

2018

PROPUESTA PARA DESARROLLAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MAQUINARIA AGRÍCOLA

ESCUDERO ALBORNOZ, FRANCISCO ANDRÉS

<https://hdl.handle.net/11673/45803>

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA

**PROPUESTA PARA DESARROLLAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA MAQUINARIA AGRÍCOLA**

Trabajo de titulación para optar al Título
Profesional de Ingeniería en Ejecución en
Mantenimiento Industrial

Alumno:

Francisco Andrés Escudero Albornoz

Profesor Guía:

Víctor Valdebenito Cartes

2018

AGRADECIMIENTOS

El inicio de todo proceso siempre es difícil, más aun el camino, la vida se encarga de poner obstáculos, barreras o cualquier elemento distractor que logre desviarte del sendero, si no cuentas con las fuerzas y la colaboración de más gente jamás se lograra completar cada tramo del camino.

Este trabajo representa otro tramo del camino que acaba, y parado en esta parte observando, pensando, analizando este periodo, solo me queda sentirme feliz y agradecido, la gente que me rodea son personas que siempre son soportes y aportes, que jamás se dan vencido con uno a pesar de que uno se rinda diez veces, ellos se aseguran de levantarte en cada ocasión, son capaces de caer, para levantárteme junto a ellos.

Parte importante y fundamental de la gente que me rodea es mi familia, mis hermanos Alejandro y Agustín, siempre dispuestos a colaborar, mi madre, margarita que además de estar siempre siendo un apoyo en lo anímico, fue una participe activa en el proceso de este trabajo, ayudando a recopilar información, una vez más muestra que ella jamás desaparecerá, y hará lo que sea por su familia.

La gente que me rodea no solo es mi familia, ya con 30 años, hay gente que he conocido y con el tiempo se han quedado, han sido un gran aporte, sufren cuando uno se encuentra en esos malos y prolongados momentos y están felices y orgullosos cuando uno está en esos pequeños momentos de paz, felicidad, conformidad con uno mismo, esos son los amigos, los hermanos o hermanas que uno escoge, y que siempre junto a tu familia son tu cable a tierra, tu recordatorio que todo lo logrado no salió de la nada y no se logró solo. Se agradece por el tiempo y la paciencia, en especial a Cristian Zepeda, su ayuda incondicional fue fundamental para terminar el proceso anterior y comenzar en este último, sin su asesoría e insistencia, no hubiera comenzado esta nueva etapa que está finalizando.

Gracias a Dios, por rodearme de esta gente maravillosa, con un aguante gigante, me faltara vida ara devolverles todo lo que me han entregado y continúan apoyándome, otro tramo superado por su compañía y apoyo incondicional, muchas gracias.

RESUMEN

Keywords: Plan de Mantenimiento Preventivo; PMP.

El presente proyecto tiene por finalidad el de desarrollar y evaluar un PMP para la empresa de agricultura, y de esta forma disminuir los costos de mantenimiento que cada año la empresa posee.

La empresa de agricultura tiene sus instalaciones en Cumpeo, zona rural de la comuna de Rio Claro, región del Maule, Chile. Esta empresa lleva años en el rubro agrícola, y en el último periodo dedicado a los cultivos no tradicionales como el tabaco.

Los equipos y las máquinas son parte fundamental en la empresa, debido a sus intervenciones en las etapas de siembra y cosecha son esenciales para la culminación del producto final. Además, los equipos y máquinas logran que la empresa tenga ingresos adicionales por arrendar la mayoría de estos, esto provoca una exigencia para los equipos y máquinas.

Debido a la importancia de los equipos y máquinas en la empresa es fundamental tener un buen plan de mantenimiento, ya que además de actuar frente a las fallas que siempre presentan equipos y máquinas en este tipo de trabajos, se bajaran las detenciones no programadas de estos. Para esto se analizarán los procedimientos actuales y se propondrá un programa para un PMP.

Lo primero será analizar la empresa, su política de mantenimiento y procedimientos para tener una actualidad de lo que realiza la empresa frente a esta área, para luego evaluar como proceder con los equipos y máquinas y si es posible desarrollar un PMP para todos los equipos y máquinas o solo para un determinado grupo.

Además, se evaluará los costos de los procedimientos actuales y los beneficios para la empresa si se implementara el PMP.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....5

ÍNDICE DE TABLAS.....6

ÍNDICE DE GRÁFICOS.....7

SIGLA Y SIMBOLOGÍA.....7

INTRODUCCIÓN8

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES DEL TEMA9

1.1. OBJETIVO GENERAL.....10

1.2. OBJETIVO ESPECÍFIVOS.....10

1.3. METODOLOGIA.....10

1.4. ALCANCE.....11

1.5. JUSTIFICACIÓN12

1.6. MARCO TEÓRICO.....13

1.6.1. La agricultura.....13

1.6.2. Maquinaria, equipos y herramientas agrícolas.....14

1.6.3. La empresa.....16

CAPÍTULO 2: SITUACIÓN DE LA EMPRESA.....20

2.1. PERFIL DE LA EMPRESA21

2.2. MAQUINARIA ACTUAL DE LA EMPRESA.....23

2.2.1 Tractor Ford 500023

2.2.2 Tractor Massey Ferguson 1185S24

2.2.3 Tractor COMPACT Massey Ferguson MF290.....25

2.2.4 Grúa horquilla Toyota modelo NFJ1826

2.2.5 Nebulizador.....27

2.2.6 Motoniveladora RG 200b28

2.2.7 Enfardadora New Holland 57029

2.2.8 Desmalezadora.....30

2.3. PROBLEMAS HISTORICOS DE LAS MÁQUINAS30

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DE LA MAQUINARIA.....32

3.1. MAQUINARIA CONSIDERADA PARA EL DESARROLLO DE UN PMP 33

3.2. ANALISIS DE LA MAQUINARIA QUE SE LE DASARROLLARA EL PMP34

3.2.1 Componentes del nebulizador.....34

3.2.2 Análisis de falla del nebulizador Parada.....35

3.2.3 Componentes del tractor.....37

Figura 3-2. Partes del tractor.	37
Figura 3-3. Variable método.	39
Figura 3-4. Variable medio ambiente.	41
Figura 3-5. Variable material.	42
Figura 3-6. Variable mano de obra.	43
Figura 3-7. Variable máquina.	44
Figura 3-8. Variable medida.	45
Figura 4-1. Información básica.	48
Figura 4-2. Características generales.	51
Figura 4-3. Información de mantenimiento.	52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Perfil de la empresa de agricultura.	21
Tabla 3-1. Tabla 3-1. Tabla 5 ¿por qué?	35
Tabla 3-2. Tabla 3-2. Fallas de la bomba.	36
Tabla 4-1. Elaboración de códigos de máquinas y equipos.	50
Tabla 4-2. Codificación de máquinas y equipos.	51
Tabla 4-3. Programa del PMP para el nebulizador.	53
Tabla 4-4. Programa del PMP para el tractor.	55
Tabla 5-1. Costo anual del mantenimiento correctivo para la empresa.	59
Tabla 5-2. Mantenimiento correctivo por falla del motor.	62
Tabla 5-3. Mantenimiento correctivo por falla del radiador.	62
Tabla 5-4. Mantenimiento correctivo por falla de la bomba del nebulizador.	62
Tabla 5-5. Costo anual del mantenimiento preventivo de la empresa.	64
Tabla 5-6. Mantenimiento preventivo del radiador del tractor.	65
Tabla 5-7. Mantenimiento preventivo del motor del tractor.	66
Tabla 5-8. Mantenimiento preventivo del nebulizador realizado con mecánico de la empresa Parada.	67
Tabla 5-9. Mantenimiento preventivo del nebulizador realizado con mecánico de la zona.	68

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 5-1. Mantenimiento correctivo anual.	61
Gráfico 5-2. Mantenimiento preventivo anual.	64
Gráfico 5-3. Mantenimiento del radiador del tractor.	66
Gráfico 5-4. Mantenimiento preventivo del nebulizador con mecánico de la empresa parada.	67
Gráfico 5-5. Mantenimiento preventivo del nebulizador.	68
Gráfico 5-6. Gastos de mantenimiento.	69

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

SIGLAS

HH	: Horas hombre.
HP	: Caballos de fuerza.
SAG	: Servicio agrícola y ganadero.
\$	: Peso chileno

SIMBOLOGÍA

CC	: Centímetros cúbicos.
Hr	: Hora.
Kg	: Kilogramo.
Km	: Kilometro.
Lt	: Litro.
Nm	: Newton por metro.

INTRODUCCIÓN

El principal ingreso económico de la región del Maule es la agricultura, en donde destacan sus cultivos tradicionales como el trigo, el arroz y los porotos; además de las viñas, plantaciones de pino radiata, conservas, jugos, congelados y celulosa.

De los miles de agricultores que viven en la región del Maule destaca una empresa de agricultura de la zona de Cumpeo, Talca, continuando con la empresa familiar dedicada a la agricultura por más de 70 años.

Las últimas décadas han sufrido un fuerte decrecimiento el beneficio obtenido por los cultivos tradicionales, es por esto, la empresa de agricultura introdujo a sus productos el cultivo de tabaco, el cual se ha transformado en los últimos años el principal ingreso económico.

Sin embargo, los cultivos no son solo los principales ingresos, la empresa posee maquinaria que ayuda en todo el proceso de siembra y cosecha de sus productos, son esenciales para que el producto final este dentro de los estándares y tiempos esperados. Varias de estas máquinas son arrendadas a otros agricultores y pequeñas empresas que se dedican en su mayoría a los cultivos tradicionales y no poseen la maquinaria idónea para sus cultivos.

Las máquinas agricultoras de la empresa son parte imprescindible tanto para ella como para las empresas aledañas que arriendan su servicio, teniendo estas una gran carga de trabajo en los periodos de siembra y cultivo. Actualmente el mantenimiento que se realiza a estas es solo de carácter correctivo teniendo detenciones no programadas de forma constante.

Es por esto por lo que se desarrollara en conjunto con las áreas de mantención y producción un plan de mantenimiento, para así alargar el tiempo productivo de las máquinas y las demás áreas evitando interrupciones y costos asociados por mantenimientos correctivos.

Se analizará y desarrollara un PMP para la maquinaria agrícola de la empresa, y se evaluará los costos y beneficios del PMP.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES DEL TEMA

1. **ANTECEDENTES DEL TEMA**

A continuación, se describirá lo que busca este proyecto, como se desarrollara, su alcance y limitaciones, lo que respalda la necesidad de este trabajo. Además, se describirán conceptos, de esta forma se tendrá un mejor análisis de la empresa y su labor en el área agrícola.

Finalmente, se encontrara un pequeño análisis de la empresa y su proceso de producción y distribución de sus productos

1.1. **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar y desarrollar un PMP, para buscar un óptimo rendimiento de las maquinarias pertenecientes a la empresa agricultora.

1.2. **OBJETIVO ESPECÍFIVOS**

- Determinar la situación actual de la empresa sin este proyecto.
- Desarrollar un PMP para las máquinas agrícolas.
- Disminuir las detenciones no programadas de los equipos y máquinas de la empresa.
- Evaluar costos y beneficios del PMP si se implementara en la empresa.

1.3. **METODOLOGIA**

- Analizar y establecer un perfil de la empresa y sus procedimientos de mantención a través de entrevistas, observación y registros en terreno.

Debido a la precariedad en los registros de los procedimientos realizados, es necesario realizar investigación en terreno para tener una mayor claridad de la forma de ejecutar la mantención a las distintas máquinas y equipos de la empresa, considerando factores tales como, operación de la máquina, tipo de mantención, calidad de la ejecución, tiempo de solución de problemas etc., esto permitirá desarrollar un perfil cercano a la realidad de la empresa, y lograr un análisis del proyecto más completo

- Realizar un registro de las maquinarias agrícolas de la empresa y definir su función e importancia en el proceso de cultivo.

Es necesario tener un recuento de las máquinas agrícolas que posee esta empresa, el historial de estas y saber en qué etapa del cultivo interviene, de esta forma se tendrá una visión más clara de la necesidad de cada máquina y la actualidad de cada una.

- Definir cuál o cuáles pueden ser las máquinas que realmente pueden ser incorporadas en el desarrollo de un PMP según sus costos y beneficios. Debido a la carga que son sometidas y en algunos casos la antigüedad que posean se tendrá que acotar si es necesario a un determinado número de máquinas a las cuales se les realizara el PMP debido a que lo más importante para la empresa es obtener beneficios de estas máquinas, si los costos asociados al mantenimiento son muy grandes, la empresa no estará muy interesada en incorporar algo que no justifique su inversión.

- Analizar que determina el (los) fabricante(s) de la maquinaria agrícola que se le implementara el mantenimiento preventivo, según su modelo y desarrollar un PMP más idóneo según su estado.

Para cada máquina y modelo el fabricante determina ciertos procedimientos los cuales logran un funcionamiento óptimo para un cierto tiempo determinado. Como a la maquinaria agrícola de la empresa solo se le ha realizado mantenimiento correctivo, hay analizar el estado actual de estas y con lo que determina el fabricante y de esta forma determinar el PMP a seguir.

- Determinar si la incorporación del PMP lograra un beneficio en el periodo de desempeño de la maquinaria agrícola.

Lo más atractivo para una empresa es saber que beneficio obtendrá al invertir en cierto proyecto, en este caso, es necesario establecer si los costos del mantenimiento correctivo que se realiza actualmente y los tiempos asociados a este superan los costos del PMP que se propone.

1.4. ALCANCE

Al desarrollar un PMP, lo primero que se debe realizar es definir cuál o cuáles serán las máquinas agrícolas en las que se incorporara este tipo de mantenimiento y conocer su importancia en el proceso de producción o en este caso de cultivo, de esta forma se podrá enfatizar en lo necesario de mantener en óptimas condiciones la máquina involucrada ya que además de obtener una cierta cantidad de productos agrícolas, lograr cosecharlas y venderlas en los tiempos esperados por la empresa, provocan que la maquinaria en este tipo sea imprescindible. Lo más importante no solo es el desarrollo de este tipo de mantenimiento, si no la implementación, que la empresa tenga claro que la no incorporación de este PMP, concluirá en un estado crítico de la maquinaria, obteniendo una falla o avería de la cual la máquina no lograra volver a funcionar o los costos agregados a la reincorporación al proceso resultaran más elevados de los beneficios obtenidos.

La empresa actualmente solo realiza mantenimiento correctivo, cuya práctica lleva años, teniendo maquinaria en pésimo estado y la implementación de un PMP no cambiara el nivel de falla que posee, y solo lograría alargar algo más la vida de las máquinas, pero sin poder mejorar el estado actual de estas.

1.5. JUSTIFICACIÓN

La empresa de los años que lleva en funcionamiento posee máquinas que ayudan al desempeño de las labores agrícolas y lograr realizar las tareas de siembre y cosecha en los tiempos idóneos. Lamentablemente la nueva administración, además de heredar la empresa familiar también aprendió y continuó con la misma forma de trabajo y mantenimiento que sus padres, siendo la parte de mantenimiento la más crítica.

