAC-JODR-4240-01
262	Tractor Ford 6710	AX-TRAC-FORD-6710-01
263	Tractor Ford 6710	AX-TRAC-FORD-6710-02
264	Sembradora de 9 hilos	AY-SEM-009H-TRAC-01
265	Sembradora de 9 hilos	AY-SEM-009H-TRAC-02
266	Sembradora de 9 hilos	AY-SEM-009H-TRAC-03
267	Rotativas de 2 cuchillas	AY-ROT-002C-TRAC-01
268	Rotativas de 2 cuchillas	AY-ROT-002C-TRAC-02
269	Asperjadora de 1100 L	AY-ASP-110L-TRAC-01
270	Asperjadora de 2500 L	AY-ASP-250L-TRAC-01
271	Asperjadora de 2500 L	AY-ASP-250L-TRAC-02
272	Motobomba de 150Hp	AY-MOT-150X-NING-01
273	Motobomba de 150Hp	AY-MOT-150X-NING-02
274	Rastra de 28 discos	AY-RAS-028D-TRAC-01
275	Rastra de 28 discos	AY-RAS-028D-TRAC-02
276	Rastra de 28 discos	AY-RAS-028D-TRAC-03
277	Reabonadora de 9 hilos	AY-REA-009H-TRAC-01
278	Reabonadora de 9 hilos	AY-REA-009H-TRAC-02
279	Cañón de riego	AY-CAN-01CR-NING-01
280	Bazuca de 6m	AY-BAZ-006M-NING-01
281	Bazuca de 6m	AY-BAZ-006M-NING-02
282	Bazuca de 6m	AY-BAZ-006M-NING-03
283	Cosechadora Massey Ferguson 5650	AY-COS-MFER-5650-01
284	Cosechadora Massey Ferguson 5650	AY-COS-MFER-5650-02
285	Cosechadora Massey Ferguson 5650	AY-COS-MFER-5650-03
286	Máquina de oruga Caterpillar D5 serie C	AY-ORU-CATR-D5SC-01
287	Tractor Ford 7610	AY-TRA-FORD-7610-01
288	Tractor Ford 6710	AY-TRA-FORD-6710-01
289	Tractor John Deere 6068T	AY-TRA-JODR-6068-01
290	Tractor John Deere 6068T	AY-TRA-JODR-6068-02
291	Tractor John Deere 6068T	AY-TRA-JODR-6068-03
292	Tractor John Deere 6068T	AY-TRA-JODR-6068-04
293	Tractor Belarus 1523	AY-TRA-BELA-1523-01
294	Tractor Belarus 1523	AY-TRA-BELA-1523-02
295	Tractor Belarus 1523	AY-TRA-BELA-1523-03

Este inventario codificado permite la fácil ubicación de la maquinaria y equipos, además de identificar por medio del código, al dueño el fabricante, productividad modelo y requerimiento.