Entre 15000 y 18000 Hr se puede considerar la vida útil de un tractor, anualmente un tractor tiene un uso de 1000 Hr aproximadas, es decir, hablando en cantidad de años, un tractor promedio tendría una vida útil entre 15 a 18 años trabajando no más 1000 Hr anuales. En los últimos 20 años 3 tractores ha cambiado la empresa, debido a que su regreso operacional resultaba un gasto significativamente mayor a Lo futuros beneficios obtenidos, estos en general superaban las 1200 horas anuales de trabajo, y solo les realizaba mantenimiento correctivo, los problemas más comunes eran con el sistema hidráulico, caja de cambios, embriague.

Las fallas en general dejan la máquina parada 1 a 2 días, y más de una vez han sido de 1 a 2 semanas en espera de un repuesto. Esto no solo le afecta a su empresa, debido a qu la empresa arrienda maquinaria, y las fallas se han presentado en más de una vez en las empresas agrícolas que trabajan con estas máquinas, resultando que la empresa no solo solvente los gastos de mantención, también por los gastos perdidos por el operador de la maquinaria. Los problemas también los posee en sus otras maquinarias, como su fumigadora, sembradora, entre otras.

El proyecto tiene la finalidad de mostrar una nueva forma de ejercer el mantenimiento en la maquinaria agrícola, ya que con esto no solo lograra reducir los tiempos, también los gastos de mantenimiento, y como efecto secundario, potenciar la empresa en el servicio de arriendo, resultando en una mejor calidad y prestigio para esta.

1.6. MARCO TEÓRICO

1.6.1. La agricultura

La agricultura es el resultado de la suma de conocimientos y saberes para cultivar la tierra y la parte del sector primario que se dedica a ello. En ella se incluyen los diferentes trabajos de tratamiento del suelo y los cultivos de vegetales, conocidos como los cultivos tradicionales. Esta actividad comprende todo un conjunto de acciones humanas que transforma el medio ambiente natural.

Esta actividad se puede dividir en diferentes tipos:

1. Según la dependencia de agua:

- Secano: es la agricultura producida sin aporte de agua por parte del mismo agricultor. Nutriéndose el suelo de la lluvia o aguas subterráneas.
- Regadío: se produce con el aporte de agua por parte del agricultor, mediante el suministro que se capta de cauces superficiales naturales o artificiales, o mediante la extracción de aguas subterráneas de los pozos.

2. Según la cantidad de la producción:

- Agricultura de subsistencia: Consiste en la producción de la cantidad mínima de comida necesaria para cubrir las necesidades del agricultor y su familia, sin apenas excedentes que comercializar. El nivel técnico es primitivo.
- Agricultura industrial: Se producen grandes cantidades, utilizando costosos medios de producción, para obtener excedentes y comercializarlos. Típica de países industrializados, de los países en vías de desarrollo y del sector internacionalizado de los países más pobres. El nivel técnico es de orden tecnológico. También puede definirse como Agricultura de mercado.

3. Según cuanto se quiera obtener, si el máximo rendimiento o la mínima utilización de otros medios de producción, lo que determinará un mayor o menor efecto ecológico:

- Agricultura intensiva: busca una producción grande en poco espacio. Conlleva un mayor desgaste del sitio. Propia de los países industrializados.
- Agricultura extensiva: depende de una mayor superficie, es decir, provoca menor presión sobre el lugar y sus relaciones ecológicas, aunque sus beneficios comerciales suelen ser menores.

4. Según su procedimiento y objetivos:

- Agricultura tradicional: utiliza los sistemas típicos de un lugar, que han configurado la cultura de este, en periodos más o menos prolongados.
- Agricultura industrial: basada sobre todo en sistemas intensivos, está enfocada a producir grandes cantidades de alimentos en menos tiempo y espacio, lo que provoca un mayor desgaste ecológico y está dirigida a mover grandes beneficios comerciales.
- Agricultura orgánica, biológica o ecológica: crean diversos sistemas de producción que respeten las características ecológicas de los lugares y geobiológicas de los suelos, procurando respetar las estaciones y las distribuciones naturales de las especies vegetales, fomentando la fertilidad del suelo.
- Agricultura natural: se recogen los productos producidos sin la intervención humana y se consumen.

1.6.2. Maquinaria, equipos y herramientas agrícolas.

Las maquinarias son elementos que se utilizan para dirigir la acción realizada por las fuerzas de trabajo a base de energía; por su parte en el campo agrícola, los mecanismos a motor que se emplean en estas labores aligeran la producción y mejoran las técnicas de cultivo. Entre las máquinas agrícolas más utilizadas en las labores del campo se mencionan:

- a) Tractor: es una máquina agrícola muy útil, con ruedas o cadenas diseñadas para moverse con facilidad en el terreno y potencia de tracción que permite realizar grandes tareas agrícolas, aun en terrenos encharcados. Tiene dos pedales de freno y está acondicionando para tirar las rastras. Hay dos tipos de tractores: el de oruga, de gran estabilidad y fuerza, y el de ruedas, capaz de desplazarse hasta por carreteras; posee mayor velocidad que el de oruga.
- b) Motocultor o tractor de un solo eje: es una máquina agrícola de un solo eje, dirigible por manceras por un conductor que marche a pie, suele tener mediana potencia. Es la maquinaria ideal para parcelas pequeñas o minifundios. La fuerza del motor es bastante reducida (motores monocilíndricos de gasolina o diésel de unos 200 cc en promedio) pero queda compensada por la escasa velocidad, lo que le da una gran potencia. Aunque también puede emplearse en parcelas relativamente grandes con un asiento para el conductor, su empleo ha venido siendo sustituido parcialmente por los tractores más grandes, esenciales en las labores de

integración parcelaria, por lo que su uso ha venido limitándose cada vez más para las labores hortícolas, en jardinería y de ornamento en las parcelas minifundistas. Los implementos del motocultor pueden variar desde las cosechadoras, sembradoras, fumigadoras, transporte y hasta toma de fuerza para bombas de riego y otros fines. Seguirá siendo esencial en las parcelas en los terrenos bastante desnivelados y fragmentados por el relieve.

c) Cosechadora o segadora-trilladora: es una máquina agrícola de motor potente, peine cortador para cortar las plantas maduras de cereales y un largo rastrillo que va delante de la máquina y gira sobre un eje horizontal.

Los equipos agrícolas son un grupo de aparatos diseñados para abrir surcos en la tierra, desmenuzar, fumigar y fertilizar en el suelo. Los más comunes utilizados en esta actividad son:

a) Arado: es un equipo agrícola diseñado para abrir surcos en la tierra, está compuesto por una cuchilla, reja, vertedera, talón, cama, timón y manceras, las cuales sirven para cortar y nivelar la tierra, sostener las piezas del arado, fijar el tiro y servir de empuñadura. Existen diversos tipos de arados, pero los más conocidos son:

- Arado de vertedera, formado por la reja, cuchillas y la vertedera.
- Arado de discos: formado por discos cóncavos para abrir surcos profundos.
- Arado superficial, para remover la capa superior del suelo.
- Arado de subsuelo, para remover la tierra a profundidad.

b) Rastra: es un equipo agrícola diseñado para desmenuzar las partes o porciones de tierra que han sido removidas por el arado; están compuestas por un armazón que pueden ser de madera y metal, los dientes y el enganche que la une al tractor.

c) Fumigadora: es un equipo agrícola diseñado para fumigar; está compuesta por un depósito de líquido, bomba de presión, tapa, boca, tanque y válvula de presión, correas, manguera, llave y la boquilla por donde sale el líquido para fumigar, sea insecticida, fungicida o herbicida. La fumigadora manual se coloca en la espalda del rociador y este lleva colocada en la boca y nariz una mascarilla especial para evitar que los fuertes olores despedidos por la sustancia que expelle la fumigadora le hagan daño.

d) Sembradora de siembra directa: es un equipo para colocar las semillas sobre la superficie de siembra, sin laboreo previo.

- e) Abonadora: es un equipo agrícola diseñado para distribuir fertilizantes; está compuesta por tres partes principales: la tolva o depósito del abono, el tubo de caída del fertilizante y el distribuidor del fertilizante.
- f) Enfardadora: es un equipo agrícola diseñado para empaquetar o empacar la paja de los cereales u otras plantas herbáceas forrajeras en fardos.

Las herramientas agrícolas son instrumentos que se utilizan para labrar la tierra, cargar arena, deshierbar, remover la tierra, abrir zanjas, transportar abono o material, etc. Son muchas y muy variadas las herramientas agrícolas, entre las que se mencionan:

- a) Barretones: son palancas de acero terminadas en hoja plana y semi plana del mismo metal, mango de mediana longitud.
- b) Carretillas: son cargos pequeños que tienen una rueda y sirven para cargar y descargar material agrícola, sea arena, tierra, abonos.
- c) Escardillas: son herramientas con extremo en forma de pala, es de metal con un borde inferior de filo cortante, sirve para remover la tierra.
- d) Machetes: son herramientas diseñadas para cortar, tienen una hoja de acero larga y afilada, unida a un mango de madera.
- e) Palas: son láminas de metal, preferiblemente acero, que se usan para labrar la tierra, pueden ser de punta o de forma ancha, tienen borde inferior con filo cortante y mango largo de madera terminado en un asa de metal.
- f) Picos: son instrumentos compuestos de una parte de acero cuyos extremos terminan en forma de pala rectangular, por un lado, y por la tierra en forma vertical, tiene una pala rectangular con borde inferior de filo y mango de madera o metal.
- g) Rastrillos: diseñados para cubrir o rastrillar semillas, tienen una parte horizontal de metal y formada por dientes delgados o gruesos según el uso.
- h) Regaderas: son envases de metal con depósito para agua, con un tubo que termina en una pieza redonda con muchos agujeros pequeños, sirve para regar plantas.
- i) Trasplantadora: son pequeñas palas de metal en forma de cuchara pequeña, de bordes afilados y mango de madera. Sirven para sacar semillas.

1.6.3. La empresa.

La empresa se define según los criterios de la agricultura, con sistema de regadío para sus productos. Por la magnitud y su relación con el mercado la agricultura de la empresa es del tipo industrial, pero por los cuidados y precauciones lo deja para esta actividad como extensiva.

Como la empresa comercializa todos los productos y sus métodos de producción lo colocan en la categoría de agricultura industrial, esta empresa también se preocupa de la superficie luego de 5 o 7 años, dependiendo de las variables medioambientales, repose y pueda proveerse de nutrientes y minerales necesarios de esta forma, el cultivo y cosecha de productos estén dentro de los estándares de calidad de exportación. El método que utiliza esta empresa para el reposo y renovación de la superficie es sembrar césped y trébol, el cual dejan crecer para luego cortar, esto se realiza por un periodo de 2 a 3 años, el cual es suficiente para que el terreno descanse y vuelva a ser una superficie idónea para el cultivo.

Antes de que la superficie entre en el periodo de renovación, la empresa ya tiene otro terreno que será el reemplazo, esta es una superficie que termino su periodo de renovación o simplemente es un terreno recientemente adquirido. De esta forma, la empresa no baja su producción y continua con productos de calidad, además la superficie que está en reposo está produciendo alimento para animales, esto es debido a que el césped y el trébol se deja crecer hasta un cierto tiempo para luego cortarlo y con la ayuda de la enfardadora se recolecte y quede en forma de fardos. Una parte de los fardos son de consumo de los animales de la empresa y el resto se vende a empresas aledañas.

La empresa agricultora, es un proveedor de materia prima para distintos organismos, en el caso de los cultivos de tabaco, provee a una gran tabaquera nacional, también tiene productos como frutos y vegetales, tales como: manzanas, cerezos, frutillas, moras, frambuesas, espárragos, papas, arroz, trigo, entre otros. La variedad de los productos entregados por la empresa provoca que tenga un amplio rango de clientes, los cuales son los encargados de distribuir el producto ya sea exportándolo o en el mercado nacional, como supermercados, fabricas nacionales o por último mercados locales como ferias.

Los productos cuando son entregados a los clientes, que la mayoría son empresas nacionales que exportan, a diferentes países, según los tratados de comercio exterior y políticas de exportación. El proceso que se realiza para escoger si el producto se exporta o queda en el mercado nacional es muy estricto, los criterios de calidad, se evalúa cosas como; el color, tamaño, peso, defectos, entre otros.

Al no estar entre los estándares de calidad obligatorios para la exportación, el producto se queda en el mercado nacional y el beneficio adquirido decrece el de estos productos, y la ganancia varía dependiendo a donde se distribuirá, ya sean supermercados o industrias que lo utilizan como materia prima.

Al ser aprobados para ingresar a las grandes exportadoras nacionales, el valor de los productos es estándar, pero considerablemente más elevado que el valor impuesto

por el mercado nacional, debido a que las empresas exportadoras venden estos productos a otros países ya sea como materia como por ejemplo para jugo, mermelada, etc., o como alimento derechamente y esta debe estar sin alteraciones.

Todo esto traduce a la empresa de agricultura de Cumpeo en un gran referente de la agricultura nacional.

En la Figura 1-1 se tiene el proceso de los productos de la empresa:

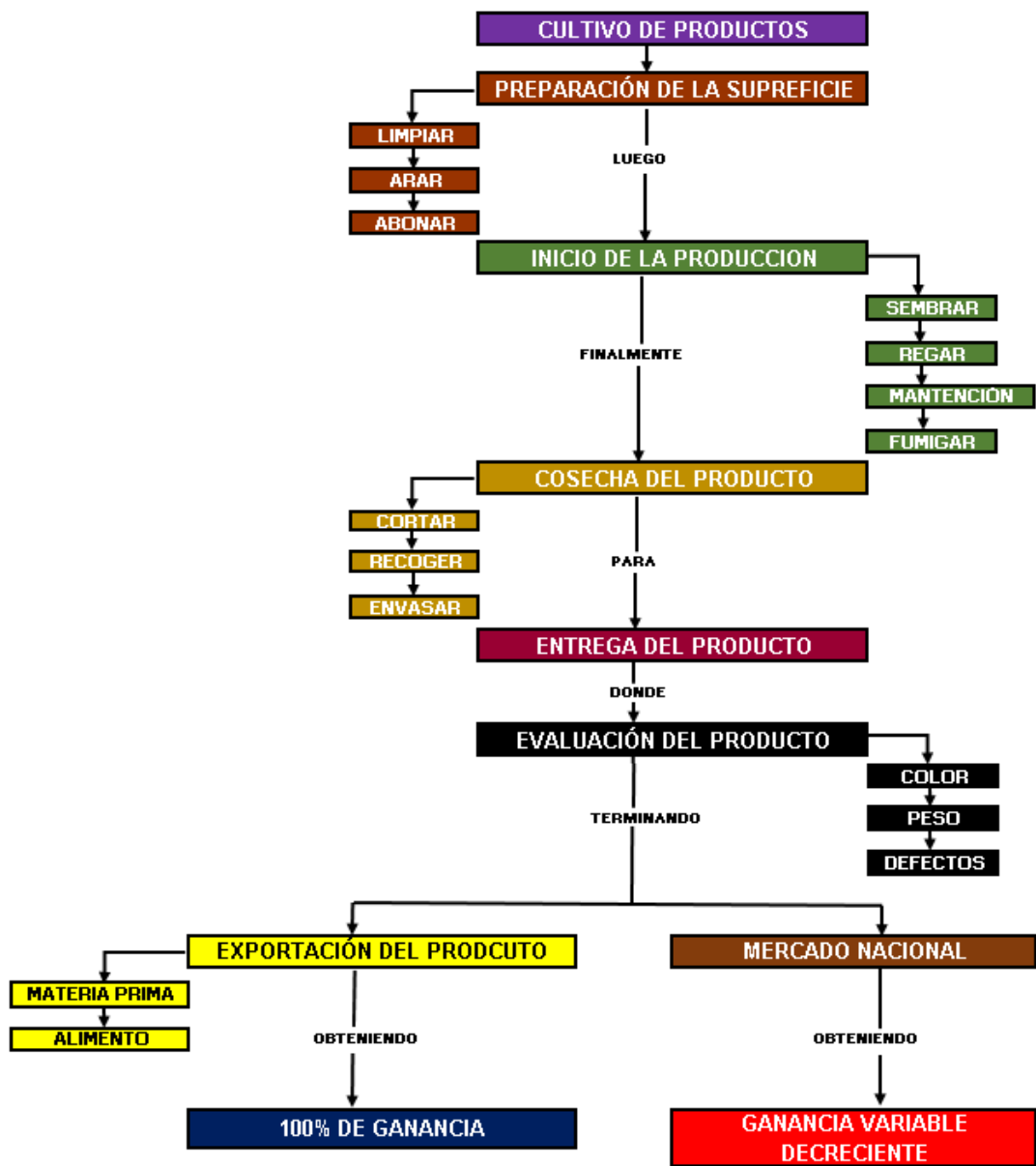


Figura 1-1. Diagrama de procesos de los productos agrícolas.

Fuente: Diagrama de proceso de producción y distribución de los productos agrícolas - Elaboración propia.

Para todo el proceso descrito en la Figura 1-1, la empresa de agricultura, requiere contratar personal, los cuales trabajan con un sistema de contrata, es decir, la mayoría de los recursos humanos que se desempeñan en esta empresa son trabajadores por temporada o trabajadores de temporada, estos se desempeñan en relación de la dependencia de un empleador cuando sus servicios son requeridos, y solamente para cubrir necesidades del empresario que ocurren o se incrementan en determinadas épocas del año, en razón de la naturaleza de la actividad

Además del personal de temporada, la empresa ha adquirido en el transcurso de los años diferentes herramientas, equipos y máquinas, que ayudan a arrastrar, desmenuzar o remover la tierra donde se cultivaran los productos, también en la limpieza, siembra, etc., son parte fundamental del proceso de producción.

La cantidad y variedad que ha adquirido, en el caso de las máquinas y equipos, permite que la empresa pueda aumentar sus ingresos a través del sistema de arriendo. En las cercanías de la empresa se encuentran otros trabajadores y agricultores que los beneficios adquiridos por sus cultivos no les permite la adquisición de alguna máquina o equipo y optan por arrendar.

Para toda esta maquinaria la empresa realiza mantenimiento según aparezca la falla o la detención de la máquina o el equipo, esta forma de mantenimiento se realizaba en la administración anterior y la nueva siguió con los mismos métodos.

La empresa a pesar de ser un gran proveedor de productos para empresas exportadoras tiene métodos anticuados y en el área del mantenimiento, no es muy diferente, los procedimientos son precarios, no existe un sistema de control, tampoco hay una gestión del mantenimiento, la documentación de las máquinas y equipos es escasa o nula en la mayoría de los casos.

CAPÍTULO 2: SITUACIÓN DE LA EMPRESA

2. SITUACIÓN DE LA EMPRESA

En el siguiente capítulo se desarrollara un análisis de la empresa de agricultura, para saber la realidad de su ejecución, especialmente en el área de mantenimiento, y además se realizar un registro y una pequeña reseña de las maquinarias que posee en la actualidad la empresa de agricultura para desempeñar sus labores.

2.1. PERFIL DE LA EMPRESA

En este estudio se analizó ciertos puntos los cuales se consideran requisitos mínimos para óptima gestión y ejecución del mantenimiento. Para elaborar el análisis se entrevistó y observo al personal que trabaja de forma temporal y de forma indefinida en la empresa. La mayoría de los trabajadores que ejecuta los procedimientos trabajan temporalmente para la empresa, es por esto que es importante tener en consideración sus procedimientos.

En la Tabla 2-1, se tiene el perfil que arrojó el análisis de la empresa en terreno:

PERFIL ACTUAL DEL MANTENIMIENTO				
		INSUFICIENTE	SUFICIENTE	BUENO
INFORMACIÓN TÉCNICA	Codificación de equipos	X		
	Catálogos	X		
	Lista de componentes	X		
	Cartillas de inspección y chequeo	X		
MANTENIMIENTO CORRECTIVO				
	Orden de trabajo	X		
	Programación de trabajos	X		
	Solicitudes de repuestos y materiales	X		
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Definición de repuestos críticos		X	
	Programación de paradas	X		
	Hojas de rutas	X		
PROCEDIMIENTOS	Planes de mantención	X		
	Asignación de responsabilidades		X	
ANTECEDENTES TÉCNICOS	Canales de comunicación	X		
	Asignación de tareas	X		
	Historiales de mantención correctiva	X		
	Historiales de consumos de repuestos	X		

	Control de daños y causas	X		
PERSONAL	Calidad	X		
	Experticia		X	
	Disponibilidad			X
	Capacitación	X		
OPERADORES	Experiencia		X	
	Entrenamiento continuo	X		
	Capacitación	X		
ADQUISICIONES	Políticas de reposición		X	
	Reposición de repuestos críticos	X		
FACILIDADES	Equipos de apoyo		X	
	Instrumentos y herramientas		X	
	Bodega en planta		X	

Tabla 2-1. Perfil de la empresa de agricultura

Fuente: Tabla resumen de información obtenida de visitas y entrevistas a la empresa de agricultura -
Elaboración propia.

La información técnica y los antecedentes de las maquinarias son realmente mínima, la empresa no ha codificado su maquinaria, tampoco ha realizado algún tipo de ficha técnica para su maquinaria, ni un control en su mantenimiento. La existencia de catálogos es casi nula debido principalmente a que la mayoría de las maquinas son compradas de segunda mano provocando y sus antiguos dueños no entregaron los catálogos debido a que ellos por motivos no especificados no poseían en el momento de la venta.

El mantenimiento no posee un orden ni una programación, solo con la experiencia de los trabajadores que llevan años en la empresa, tienen una noción de que repuestos necesitaran para seguir trabajando.

La empresa mayormente compra maquinaria de segunda mano, o con problemas que logren bajar el valor de estas, debido a que a las maquinarias con problemas como, por ejemplo, un eje roto, ellos aprovechan esta máquina para abastecerse de repuestos, es por esto que posee repuestos, pero estos no son necesariamente los críticos.

El personal en especial el contratado en forma temporal, poseen una gran experiencia en lo que es el trabajo con la tierra, las plantas, etc., pero lo que es mantención y operación de la maquinaria tiene un déficit de conocimientos, lo cual no solo provoca en ciertos casos un mal mantenimiento, también provoca fallas, producido por la errónea operación. Lamentablemente la empresa no otorga capacitación ni

entrenamiento para ellos, tampoco la empresa se asegura que el operador contratado sea alguien que tenga la experticia en la maquinaria que manipulara.

2.2. MAQUINARIA ACTUAL DE LA EMPRESA

La empresa de agricultura a lo largo de su trayectoria ha adquirido diferentes tipos de maquinaria que le ayuda a realizar las distintas labores de su empresa, es necesario tener un inventario de las máquinas agrícolas que posee, el historial de cada una de ellas y saber en qué etapa del cultivo interviene, de esta forma se tendrá una visión más clara de la necesidad de cada máquina y la actualidad de cada una.

2.2.1 Tractor Ford 5000



Figura 2-1. Tractor Ford 5000

Fuente: Tractor Ford de la serie 5000 que pertenece a la empresa de agricultura - Elaboración propia.

El Ford 500 fue uno de los modelos New Ford introducidos desde la nueva fábrica de tractores Ford en Basildon en Essex, Inglaterra, en 1965. Después de su lanzamiento, el Ford 5000 y los otros modelos de la gama se mantuvieron en producción hasta 1968, cuando se actualizaron a la serie Ford Fuerza. Se hicieron algunas modificaciones al motor y otros componentes que dieron como resultado una mayor potencia para el Ford 5000, con una potencia nominal de 75 HP. También se hicieron algunas modificaciones a la chapa para darle un aspecto más moderno. En 1971, se hicieron algunos cambios menores en el motor y se podría pedir una cabina de seguridad montada en fábrica a partir de ese momento.

El tractor Ford 5000 es una máquina especial para la sobrecarga, una máquina de fuerza se utiliza principalmente para desplazar remolques agrícolas, como enfardadoras, arados, sembradora, etc.

Este tractor lleva 4 años en la empresa, es un tractor de segunda mano, es utilizado en el momento del cultivo y la cosecha, principalmente en la primera etapa, donde se debe preparar la tierra este debe acoplar y tirar la desmalezadora o mejor conocida como la rana agrícola y la rastra de tiro para arar la tierra. En tiempos de cosecha, por lo menos en la empresa, la mayor carga de trabajo es movilizar un remolque, en donde trasladan el producto a los galpones o al lugar que sea necesario.

Las tareas nombradas que realiza el tractor Ford 5000 no solo las realiza en las tierras para los cultivos de la empresa, este tractor también entrega servicios a otros agricultores aledaños, ya que forma parte de la maquinaria que se arrienda.

2.2.2 Tractor Massey Ferguson 1185S



Figura 2-2. Tractor Massey Ferguson 1185S

Fuente: Tractor Massey Ferguson modelo 1185S que pertenece a la empresa de agricultura - Elaboración propia.

El Massey Ferguson 1185S, es un tractor de tracción simple, su puesto de comando en la versión tres puntos, cuentan con guardabarros unidos a los apoyapiés, siendo acolchado con suspensión a resorte y regulación en peso y altura del tractorista. Existe una versión de control remoto es una plataforma enteriza montada sobre soportes elásticos, que forma en una sola pieza los guardabarros, el piso, el panel de instrumentos y las escalerillas de acceso, asiento acolchado con apoyabrazos y regulación en peso y altura del tractorista.

Todas las versiones de este tractor cuentan con un panel de instrumentos, el cual se compone por un indicador de temperatura, agua, presión del aceite, tacómetro con cuenta horas, amperímetro, nivel de combustible, llave de arranque, llaves de luces, perilla de corte de combustible (parada de motor), luz indicadora de restricción del filtro de aire y acelerador de mano.

El tractor Massey Ferguson 1185S es una máquina especial para la sobrecarga, una máquina de fuerza se utiliza principalmente para desplazar remolques agrícolas, como enfardadoras, arados, sembradora, etc.

Este tractor al igual que el Ford 5000, es parte de la maquinaria de arriendo que tiene disponible la empresa y básicamente realiza las mismas tareas que el tractor Ford 000 tanto como en la preparación de la tierra como en el periodo de cosecha en la empresa.

El tractor Massey Ferguson 1185S lleva en la empresa 3 años, es un tractor que se adquirió de segunda mano y llegó a reemplazar a un tractor New Holland aparentemente el modelo 72-86.

2.2.3 Tractor COMPACT Massey Ferguson MF290



Figura 2-3. Tractor Massey Ferguson MF290

Fuente: Tractor Massey Ferguson modelo MF290 que pertenece a la empresa de agricultura - Elaboración propia.

El Massey Ferguson MF290, es una máquina de fuerza, pero la característica que tiene que es un modelo compacto, es decir más pequeño físicamente que otros tractores, en esta empresa es utilizada para movilizar maquinaria como el nebulizador entre los cultivos. Este tractor posee un motor Perkins de 4 cilindros, 95 HP, 319 Nm, tiene tracción 4×4 con tren delantero motriz de accionamiento central y bloqueo de diferencial automático, transmisión hidráulica y convertidor de par, embrague autoajustable y levante de 3 puntos Massey Ferguson (2.500 kg), tanque de combustible de 82 Lt y puesto de operador tipo semi plataforma con aislación.

Este tractor es el que lleva menos tiempo en la empresa, fue adquirido también de segunda mano, a diferencia de los otros dos anteriores, este no es parte de la maquinaria disponible para arriendo, debido a que como se mencionó anteriormente, es el moviliza el nebulizador a través de las plantaciones y además traslada un remolque en el cual moviliza herramientas y materiales para el trabajo diario de la empresa y el desempeño de los trabajadores.

2.2.4 Grúa horquilla Toyota modelo NFJ18



Figura 2-4. Grúa horquilla Toyota NFJ18

Fuente: Grúa horquilla Toyota, modelo NFJ18 que pertenece a la empresa de agricultura - Elaboración propia.

Una grúa horquilla o montacargas, es un vehículo contrapesado en su parte trasera, que, mediante dos horquillas, se utiliza para subir, bajar y transportar palés, contenedores y otras cargas. Se puede, además, usar las horquillas con distintos aparatos de elevación, como eslingas y poleas.

La grúa horquilla es una de las máquinas más utilizadas para el transporte y almacenamiento de mercancías en bodegas.

Esta grúa lleva en la empresa 5 años y como las anteriores fue adquirida de segunda mano, es utilizada en esta empresa principalmente para cargar el tabaco en los camiones de chile tabacos van a retirar el producto, también es utilizado para elaborar otro tipo de tareas menores, también es parte de la maquinaria que se arrienda.

2.2.5 Nebulizador



Figura 2-5. Nebulizador Parada.

Fuente: Nebulizador Parada, capacidad 1500 Lt que pertenece a la empresa de agricultura - Elaboración propia.

Un nebulizador es una máquina agrícola destinada a la protección de cultivos especialmente de cítricos, viña, olivos, árboles frutales, etc. El nebulizador llega a la empresa a remplazar a los operadores que realizaban esta misma función a través del método de mochila fumigadora, el costo asociado a la contratación de operadores es muy elevado, el día laboral es más alto que un trabajador agrícola común, debido a los riesgos con los químicos a los cuales están propensos, es por esto que el nebulizador es esencial para bajar los costos en esta parte del proceso de producción el cual busca mejorar la calidad de los productos agrícolas y es fundamental que trabaje en su máxima capacidad.

Mediante la acción de una bomba y un grupo de aire, el atomizador realiza la pulverización de los cultivos con la aplicación de un líquido compuesto por agua y producto fitosanitario. El nebulizador es una máquina agrícola que forma parte de las tareas de precosecha y es utilizada para combatir y prevenir plagas y enfermedades en los cultivos.

Este nebulizador Parada, de capacidad en su tanque de 1500 Lt, lleva dos años en la empresa y como la maquinaria anterior, es de segunda mano. El nebulizador no es parte de la maquinaria de arriendo, debido a que es parte fundamental de proceso final del producto y además no posee un reemplazo para este.

2.2.6 Motoniveladora RG 200b



Figura 2-6. Motoniveladora New Holland RG 200b.

Fuente: Motoniveladora New Holland, modelo RG 200b pertenece a la empresa de agricultura -
Elaboración propia.

La motoniveladora New Holland, modelo RG 200b es una máquina para mover tierra u otro material suelto de la superficie, su función principal, es nivelar, modelar o dar la pendiente necesaria al material en que trabaja. Se considera como una máquina de terminación superficial.

Estas máquinas de terminación generalmente presentan tres ejes: la cabina y el motor se encuentran situados en la parte posterior, sobre los dos ejes tractores, y el tercer eje se localiza en la parte frontal de la máquina, estando localizada la hoja niveladora entre el eje frontal, y los dos ejes traseros.

Esta gran máquina es esencial para preparar el terreno antes del arado, especialmente se enfrenta a terrenos que la empresa adquirió y necesita prepararlos para los cultivos, en los caos de los nuevos terrenos es necesario una amplio proceso de limpieza y emparejamiento, en una primera instancia actúan trabajadores que deben remover elementos o cuerpos extraños de dimensiones complicadas para la motoniveladora, como por ejemplo, arboles, troncos, rocas, etc.

La motoniveladora es parte de la maquinaria que se arrienda, lleva 3 años en la empresa, también fue adquirida de segunda mano, y es de alta demanda. En la empresa actúa sobre tierras nuevas, o hace poco adquiridas para el cultivo, es por esto que tiene más trabajo prestando sus servicios a los agricultores aledaños que en la misma empresa.

2.2.7 Enfardadora New Holland 570



Figura 2-7. Enfardadora New Holland 570

Fuente: Enfardadora New Holland, serie 570 pertenece a la empresa de agricultura - Elaboración propia.

La enfardadora o empacadora es una máquina agrícola que tiene como único uso recoger el heno, avena, paja etc. y comprimirlo en pacas o fardos que finalmente se atan con un hilo especial, en el caso de esta enfardadora se utiliza alambre.

La máquina enfardadora de heno fue un invento significativo al desarrollo de la agricultura norteamericana y mundial, al recolectar, compactar y atar automáticamente el heno en pacas (fardos). La primera prensa fue inventada y construida a mano en 1937 en Farmersville, Pensilvania, Estados Unidos.

La enfardadora New Holland 570, lleva más de 6 años en la empresa, también fue adquirida de segunda mano, en un principio era de uso exclusivo de la empresa, luego paso a ser parte de la maquinaria de arriendo, es una maquinaria que se aprovecha cuando los terrenos están recuperándose de largos periodos de cultivos y requieren reposo y renovación de minerales y nutrientes. La enfardadora compacta y amarra el heno, avena, paja, etc., y de esta forma la empresa tiene fardos para alimentar a sus animales y también vender estos a los agricultores aledaños que también tienen animales.

2.2.8 Desmalezadora



Figura 2-8. Desmalezadora

Fuente: Desmalezadora pertenece a la empresa de agricultura - Elaboración propia.

La desmalezadora o mejor conocida como rana agrícola, como su nombre lo indica es una máquina que sirve para cortar las malezas, las hay de varios tipos y pueden cumplir otras operaciones, no solo corte de pastos, también pueden cortar cañas, pequeños arbustos, etc.

Esta desmalezadora en general su uso va en ayuda de preparar para los cultivos, y en algunos casos también es utilizada para la cosecha de algunos productos.

Le empresa posee en total 4 desmalezadoras, las cuales llevan más de 3 años en la empresa, son parte de la maquinaria para arriendo, pero la solicitud de este servicio no es muy recurrente por parte de los agricultores aledaños.

2.3. PROBLEMAS HISTORICOS DE LAS MÁQUINAS

La antigua administración poseía una política de adquisición, la cual era que toda herramienta, equipo y/o máquina tenía que ser nueva. La inversión para la incorporación de estos elementos de apoyo de la agricultura era bastante elevada, debido a que antiguamente el mercado de equipos y máquinas agrícolas no era muy amplio, y esto dejaba solo a ciertas empresas la venta de estos productos.

La nueva administración al tomar el mando de la empresa, cambio la política de compra de equipos y máquinas de apoyo por la incorporación de productos de segunda mano, es decir, que los equipos y máquinas en el momento de la compra ya posee horas de operación, estos equipos generalmente han sido reacondicionados o la empresa al

adquirirlos los altera para una deseable mejora y rendimiento. El cambio de políticas de compra de la empresa es producto de una mala inversión de la antigua administración, según estipula la actual administración. Se adquirió un tractor Ford, modelo desconocido, que no superó los 3 años de operación. La falla del tractor fue de pérdida absoluta del motor, según aclara la empresa, y el gasto fue demasiado elevado, la empresa tuvo aproximadamente una semana de detención de producción por intentar la reparación del tractor, al no lograrse la reincorporación se arrendó un tractor de características similares y finalmente se adquirió otro y con la política antigua, este era una máquina nueva.

Esta nueva política llevó a la empresa a ser más descuidados e inconscientes con la maquinaria, además, también compran maquinaria que este con una falla enorme o se venda para el desarme, de esta forma adquiere repuestos, y reacondiciona sus equipos con repuestos de otras máquinas, todo este trabajo es realizado por cualquier persona que tenga conocimientos básicos de mecánica.

La empresa desde que cambió su política de adquisición de maquinaria no ha sufrido un gasto tan grande como es de sus padres, pero si tiene problemas más seguidos con sus máquinas y aunque también ha tenido que cambiar el tractor, con su nueva política el gasto fue mucho menos significativo.

Hoy en día las fallas más comunes que sufren las máquinas de la empresa son con el sistema hidráulico, provocando que el motor se recaliente, no arranque o incluso falle. El gasto de combustible es también un problema debido a que no pasa mucho tiempo de su adquisición para que la máquina aumente su consumo de combustible.

El gran problema que ha tenido los últimos años es la caja de cambios, embriague suelto, piñones quebrados, difícil encontrar la posición neutral, potencia de la máquina decrece y la velocidad problemas a la desaceleración entre otros. Todos estos problemas comúnmente logran parar a la máquina al menos uno o dos días para volverlos al funcionamiento, dejando pérdidas desde \$500.000 hasta \$1.000.000.

Todo esto, mantiene a la empresa con su política de adquisición y sus procedimientos de operación y mantención de la maquinaria, ya que como se mencionó anteriormente la empresa desde esta nueva política no ha sufrido el gran gasto que tuvo la administración anterior.

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DE LA MAQUINARIA

3. EVALUACIÓN DE LA MAQUINARIA

Para el capítulo 3, evaluación de la maquinaria, se estudiara y definirá el equipo y/o máquina a la cual se le desarrollara un PMP, incluyendo una análisis básico de sus partes y elementos, también a la máquina y/o equipo se le analizara causas y efectos a través de algún método, como el diagrama de Ishikawa, sobre alguna falla común.

3.1. MAQUINARIA CONSIDERADA PARA EL DESARROLLO DE UN PMP

En el desarrollo del PMP lo primero a considerar es la que maquinaria o equipo que se le analizara y desarrollara un programa de mantenimiento preventivo. Hay diferentes tipos de requisitos que se deben cumplir para que el programa de mantenimiento preventivo de incorporarse logre desarrollarse sin inconvenientes ni impedimentos, los siguientes conceptos son los que ayudaran a discriminar la maquinaria o equipo de la empresa y de esta forma saber a cuáles se les desarrollara el programa, estos son:

- Necesidad.
- Certidumbre.
- Disponibilidad.

Los requisitos nombrados responden a lo siguiente:

Necesidad: la maquinaria a la que se desarrollara el PMP debe ser fundamental. La empresa debe tener la necesidad de contar en todo momento con el servicio de la máquina o equipo.

Certidumbre: de implementar el PMP, es necesario saber cómo opera la máquina o equipo y en qué condiciones trabaja.

Disponibilidad: de incorporarse el PMP, es esencial tener disponible la maquina o equipo en los momentos de realizarse los distintos procedimientos de este programa.

Teniendo en cuenta estos conceptos, la máquina o equipo que logra cumplir estos requisitos es la maquinaria que no está disponible para servicio de arriendo. Como se describió en el capítulo 2, en el subcapítulo 2.2 maquinaria de la empresa, las máquinas que cumplen con los requisitos y se les desarrollara el PMP son:

- Nebulizador PARADA.
- Tractor modelo Massey Ferguson MF 290

La maquinaria anterior nombrada, se analizará y desarrollara un programa de mantenimiento preventivo que cubra la mayor cantidad de problemas obtenidos en el estudio de estas, y reducir los problemas que históricamente ha tenido la empresa descritos en el Capítulo 2, párrafo 2.3, problemas históricos de las máquinas.

3.2. ANALISIS DE LA MAQUINARIA QUE SE LE DASARROLLARA EL PMP

La maquinaria que se determinó para desarrollar el PMP antes de determinar el programa para el nebulizador Parada y el tractor Massey Ferguson MF290, es necesario analizarlas, ya sea entender cómo se descomponen estas y entender que componente necesita más observación y desarrollo en el programa de mantenimiento preventivo.

3.2.1 Componentes del nebulizador.

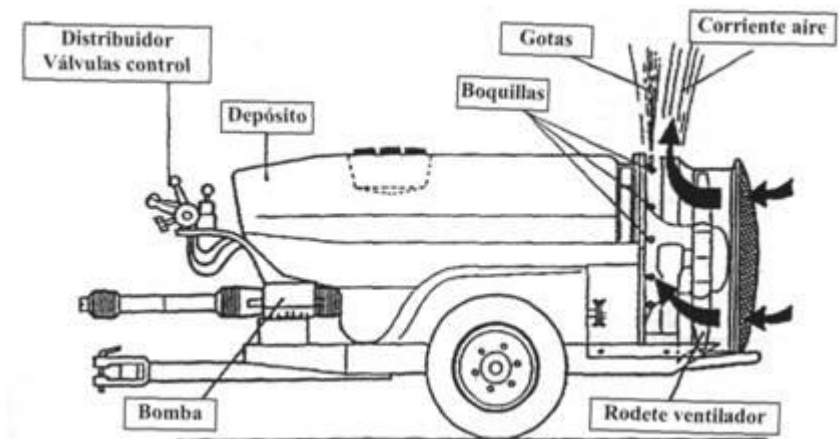


Figura 3-1. Partes de un Nebulizador

Fuente: Sanidad Vegetal, tema 17, generalidades de plaguicidas - <http://ocwus.us.es>

El nebulizador se divide en muchos componentes o partes, pero las más importantes de ellas son:

Distribuidor de válvulas de control: en esta parte se ubican los comandos de control como el regulador de presión, manómetro, etc.

Bomba: es el corazón del nebulizador, es del tipo pistón-membrana y es el que le da el funcionamiento uniforme y suficiente para impulsar y agitar el líquido, este posee diferentes tipos de filtros el cual destaca el filtro de aspiración el cual es el más sensible y requiere más observación de posible desgaste o alteración física.

Deposito: es el tanque que contiene el líquido fumigador, este es de polietileno, posee un indicador de nivel, una sección de salida o evacuación del contenido y una tapa hermética y un filtro por donde se introduce los líquidos para fumigar los cultivos.

Boquillas: este elemento es el encargado de la fabricación de las gotas, su forma, ángulo, etc. Las boquillas son gran parte de la calidad de la fumigación, son de diferentes tipos dependiendo de la gota requerida por el operador.

Ventilador: el flujo de aire es el responsable de transportar las gotas al árbol por lo que el diseño del ventilador influye en la operación y calibración de los nebulizadores. Este elemento es fundamental para lograr la mayor efectividad de fumigación de los cultivos en las diferentes condiciones ambientales donde realizan su trabajo.

Chasis: este elemento es la base en el que se apoya y se traslada el nebulizador, el tractor se conecta y tira al nebulizador transportándolo por donde se necesita fumigar.

3.2.2 Análisis de falla del nebulizador Parada.

El nebulizador no tiene más de dos años en la empresa y a través de entrevista con los funcionarios de la empresa se obtuvo la información que en este periodo de funcionamiento no ha presentado fallas o detenciones no programadas, la empresa no ha hecho mantenimiento al nebulizador, es por esto por lo que no tienen conocimiento de posibles fallas que pueda sufrir.

El análisis que se realizó a esta máquina es una tabla de cinco porque consultando por una posible baja en su capacidad y el origen más probable que provoca esta falla.

NEBULIZADOR FALLA	
¿Por qué el nebulizador no fumiga en su máxima capacidad?	Caudal bajo y falta de presión
¿Por qué entrega un caudal bajo y poca presión?	Falla la bomba
¿Por qué falla la bomba?	Válvulas obstruidas
¿Por qué están obstruidas las válvulas?	Se encuentran cuerpos extraños en las válvulas
¿Por qué hay cuerpos extraños en las válvulas?	Filtros dañados

Tabla 3-1. Tabla 5 ¿por qué?

Fuente: Tabla 5 ¿por qué?, de análisis del nebulizador – Elaboración propia

En la Tabla 3-1, se analiza el nebulizador comenzando por la pregunta ¿por qué el nebulizador no fumiga en su máxima capacidad?, esto es fundamental, es tan grave como si la falla fuese total en el nebulizador, como se mencionó en el Capítulo 2, párrafo 2.2.5, nebulizador, el nebulizador reemplaza a los operadores que fumigaban con el sistema de fumigador de espalda y es esencial que trabaje a su máxima capacidad.

El análisis entrega como causa probable el daño de los filtros, es necesario tenerlos en observación y al desarrollar el PMP implementar procedimientos para prevenir el funcionamiento del nebulizador con los filtros en mal estado.

El nebulizador además de necesitar observación los filtros es necesario tener en cuenta el corazón de esta máquina, la bomba, y algunas fallas que pueden comprometer el rendimiento del nebulizador, en la siguiente tabla se analiza algunas fallas simples de identificar.

TIPO DE FALLA				
Bomba no aspira	Bomba no impele	No se alcanza el caudal de bombeo	Variación en el caudal de bombeo	POSIBLE CAUSA
x	x	x	x	Fuga en la tubería de aspiración
x	x	x	x	Fuga en las válvulas de la bomba
x	x		x	Válvulas de la bomba dañadas
x	x			Válvulas de la bomba mal instaladas
x	x	x	x	Filtro en la tubería de aspiración atascado
x	x	x	x	Cuerpos extraños en las válvulas de la bomba
x	x	x	x	Fuga en las conexiones de las tuberías
x	x	x	x	Rotura de membrana

Tabla 3-2. Fallas de la bomba

Fuente: Tabla análisis de fallas más comunes de la bomba – Elaboración propia

En la Tabla 3-2, se analizan diferentes tipos de fallas provocadas por unas posibles causas las cuales se puede identificar de una forma simple a través de una inspección visual. Entre las causas posibles se encuentran fuga en la tubería de aspiración, fuga en las válvulas de la bomba, cuerpos extraños filtros atascados, entre otros, estas fallas y sus causas pueden ser provocadas por los mismos responsables, los filtros. Al no estar en óptimas condiciones los filtros y no cumplir su función el cual es no dejar pasar cuerpos extraños para no contaminar los líquidos provoca que estos contaminantes dañen las conexiones, tuberías, válvulas, etc., y deteriora el equipo o máquina llegando a un nivel de falla irreversible.

3.2.3 Componentes del tractor.

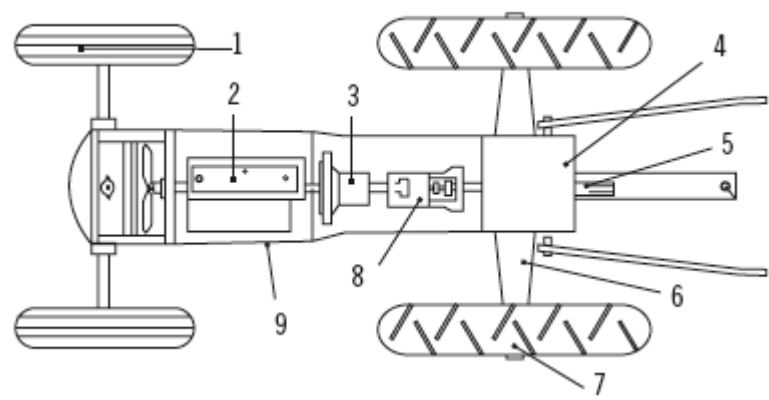


Figura 3-2. Partes del tractor.

Fuente: Partes de un Tractor – <http://www.digitalbooks.pro>

En la Figura 3-2, se tiene un esquema general de un tractor donde se destaca los siguientes componentes:

- 1. Ruedas motrices delanteras: Sirve para soportar al tractor y proporcionan la dirección del tractor.
- 2. Motor: Mecanismo a través del cual se interrumpe o se transmite el movimiento de giro causado por el motor hacia la caja de cambios.
- 3. Embrague: Mecanismo a través del cual se interrumpe o se transmite el movimiento de giro causado por el motor hacia la caja de cambios.
- 4. Diferencial: Mecanismo a través del cual se interrumpe o se transmite el movimiento de giro causado por el motor hacia la caja de cambios.
- 5. Toma de fuerza: Mecanismo a través del cual se interrumpe o se transmite el movimiento de giro causado por el motor hacia la caja de cambios.
- 6. Palier y reducción final: Palier son los ejes que se encargan de llevar el movimiento desde el diferencial hasta llegar a las ruedas, atravesando la

reducción final. Se encuentran divididos en dos semi-palieres. La reducción final es el dispositivo que se encarga de reducir la velocidad de giro de las ruedas que aumentan el esfuerzo de tracción de manera respectiva. Esto sucede después de la caja de cambios.

7. Rueda motriz trasera: Sirve para soportar el tractor, las ruedas traseras desarrollan la tracción del tractor.
8. Caja de cambios y grupo reductor: Es el conjunto de ejes y engranajes colocados en la parte media del tractor, cuya función principal es, adecuar el punto de funcionamiento del motor a las necesidades de cada situación, en cuanto a la velocidad de avance y el esfuerzo de tracción requeridos.
9. Chasis o bastidor: Es una armazón de metal bastante consistente, encima de este están sujetos los mecanismos fundamentales del tractor. Todos los elementos de la máquina se encuentran sobre él.

3.2.4 Análisis de falla del tractor Massey Ferguson MF 290.

El análisis del tractor Massey Ferguson MF 290 se realizó en base a un diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de espina de pescado, diagrama de causa-efecto, diagrama de Grandal o diagrama causal, se trata de un diagrama que por su estructura ha venido a llamarse también: diagrama de espina de pez. Consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha. Esta técnica desarrolla un diagrama causal que es la representación gráfica de las relaciones múltiples de causa-efecto entre las diversas variables que intervienen en un proceso.

La empresa en su trayectoria ha tenido diferentes tipos de tractores los cuales han sufrido distintos tipos de fallas, entre ellas la más importante es que el tractor no arranque, en el Anexo 2, se tiene el diagrama de Ishikawa que se realizó para analizar que variables influyen en esta falla. En las siguientes imágenes se descompone el diagrama Ishikawa para analizar cada variable y sus probables causas:

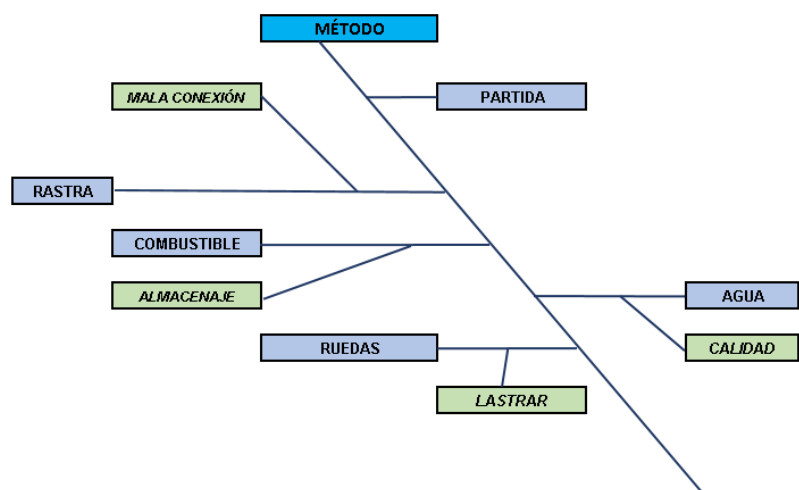


Figura 3-3. Variable método.

Fuente: Variable método del diagrama Ishikawa – Elaboración propia

En la Figura 3-3, se analiza el método, esta variable estudia el procedimiento que se realiza para distintas tareas, en esta variable se incluyeron las siguientes tareas:

- Partida: El tractor por su tipo de motor es relativamente diferente en el momento del arranque, especialmente cuando se necesita dar partida luego de que se abasteció el combustible luego de que el tractor haya consumido completamente, el procedimiento requiere de bombear combustible al sistema antes de tratar de arrancar el motor de lo contrario el tractor no partirá y el operador estará todo el día tratando de arrancarlo.
- Rastra: La parte fundamental de propósito del tractor es su rastra, por medio de esta se conecta y moviliza los distintos tipos de acoplados que se le pueden conectar, si la rastra no se conecta correctamente con los acoplados se pueden producir problemas de mal distribución de carga con respecto al tractor terminando en una sobrecarga y en futuras fallas como incluso el sobrecalentamiento del motor y su falla.
- Combustible: El combustible es la fuente vital del tractor, sin combustible el tractor no se puede operar. Es por esto que es fundamental que este en óptimas condiciones sin alteraciones sin cuerpos extraños, u otra cosa, lamentablemente en la empresa se presenta problemas en el almacenaje, debido a que sus contenedores no son los indicados ni idóneos para este tipo de líquido. Los envases utilizados para el almacenaje son los recipientes que contenían los químicos fumigadores, estos recipientes se lavan y se utilizan para el almacenaje del combustible, pero los químicos pueden ser tan invasivos y adhesivos que eliminarlos de los

contenedores en su totalidad es imposible, y los residuos que no se lograron eliminar, terminan contaminando el combustible que a futuro, reiterando este mal procedimiento puede concluir en problemas y fallas en el sistema de combustible por la contaminación.

- Ruedas: Las ruedas de los tractores poseen un especial procedimiento para lastrar las ruedas, debido a que el tractor esta expuestos a diferentes entornos y superficies necesita ayuda para realizar la tracción, por ejemplo en una superficie pantanosa es necesario mayor peso en las ruedas, es por esto que el proceso además de aire la rueda se lastra con agua para que ejerza una mayor carga sobre la superficie y logre la movilización de la máquina, de otra forma no se moverá el tractor y el operador en su intento puede terminar calentando y exigiendo al motor derivando a una falla.
- Agua: El agua como método refrigerante es fundamental, y es necesario que este en óptimas condiciones sin cuerpos extraños u otro contaminante, lamentablemente en esta empresa el agua que se utiliza es adquirida de un canal alledaño o un rio, estos proveedores naturales además de ser una fuente gratuita de este elemento también está abierta a que el agua tenga contaminantes o algún cuerpo extraños que arruine los filtros el radiador el sistema refrigerante del motor, al fallar este sistema puede terminar en una falla del motor irreversible.

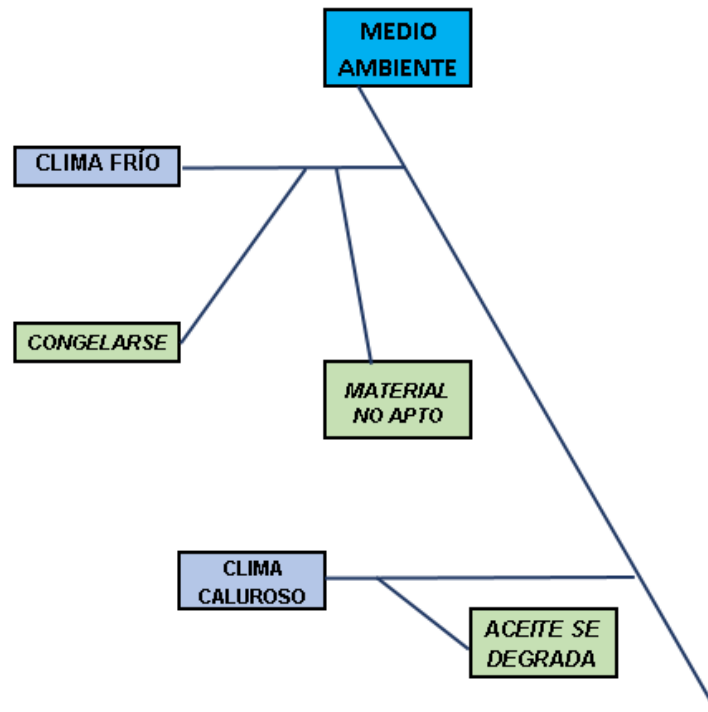


Figura 3-4. Variable medio ambiente.

- Fuente: Variable medio ambiente del diagrama Ishikawa – Elaboración propia

En la Figura 3-4, se analiza el medio ambiente, esta variable estudia cómo el entorno afecta al tractor y sus componentes, en este caso se estudiaron con dos climas diferentes:

- **Clima frío:** El motor de un tractor a diferencia al de un vehículo, es de fierro fundido, en un clima extremadamente frío los líquidos hidráulicos, refrigerantes, entre otros, pueden llegar a congelarse, y como efecto secundario, incrementando el peso y la presión en el interior del motor derivando en un desgaste e incluso en una fractura del motor.
- **Clima caluroso:** Los líquidos refrigerantes, agua, aceite, entre otros, son los encargados de bajarle la temperatura al motor, en un clima extremadamente caluroso, además del calor propio de la máquina, estos logran que el trabajo de los líquidos se dificulte y no se logre enfriar el motor terminando en una falla por sobrecalentamiento.

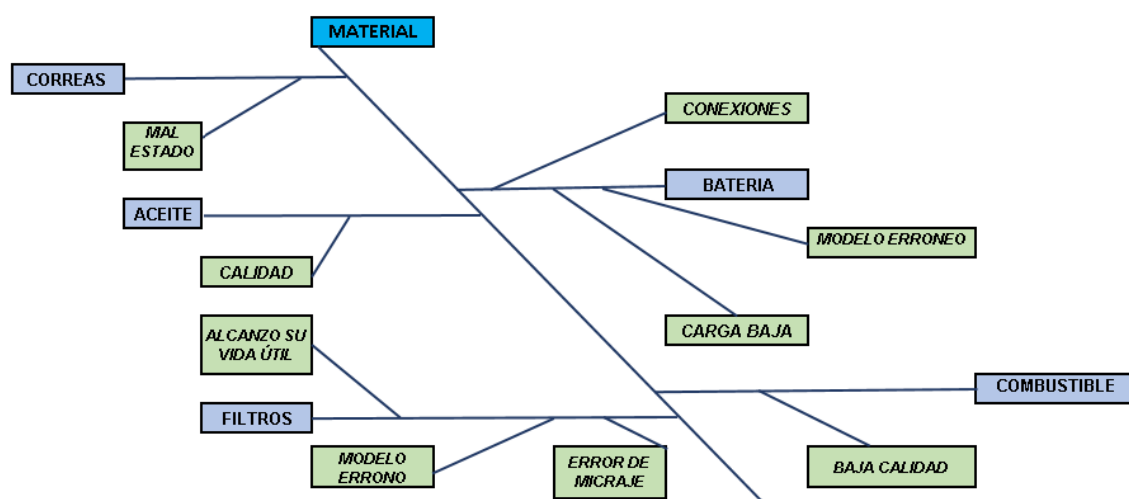


Figura 3-5. Variable material.

Fuente: Variable material del diagrama Ishikawa – Elaboración propia

En la Figura 3-5, se analiza el material o los elementos que ayudan a los componentes o a la máquina completamente a trabajar y realizar sus funciones, en esta variable se analizan los siguientes materiales:

- Correas: las correas del motor, radiador, etc., son imprescindibles para que ciertos componentes logren trabajar, son muy propensas al desgaste, al corte, al deterioro. Al no estar en óptimas condiciones o plenamente el no estar cumpliendo su función pueden comprometer un elemento o componente que depende de las correas, por ejemplo, la correa del radiador al no lograr ayudar al radiador a enfriar el motor puede derivar en una falla irreparable.
- Aceite: El aceite es un material que ayuda al enfriamiento, cuidado y lubricación de los elementos de la máquina, y se escoge según su viscosidad, si el aceite no es el idóneo para el equipo, máquina o acorde a las exigencias climáticas, la protección que otorga el aceite es escasa o nula y puede derivar en una falla de los elementos principales de la máquina como el motor.
- Filtros: La limpieza y evitar que cuerpos extraños terminen en el sistema hidráulico, motor, conexiones, mangueras, válvulas, etc., son los filtros, si estos elementos se encuentran dañados o son un modelo erróneo, diseñados para filtrar otras sustancias, su función se limita y puede terminar en los líquidos contaminados y las conexiones, válvulas, entre otras obstruidas, esto puede arrastrar problemas como fugas, bloqueo de

ciertos líquidos como el combustible, impidiendo el correcto funcionamiento del tractor.

- **Combustible:** El combustible es fundamental para el funcionamiento del tractor, existen diferentes tipos de combustibles para los vehículos y los tractores requieren un tipo determinado de combustible, si se utiliza alguno diferente además de ser ineficiente, pueden dañar el tractor.
- **Batería:** Este elemento es básico en el sistema eléctrico del tractor, si posee problemas de conexión, esta descargado o alcanzo su vida útil, el sistema eléctrico no funcionara, como las luces, entre otros.

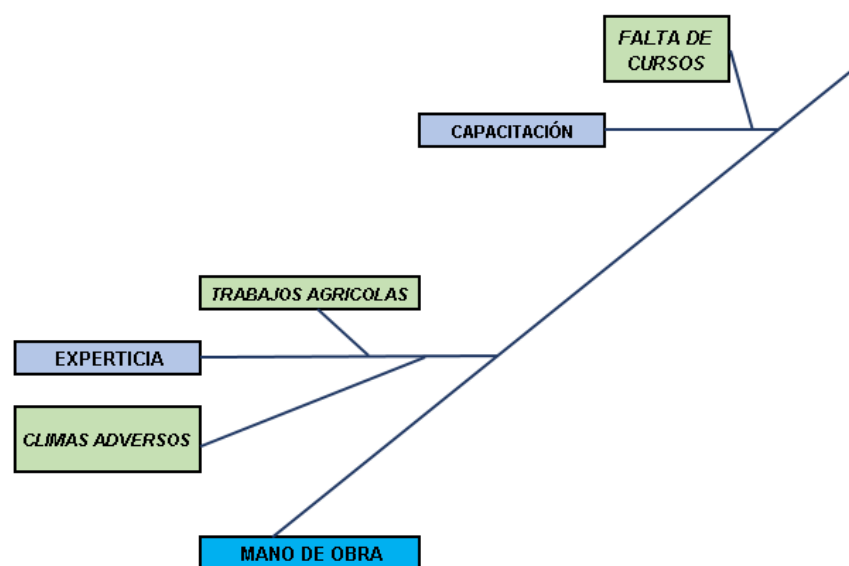


Figura 3-6. Variable mano de obra.

Fuente: Variable mano de obra del diagrama Ishikawa – Elaboración propia

En la Figura 3-6, se estudia la mano de obra, las personas que operan el tractor, estos operadores tienen ciertas variables que determinan la capacidad y el nivel del operador, para esta variable se analizó lo siguiente:

- **Experticia:** los operadores, no solo deben saber cómo opera el tractor, también deben saber sobre el desempeño de la máquina en el ámbito agrícola, al clima que se enfrentan, etc., los operadores deben realizar diferentes procedimientos en el momento de la operación del tractor que varía según la labor y el entorno, si no se posee la experticia se puede realizar procedimientos erróneos derivando en problemas para la máquina o incluso para el mismo operador.
- **Capacitación:** La tecnología es cada vez más protagonista en la agricultura, modelos nuevos, con más opciones y labores poseen los tractores, si no se tiene una capacitación o algún curso para operar

estas máquinas pueden traer serios problemas por procedimientos erróneos. En la empresa y en general en la agricultura nacional solo se solicita y requiere la licencia de clase D para maquinaria pesada, esto no acredita que el operador esté capacitado para el modelo o tipo del tractor a utilizar.

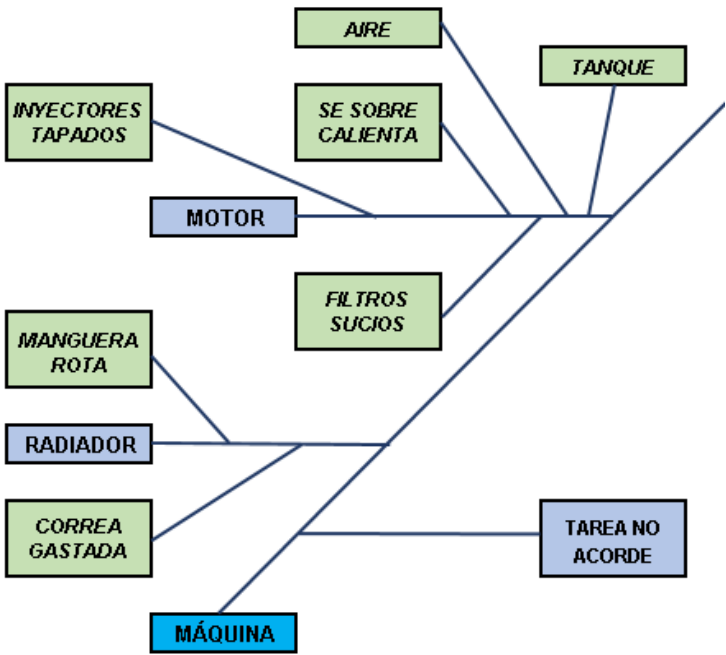


Figura 3-7. Variable máquina.

Fuente: Variable máquina del diagrama Ishikawa – Elaboración propia

En la Figura 3-7, se analiza la máquina problemas que puede traer sus partes como las siguientes:

- Tarea no acorde: La gran variedad de tractores que existen con respecto al desempeño, lugar donde se desenvolverá, carga a soportar provoca que la elección de un tractor sea confusa y problemática, logrando una elección errónea y que el tractor no sea apto para el tipo de trabajo que se necesita o al contrario este sobrevalorado por sus características el tractor para la finalidad que se busca. Una mala elección de modelo de maquinaria puede derivar en exigencias erróneas al modelo y posibles fallas que se pueden interpretar por maquinaria defectuosa o mala operación.
- Radiador: Por el trabajo exigente del tractor, es necesario mantener el motor y el conjunto en una temperatura optima de trabajo. La refrigeración o ventilación del motor esta encargada por el radiador, su

labor es esencial, sin el radiador el motor se ahoga derivando en una falla fatal que puede lograr en requerir en un motor nuevo.

- Motor: El corazón de esta máquina es el motor, cualquier problema, aunque sea mínimo puede provocar una alteración en la labor que desempeña el tractor. Las variables que puede afectar el funcionamiento del motor son varios, obstrucción del tanque, los inyectores, filtros, pueden provocar un malfuncionamiento, errónea interpretación de problemas o una falla irreversible en el motor.

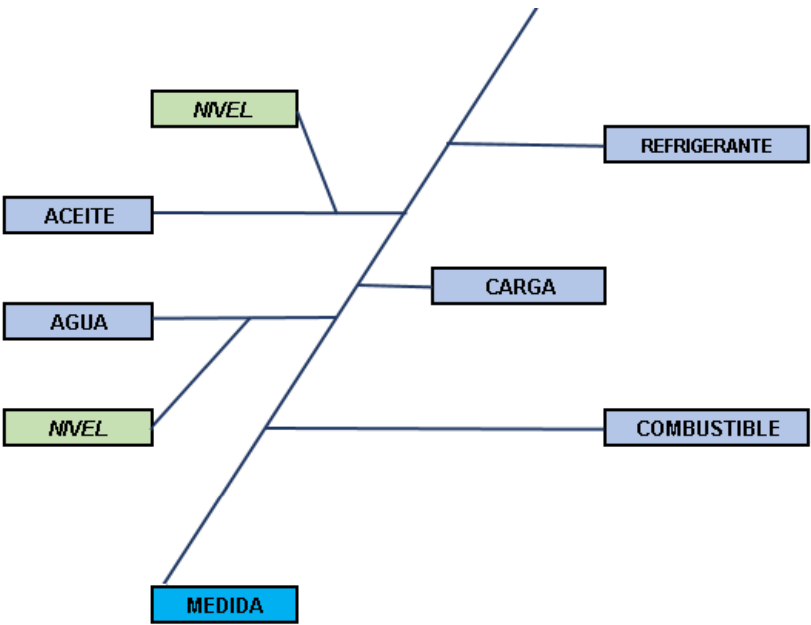


Figura 3-8. Variable medida.

Fuente: Variable medida del diagrama Ishikawa – Elaboración propia

En la Figura 3-8, se analiza la medida de los diferentes elementos que interfieren en el funcionamiento de la máquina, entre estos se estudiaron los siguientes:

- Aceite: El aceite cumple funciones de lubricación, refrigeración entre otros, es por esto por lo que la necesidad de que el aceite siempre este en óptimos niveles, es obligatorio, cualquier error de medida que derive en mitad del desempeño diario de la máquina con el aceite agotado puede terminar con deterioros de componentes o partes del tractor.
- Agua: El agua ayuda a que el sistema de la maquinaria se enfríe y mantenga su temperatura en niveles óptimos de trabajo, y por la temperatura de trabajo de la máquina es fácil que el agua se evapore y los niveles bajen a llegar a agotarse completamente, impidiendo un buen desempeño del radiador.
- Combustible: El consumo de combustible varía según las horas de trabajo y la carga de trabajo, al errar en la cantidad de combustible necesaria

para el día laboral, además de no completar el trabajo programado, también puede traer problemas de procedimientos como el de la partida del tractor después de abastecer el estanque de combustible.

- Carga: El tractor está diseñado para trabajar con una determinada carga, si se requiere una carga diferente, generalmente mayor, se debe estudiar para trabajar con un modelo diferente acorde para el trabajo deseado, una exigencia mayor de la maquinaria, además de no operar a la capacidad diseñada, puede terminar en una vida útil más corta con respecto a lo que determino el fabricante.
- Refrigerante: El líquido refrigerante, es esencial en épocas de los climas calurosos, la temperatura de la máquina incluida la temperatura elevada del entorno, pueden causar fallas importantes en el tractor y es necesario tener el refrigerante idóneo y la cantidad exacta para sobrevivir a estos entornos extremos.

Los análisis del nebulizador y el tractor ayudaran a desarrollar un PMP de carácter predictivo y así poder evitar las fallas históricas que ha sufrido la maquinaria de la empresa agrícola.

CAPÍTULO 4: DESARROLLO DEL PMP

4. **DESARROLLO DEL PMP**

Para el siguiente capítulo, se tendrá como referencia el análisis del capítulo 3, y se desarrollara el PMP, sin embargo, antes de los programas correspondientes para las máquinas, se crearan fichas para apoyar el mantenimiento y de esta forma incorporar un sistema de control y gestión en la empresa.

4.1. **FICHAS TÉCNICAS**

En el estudio y desarrollo del perfil de la empresa, Capítulo 2, párrafo 2.1 perfil de la empresa, la empresa se caracteriza además por sus antiguos procedimientos, también por escases de un sistema de control o una gestión del mantenimiento, el desarrollo del análisis ha chocado con el pobre o nula trazabilidad de los equipos o las maquinarias. La empresa prescinde de catálogos o algún tipo de documento que informe sobre la maquinaria perteneciente a la empresa, debido a que en el momento de la adquisición del equipo o maquinaria los antiguos dueños no poseen dichos documentos o la empresa no exige la entrega en conjunto con la maquinaria y la totalidad de su documentación.

Lo primero previo a desarrollar un PMP, es elaborar documentación que permita a la empresa comenzar un sistema de control de los equipos o la maquinaria, en este caso se crearan fichas técnicas, que pueden ser incorporadas para toda la maquinaria no solo para la que se desarrollara el PMP.

4.1.1 **Desarrollo de fichas técnicas**

En el Anexo 3, se encuentra la ficha técnica que se confecciono para la empresa, la creación de fichas técnicas en esta primera instancia tendrá información básica y general, se dividirán en 3 partes para una mejor elaboración y comprensión de este documento. La ficha técnica se descompone y analiza en las siguientes imágenes:

REALIZADO POR:		FECHA:	
MAQUINA-		SERVICIO DE ARRIENDO	
FABRICANTE:		UBICACIÓN:	
MODELO:		SECCIÓN:	
MARCA:		CODIGO UNITARIO:	
AÑO:			

Figura 4-1. Información básica.

Fuente: Información básica de la ficha técnica – Elaboración propia

La Figura 4-1, posee los datos básicos de la máquina y de la persona que realizó el registro, los datos a completar en esta sección son:

- Realizado por: para respaldo y aclaración de cualquier duda que genere el documento ya sea por una mala interpretación o error de registro es necesario dejar el nombre de la persona que realizó la documentación.
- Fecha: Tener la fecha de cuando se elaboró o se realizó el último registro de la documentación ayudara a la empresa si necesita una actualización de la ficha o no.
- Máquina: Cada ficha será independiente para cada máquina y equipo, para esto se debe estipular a cuál corresponde, por ejemplo, si es un tractor o la grúa horquilla.
- Fabricante: Como la empresa tiene escasos de catálogos y documentación tener datos como el fabricante ayuda a la empresa a que en el momento que se necesite obtener algún repuesto sea más acotada la búsqueda.
- Modelo: La empresa posee maquinaria con la misma funcionalidad y propósito, la diferencia es su modelo, que además de saber qué tipo de maquinaria se tiene se puede obtener de una forma más expedita el manual de taller del equipo o máquina.
- Marca: De la misma forma que tener el fabricante del equipo o la máquina, tener la marca ayudara a obtener algún repuesto de forma más eficiente.
- Año: El año del modelo del equipo o la maquinaria ayudara a analizar a la empresa si es necesario actualizar o renovar el equipo a la maquinaria pertinente.
- Servicio de arriendo: En la empresa hay diferentes tipos de maquinarias y equipos, algunos de estos equipos o maquinarias entregan servicio de arriendo a otros agricultores, saber cuál se arrienda y no, es fundamental para en los estudios y análisis de las maquinarias y equipos.
- Ubicación: La empresa posee 2 galpones los cuales se utilizan para almacenar los equipos y la maquinaria de la empresa, tener un orden y registro de la ubicación ayudara a una mejor orientación y logística de estos equipos y maquinarias.
- Sección: Para un mayor orden y sistema de control, los galpones se dividirán en el sector de arriendo o servicio único, ayudara a la empresa y al personal tener una mejor gestión en la operación y distribución de los equipos y maquinaria.
- Código unitario: La codificación de los equipos y la maquinaria es esencial para el sistema de control que se desea, además el personal podrá

identificar si se arrienda la maquinaria u otro dato y función con solo mirar el código.

En la ficha técnica específicamente la sección de datos básicos de la máquina y equipo, es necesario crear los códigos unitarios para cada equipo y máquina, estos códigos deben ser impresos en las máquinas o equipos y de esta forma el personal podrá identificar con los códigos de forma visual su ubicación, funcionamiento, etc.

En la Tabla 4-1, se encuentra una forma clara y ordenada de cómo elaborarlos.

MÁQUINA	ABREVIACIÓN	MODELO	NÚMERO	SERVICIO DE ARRIENDO	IDENTIFICACIÓN	UBICACIÓN	SÍMBOLO
TRACTOR	TR	FORD 5000	01	SI	PS	GALPON 1	G1
TRACTOR	TR	MASSEY FERGUSSON 1185S	02	SI	PS	GALPON 1	G1
TRACTOR	TR	MASSEY FERGUSSON MF290	03	NO	NPS	GALPON 1	G1
NEBULIZADOR	NB	PARADA	01	NO	NPS	GALPON 2	G2
MOTONIVELADORA	MTN	RG 120	01	SI	PS	GALPON 2	G2
ENFARDADORA	EFR	NEW HOLLAND 570	01	SI	PS	GALPON 1	G1
GRUA HORQUILLA	HOR	TOYOTA NFJ18	01	SI	PS	GALPON 2	G2
DESMALEZADORA	RA		01	SI	PS	GALPON 1	G1
DESMALEZADORA	RA		02	SI	PS	GALPON 1	G1
DESMALEZADORA	RA		03	SI	PS	GALPON 1	G1
DESMALEZADORA	RA		04	SI	PS	GALPON 1	G1

Tabla 4-1. Elaboración de códigos de máquinas y equipos.

Fuente: Elaboración de códigos para las máquinas y equipos de la empresa – Elaboración propia

En la Tabla 4-1, se descompone y se explica cómo se desarrolló los códigos unitarios de cada máquina y equipo. Cada símbolo corresponde al tipo de máquina o equipo, luego se le asigno un número que corresponde a la antigüedad y el modelo de la máquina o el equipo, con respecto a su representación en antigüedad a mayor el número menor el tiempo que ha estado en la empresa.

Como algunas máquinas y equipos pueden ser arrendadas y otras no, en el código unitario también es importante identificarlas, en este caso parte del código unitario tiene la identificación de PS, se arrienda, y NPS, si la máquina o equipo es de uso particular de la empresa.

Finalmente, en el momento de tener que guardar las máquinas y equipos, es necesario saber a qué lugar se deben dirigir para su correcta ubicación, el código tendrá un símbolo G1, si la ubicación es en el galpón número 1 y si el símbolo es G2, la ubicación es en el galpón número 2.

En la Tabla 4-2, se tiene los códigos unitarios de todas las máquinas y equipos de la empresa según la elaboración de la Tabla 4-1.

MÁQUINA	CÓDIGO UNITARIO
TRACTOR	TR-01-PS-G1
TRACTOR	TR-02-PS-G1
TRACTOR	TR-03-NPS-G1
NEBULIZADOR	NB-01-NPS-G2
MOTONIVELADORA	MTN-01-PS-G2
ENFARDADORA	EFR-01-PS-G1
GRUA HORQUILLA	HOR-01-PS-G2
DESMALEZADORA	RA-01-PS-G1
DESMALEZADORA	RA-02-PS-G1
DESMALEZADORA	RA-03-PS-G1
DESMALEZADORA	RA-04-PS-G1

Tabla 4-2. Codificación de máquinas y equipos.

Fuente: Códigos para las máquinas y equipos de la empresa – Elaboración propia

CARACTERÍSTICAS GENERALES			
PESO:	ALTURA:	ANCHO:	LARGO:
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:		FOTO DE LA MÁQUINA-EQUIPO	
FUNCIÓN			

Figura 4-2. Características generales.

Fuente: Características generales básica de la ficha técnica – Elaboración propia

La Figura 4-2, es la parte central de la ficha técnica y la más importante, debido a que aquí el personal podrá registrar todas las características de la máquina o equipo, esta sección se divide de la siguiente manera:

- Características generales: El personal podrá registrar los datos dimensionales de la máquina o equipo.
- Características técnicas: Con la intención de tener una información detallada se requiere el registro de datos más profundos como, el tipo de motor, potencia, etc., estos datos ayudaran a un mejor análisis de las máquinas y equipos en el momento de necesitar un repuesto, realizar una mantención y principalmente entender qué tipo de funciones puede realizar y bajo qué condiciones.
- Función: Además de tener un registro de los datos básicos y técnicos de las máquinas y equipos también se necesita registrar las tareas o funciones determina el fabricante que puede desarrollar.

- Foto de la máquina-equipos: para una mayor aclaración y evitar posibles confusiones la ficha técnica posee esta sección donde se debe colocar una foto de la máquina o equipo que corresponda a la descripción realizada en la ficha.

FECHA DE ÚLTIMO MANTENIMIENTO:	
OBSERVACIONES:	

Figura 4-3. Información de mantenimiento.

Fuente: Información de mantenimiento de la ficha técnica – Elaboración propia

La Figura 4-3, muestra la última parte de la ficha técnica está orientada al mantenimiento de la máquina o equipo, esta se divide de la siguiente forma:

- Fecha del ultimo mantenimiento: Para un mayor control y en mejora de la gestión del mantenimiento registrar la fecha del ultimo mantenimiento es obligatorio, de esta forma se podrá programar el siguiente mantenimiento.
- Observaciones: Luego de que se realizara el mantenimiento correspondiente, es importante registrar cualquier observación o comentario del procedimiento, ya sea para aclarar lo que se realizó o lo que no se logró hacer o finalizar y si alguna pieza o parte de la máquina o equipo necesita seguimiento, etc.

En el Anexo 4, se puede encontrar un ejemplo de una ficha técnica completada con los datos del tractor Ford 5000.

4.2. PROGRAMA PARA EL PMP

Como se analizó en el Capítulo 3, párrafo 3.1, maquinaria considerada para el desarrollo de un PMP, la maquinaria que será considerara para desarrollar un PMP será el nebulizador Parada y el tractor Massey Ferguson MF290, debido a la diferencia de máquina tanto en sus sistemas y diseño como en su funcionabilidad, se desarrollara un PMP para uno.

4.2.1 Desarrollo de PMP para el nebulizador Parada.

En los problemas históricos entregados por la empresa en el Capítulo 2, párrafo 2.3, problemas históricos de las máquinas, no registraba problemas el nebulizador, un

factor a considerar es el tiempo que lleva en la empresa, el cual no supera los 2 años, sin embargo también se puede interpretar con respecto al tiempo y su operación, que en este tiempo no se ha utilizado o que el procedimiento que se utiliza en la empresa para la operación del nebulizador es el correcto, como la empresa afirmo que ya lleva casi dos temporadas fumigando sus cultivos con el nebulizador Parada, se entiende que los operadores tiene un correcto proceder con el nebulizador.

Lo anterior no implica que el nebulizador pueda sufrir algún tipo de falla, como se analizó en el Capítulo 3, párrafo 3.2.2, análisis de falla del nebulizador Parada, en la tabla de 5 porque, una causa probable son los filtros dañados y requieren observación permanente.

El nebulizador tiene un promedio de 400 a 500 Hr de trabajo en esta empresa, es por esto que el programa del PMP, se confecciono de forma anual, en la Tabla 4-3, se tiene el programa de mantenimiento correspondiente al nebulizador:

MANTENIMIENTO PREVENTIVO NEBULIZADOR	10 Hr O DIARIO	50 Hr O SEMANAL	250 Hr	500 Hr
Inspeccionar y limpiar tanque contenedor				
Inspeccionar el aceite. Si es necesario, rellenar deposito.				
Cambio de aceite.				
Cambiar el filtro hidráulico.				
Cambiar el filtro de entrada del tanque y limpie la tapa.				
Inspeccionar sistema Hidráulico, el apriete de abrazaderas, estado de mangueras, tuberías, etc.				
Inspeccionar manómetro				
Inspeccionar sistema eléctrico, instrumentos, comando, etc. En caso de falla contactarse con especialista				
Inspeccionar y limpiar boquillas, si es necesario cambiar				
Inspeccionar filtro de salida, si es necesario cambiar				
Inspeccionar y limpiar el canastillo.				
Inspeccionar y limpiar filtro de aspiración, si es necesario cambiar.				
Inspeccionar y limpiar rejilla protectora, si es necesario cambiar.				
Cambiar canastillo.				

Cambiar el filtro de salida.				
Cambiar el filtro de aspiración				
inspeccionar y limpiar los alabes, si es necesario cambiar				

Tabla 4-3. Programa del PMP para el nebulizador.

Fuente: Programa anual para el PMP del nebulizador – Elaboración propia

El nebulizador es la máquina que lleva menos tiempo en la empresa y se posee muy poca experiencia con respecto a sus fallas, es por esto que el factor más importante considerado en el desarrollo del programa de mantenimiento preventivo para el nebulizador es la inspección.

Se debe realizar una inspección a las partes y elementos ms importantes y frágiles del nebulizador, de forma diaria el tanque debido a que esta hecho de polietileno, el aceite del nebulizador también se debe inspeccionar diario y de ser necesario abastecer los depósitos.

El sistema de ventilación, boquillas y sistema de comando del nebulizador se deben inspeccionar y limpiar, al tener en observación estos elementos, se pueden evitar posibles fallas de funcionamiento o actuar e informar cualquier irregularidad que pueda derivar en una falla fatal.

En constante vigilancia se tendrán los filtros, algunos se inspeccionaran semanalmente como el filtro de aspiración, salida, de boquillas, y de presentar algún desgaste, fisura, etc., cambiar el filtro, esto es debido a que el agua que se utiliza es proveniente de canales y ríos cercano a la empresa, estos contienen muchos cuerpos extraños que logran dañar los filtros. Como el programa se confecciono a un año de operación el cual equivale a las 500 Hr, se deben cambiar los filtros a las 250 Hr, para que siga operando el nebulizador en óptimas condiciones.

El nebulizador al final de la temporada que de acuerdo al funcionamiento en esta empresa es a las 500 Hr, se debe inspeccionar todas las conexiones, mangueras y sistemas y cambiar los filtros nuevamente y el canastillo del nebulizador, de esta forma el nebulizador estará en condiciones para la siguiente temporada.

4.2.2 Desarrollo de PMP para el nebulizador Parada.

En el desarrollo del PMP para el tractor Massey Ferguson MF290, se abarcara las partes más importantes del tractor, motor, radiador, ruedas, etc., y las causas que pueden provocar algunas fallas que históricamente ha sufrido la empresa.

Un tractor en la agricultura nacional trabaja en promedio de 800 a 1000 Hr por año, es por esto que el PMP se elaborara como un programa anual.

En la siguiente Tabla 4-4, se tiene el programa anual del PMP para el tractor Massey Ferguson MF290:

MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRACTOR	10 Hr O DIARIO	50 Hr O SEMANAL	250 Hr	500 Hr	750 Hr	1000 Hr
Limpie el motor.	CUANDO SEA NECESARIO.					
Abastecer los depósitos de combustibles tras cada periodo de trabajo						
Inspeccionar el nivel de aceite. Si es necesario, completar el depósito con el aceite recomendado.						
Inspeccionar correa del motor. Si es necesario cambiar.						
Inspeccionar el nivel del líquido del radiador. Si es necesario completar con el líquido recomendado						
Limpiar el radiador principal y todas las aletas de los elementos del radiador.						
Quitar el polvo acumulado en la válvula de descarga del filtro de aire.						
Inspeccionar el filtro y el sistema de alimentación de aire; el apriete de las abrazaderas, estado de mangueras, componentes, etc.						
Inspeccionar la tensión y el estado de la(s) correa(s) del ventilador, alternador y bomba de agua.						
Cambiar el aceite, limpiar el depósito antes de abastecerlo.						
Cambiar la correa del radiador.						
Cambiar el filtro Gasoil						
Cambiar el filtro de aceite del motor						
Cambiar el filtro de aire.						
Cambiar el aceite del motor						
Inspeccionar el apriete de la abrazaderas y el estado de las mangueras del sistema de enfriamiento y combustible						
Inspeccionar el estado general de operación del motor: temperatura, presión, desempeño						
Vaciar, limpiar y reabastecer los tanques de combustible						

Limpiar y suministrar el radiador con liquido de enfriamiento adecuado para la temperatura ambiente esperada						
Inspeccionar el nivel de aceite del sistema hidráulico / transmisión						

Tabla 4-4. Programa del PMP para el tractor.

Fuente: Programa anual para el PMP del tractor – Elaboración propia

Debido a que el trabajo agrícola posee muchas variables por el entorno donde se desarrolla, clima, superficie, etc., las inspecciones son parte importante del PMP, teniendo más consideración en los filtros, el aceite, el agua, el combustible, el refrigerante, el radiador y las correas, estos elementos son los que más se repetían en las distintas variables estudiadas en el diagrama de Ishikawa, capítulo 3, párrafo 3.2.4. Las inspecciones se programarán para que sean diarias y semanales, de esta forma los elementos nombrados estarán en constante observación.

El análisis en el diagrama de Ishikawa causas como alcanzo su vida útil, en el caso de los filtros y para los aceites problemas como la degradación y nivel bajo son situaciones claramente evitables, para esto se consideró un tiempo determinado para la renovación de estos, si el tractor opera de forma normal, llegando a las 250 Hr el tractor estará en la cuarta parte de su trabajo anual, y para evitar una exigencia mayor en un entorno variable se deberá cambiar los filtro y aceite, y de esta forma evitar desgaste y deterioro de estos elementos que son esenciales n el tractor.

El tractor finalizado sus tareas anuales pensadas que serán a las 1000 Hr de operación se debe inspeccionar, limpiar y abastecer ciertas partes y componentes del tractor, de esta forma se podrá determinar en qué condiciones finalizo la temporada el tractor y estará en optimas condicione para la próxima temporada.

4.2.3 Fichas de ruta del mantenimiento.

El mayor problema de la empresa es el control y la gestión en el momento del mantenimiento, no poseen registros ni archivos que ayuden a establecer una ruta en el mantenimiento realizado, es por esto que se elaboró fichas de apoyo que complementan los registros y ayuden a que el mantenimiento sea más eficiente y ordenado.

Hay dos tipos de PMP para dos máquinas diferentes, corresponde que existan dos fichas de ruta que evalúen las diferentes máquinas, pero la forma de trabajarlas sea igual.

En la ficha se deberá completar datos básicos como el tipo de máquina, su código, nombre y firma del mecánico o técnico, fecha y hora de trabajo en que se realizó el mantenimiento. El registro de las horas se de trabajo que lleva la máquina es esencial

debido a que el PMP se confecciona y programa de acuerdo al cumplimiento de determinadas horas de trabajo de la máquina.

La ficha de ruta tiene 3 diferentes niveles de mantenimiento y cada uno posee su símbolo el cual debe ser escrito por el mecánico o técnico en el campo que corresponda, los niveles son:

- Inspección (A): A cada componente y elemento de la máquina se le realizara una inspección, si el técnico determina luego de finalizar que no debe continuar con otra acción en la casilla deberá colocar un letra A, de esta forma para el próximo mantenimiento se sabrá que solo se inspecciona el componente o elemento.
- Reparación (B): El mecánico o técnico luego de realizar la inspección, puede determinar que el componente o elemento necesita reparación, y de realizarse al finalizar, se deberá colocar en la casilla correspondiente al componente o elemento una letra B.
- Cambio (C): El programa de mantenimiento requiere que a una cierta cantidad de horas de trabajo de la máquina determinados elementos o componentes sean cambiados , si alguno de estos fue cambiado antes del tiempo programado en el PMP y no hay registros de este procedimiento, puede ocurrir un cambio innecesario de la pieza y un incremento en el costo del mantenimiento que es evitable al registrar una letra C en la casilla correspondiente, luego de haber realizado el cambio del componente o elemento.

Las fichas de rutas se diferencian en los componentes y elementos a evaluar en el Anexo 5.

CAPÍTULO 5: COSTOS DE MANTENIMIENTO.

5. COSTOS DE MANTENIMIENTO

En el último capítulo, se realiza un análisis de costos anuales del mantenimiento correctivo y los posibles costos del PMP si la empresa optara por incorporar este nuevo sistema de mantenimiento.

Además, se analizaran los beneficios obtenidos por la empresa al incorporar el PMP, y las diferencias con el mantenimiento correctivo.

5.1. EVALUACIÓN DE COSTOS PARA LOS DIFERENTES TIPOS DE MANTENIMIENTO.

En desarrollo de un PMP, no solo es con la finalidad de cuidar y prevenir a la máquina o equipo de posibles fallas que pueden resultar irreparables. El mantenimiento preventivo busca minimizar los costos del mantenimiento tanto en el procedimiento como externos a este.

5.1.1 Costos del mantenimiento correctivo.

El mantenimiento correctivo además de actuar sobre la máquina en fallas que en su mayoría son producto de pequeñas averías o desgaste de componentes, comprometen gastos externos al mantenimiento en la Tabla 5-1, se tiene los posibles costos anuales del tractor y el nebulizador con fallas de motor y radiador para el tractor y para el nebulizador falla de bomba.

Costo anual del Mantenimiento correctivo para la empresa				
Radiador		\$ 400.000		\$ 400.000
Motor	Según modelo Perkins P4000	\$ 900.000		\$ 900.000
Operador tractor		\$ 15.000	Día laboral	\$ 75.000
Ayudante para el tractor n° 1		\$ 9.500	Día laboral	\$ 47.500
Ayudante para el tractor n° 2		\$ 9.500	Día laboral	\$ 47.500
Mecánico para el tractor	visita, inspección y limpieza	\$ 15.000	Hora laboral	\$ 390.000
Bomba	Inmovili	\$		\$ 535.000

M35		535.000		
Operador nebulizador		\$ 19.000	Día laboral	\$ 38.000
Ayudante para el nebulizador		\$ 13.000	Día laboral	\$ 26.000
Mecánico para el nebulizador	Inspección y limpieza	\$ 9.000	Hora laboral	\$ 36.000
Traslado	Visita del mecánico	\$ 400	km recorrido (242)	\$ 96.800
Total		\$ 2.591.800		

Tabla 5-1. Costo anual del mantenimiento correctivo para la empresa.

Fuente: Detalle del costo anual del mantenimiento correctivo de la empresa – Elaboración propia

En la Tabla 5-1, se puede apreciar los gastos anuales que pueden tener la empresa con la metodología de mantenimiento preventivo, además de los gastos de mantenimiento se tienen gastos que no corresponden a la reparación de la falla, estos gastos son:

- Operador de tractor: Los operadores de maquinaria pesada, en este caso del tractor, tienen un valor diario laboral más elevado al trabajador de temporada normal, en este caso el día labora es de \$15,000. Una falla un radiador de una máquina y su reparación tiene un tiempo de demora entre 2 a 3 días y la de un motor es de 3 a 4 días, una totalidad de en el mejor de los casos de 5 días se demora en regresar a sus funciones la máquina y que la empresa de igual manera debe pagar al operador un total de \$ 75,000.
- Ayudante para el tractor: Los operadores de tractores en esta empresa se les asigna ayudantes, 2 para ser precisos, los cuales ayudan en las conexiones de los remolques, traslado de equipos, entre otras cosas. Debido a que están propensos a peligros por el trabajo de equipos pesados, el costo de su día laboral es de \$9,500, son dos ayudantes y 5 días que la máquina está detenida, que se traduce en un total de \$47,500, por cada ayudante.
- Operador del nebulizador: Los nebulizadores trabajan con químicos los cuales pueden ser dañinos para el personal que lo opera sin la protección correspondiente, es por esto que el costo del día laboral de los operadores del nebulizador posee un costo mayor al de un operador de tractor, el cual corresponde a \$19,000. La falla de la bomba de un nebulizador en el mejor de los casos puede demorar en la reparación 2

días, esto tiene un costo para la empresa por motivos del operador de \$38,000.

- Ayudante para el nebulizador: El operador requiere colaboración en el momento del procedimiento de llenado del nebulizador y en el proceso de conexión con el tractor para movilizar el nebulizador. El ayudante también está expuesto a los químicos, es por esto que también posee un valor especial de día laboral, el cual es de \$13,000, si la reparación demora 2 días la empresa, el costo de este periodo por el ayudante del nebulizador es de \$26,000.

Los gastos del mantenimiento correctivo incluyen perdidas por HH que no intervienen en el mantenimiento y tampoco en el proceso de producción mientras transcurre el periodo de reparación de la máquina o equipo. Para los casos de las fallas del tractor y el nebulizador los gastos del personal externo ascienden a \$234,000, lo cual corresponde al 9% del total del costo del mantenimiento correctivo, como se muestra en el Grafico 5-1.

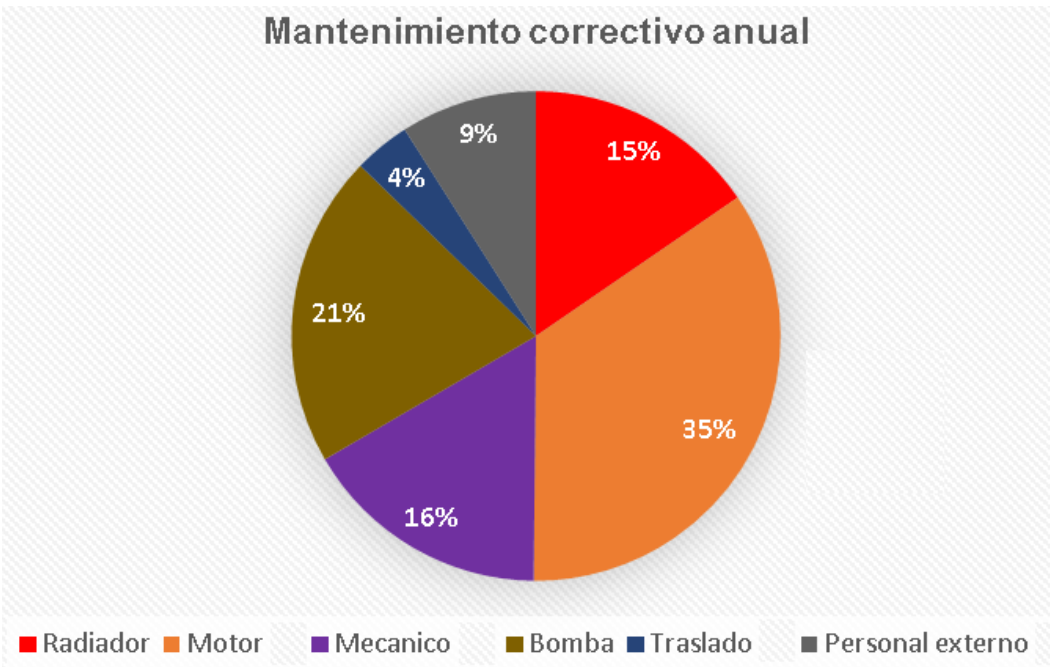


Gráfico 5-1. Mantenimiento correctivo anual.

Fuente: Gráfico de incidencia de los elementos en el mantenimiento correctivo anual – Elaboración propia

El Gráfico 5-1, se analiza el gasto anual del mantenimiento correctivo de la empresa, estos gastos se dividen en diferentes fallas del tractor y el nebulizador, los cuales se analizan de forma independiente en las siguientes tablas:

Mantenimiento correctivo por falla del motor del tractor				
Motor	<i>Según modelo Perkins P4000</i>	\$ 900,000		\$ 900,000
Operador tractor		\$ 15,000	Día laboral	\$ 45,000
Ayudante n°1		\$ 9,500	Día laboral	\$ 28,500
Ayudante n°2		\$ 9,500	Día laboral	\$ 28,500
Mecánico	<i>visita, inspección y limpieza</i>	\$ 15,000	Hora laboral	\$ 300,000
Total				\$ 1,302,000

Tabla 5-2. Mantenimiento correctivo por falla del motor.

Fuente: Detalle de costos del mantenimiento correctivo por falla del motor del tractor – Elaboración propia

Mantenimiento correctivo de falla el radiador del tractor				
Radiador		\$ 400,000		\$ 400,000
Operador tractor		\$ 15,000	Día laboral	\$ 30,000
Ayudante n° 1		\$ 9,500	Día laboral	\$ 19,000
Ayudante n° 2		\$ 9,500	Día laboral	\$ 19,000
Mecánico	<i>visita, inspección y limpieza</i>	\$ 15,000	Hora laboral	\$ 90,000
Total				\$ 558,000

Tabla 5-3. Mantenimiento correctivo por falla del radiador.

Fuente: Detalle de costos del mantenimiento correctivo por falla del radiador del tractor – Elaboración propia

Mantenimiento correctivo por falla de la bomba nebulizador				
Bomba	<i>Inmovili M35</i>	\$ 535,000		\$ 535,000
Operador nebulizador		\$ 19,000	Día laboral	\$ 38,000
Ayudante n°1		\$ 13,000	Día laboral	\$ 26,000
Mecánico	<i>Inspección y limpieza</i>	\$ 9,000	Hora laboral	\$ 36,000
Traslado	<i>Visita del mecánico</i>	\$ 400	km recorrido (242)	\$ 96,800
Total				\$ 731,800

Tabla 5-4. Mantenimiento correctivo por falla de la bomba del nebulizador.

Fuente: Detalle de costos del mantenimiento correctivo por falla de la bomba del nebulizador – Elaboración propia

El tractor puede sufrir variables fallas, entre las más importantes y comunes son los con el radiador y el motor. La acción correspondiente que a realizar en una falla

irreparable de estos elementos esenciales del tractor son reemplazarlos, los gastos del cambio y los asociados se desprenden en la Tabla 5-2, correspondiente a los costos del mantenimiento correctivo por falla de motor del tractor y la Tabla 5-3, la cual corresponde al mantenimiento correctivo por falla de radiador del tractor.

La empresa tiene mayor concentración de gastos en el mantenimiento por la falla del motor, el cual corresponde al 50,24%, esta falla además de corresponder a más de la mitad de la totalidad de los gastos anuales del mantenimiento correctivo, esta falla es la principal a analizar y estudiar para prevenir y disminuir los gastos potenciales en el mantenimiento.

El mantenimiento correctivo del radiador es tan importante como el del motor, ya que, al estar en óptimas condiciones, ayuda a prevenir fallas en el motor causadas por la temperatura. Los costos de mantenimiento correctivo se desglosan en la Tabla 5-3, el gasto total en este mantenimiento es de \$558,000, el cual corresponde al 21,53% del gasto total anual del mantenimiento correctivo de la empresa.

La Tabla 5-4, desglosa los gastos de mantenimiento correctivo por falla de la bomba del nebulizador, estos corresponden a una nueva bomba, el cambio, el trabajo del mecánico y su traslado debido a que la empresa Parada especializada en los nebulizadores, tienen su sucursal física en Santiago, región Metropolitana, y cuando los mecánicos o técnicos se dirigen a otras localidades a realizar diferentes tipos de mantenimiento, la empresa Parada adiciona un valor por la distancia recorrida, el cual es \$400 por km, en este caso la distancia entre Santiago y Cumpeo es de 242 km, lo que se traduce a un total de \$96,800 por conceptos de visita del mecánico, esto sumado al mantenimiento y bomba suma un total de \$731,800, lo cual corresponde al 28,24%, esta es la segunda falla que eleva los costos anuales del mantenimiento correctivo.

5.1.2 Costos del mantenimiento preventivo.

El mantenimiento correctivo de las fallas del radiador y motor del tractor y el nebulizador se estudiaron y se consideraron en el PMP, desarrollado en el capítulo 4, párrafo 4.2, con la finalidad de evitar que estas fallas y sus costos vuelvan a afectar a las correspondientes máquinas. El PMP, posee diferentes gastos que ayudaran a cumplir un correcto mantenimiento preventivo y de esta forma garantizar a la empresa que las máquinas involucradas se encontraran en óptimas condiciones en el momento que se necesite.

En la Tabla 5-5, se analiza los posibles costos anuales del PMP para el tractor y el nebulizador.

Costo anual del mantenimiento preventivo de la empresa				
Aceite	Según calidad (15W40)	\$ 57,600	Tineta	\$ 115,200
Filtro	Aceite	\$ 12,160		\$ 48,640
Filtro	Hidráulico	\$ 14,600		\$ 29,200
Filtro	Gasolil	\$ 9,120		\$ 18,240
Filtro	Aire	\$ 9,880		\$ 29,640
Correa		\$ 4,500		\$ 18,000
Mecánico para el tractor	Visita, inspección y limpieza	\$ 15,000	Hora laboral	\$ 180,000
Canastillo		\$ 18,000		\$ 18,000
Filtro	Aspiración	\$ 26,000		\$ 52,000
Filtro	Entrada de estanque	\$ 27,000		\$ 54,000
Filtro	Salida de estanque	\$ 47,500		\$ 47,500
Filtro	Bomba	\$ 6,500		\$ 6,500
Filtro	Pre-boquillas	\$ 25,000		\$ 25,000
Mecánico para el tractor	Inspección y limpieza	\$ 9,000	Hora laboral	\$ 36,000
Traslado	Visita del mecánico	\$ 400	km recorrido (484)	\$ 193,600
Total				\$ 871,520

Tabla 5-5. Costo anual del mantenimiento preventivo de la empresa.

Fuente: Detalle del costo anual del mantenimiento preventivo de la empresa – Elaboración propia

Los gastos presentados en la Tabla 5-5, corresponde al detalle de gastos de la empresa de incorporar este nuevo procedimiento.

El PMP evitara posibles fallas en el radiador y motor del tractor y de la bomba del nebulizador, estos suman una totalidad de \$871,520. El gasto anual del mantenimiento correctivo es de \$ 2,591.800, al compararse con los posibles gastos para implementar el mantenimiento preventivo, corresponden a un 33,63% del gasto total mantenimiento correctivo.

La Tabla 5-5, se componen de diferentes gastos de procedimientos de mantenimientos preventivos que pueden realizarse en la empresa, al analizar la totalidad de los gatos, se obtiene que los elementos que intervienen son los directamente relacionados con el mantenimiento a excepción del traslado del mecánico para la mantención del nebulizador, este valor tiene una incidencia en el gasto total anual del mantenimiento preventivo de un 22%, como se muestra en el Gráfico 5-2.

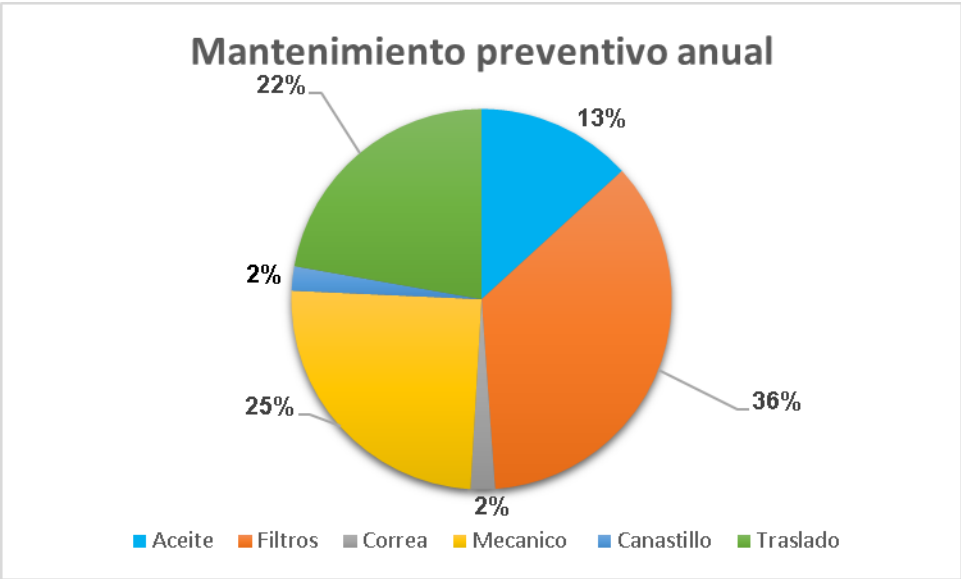


Gráfico 5-2. Mantenimiento preventivo anual.

Fuente: Gráfico de incidencia de los elementos en el mantenimiento preventivo anual – Elaboración propia

El mantenimiento preventivo además del costo del traslado no posee gastos por personal externo al mantenimiento, al no intervenir personal externo en los gastos de mantenimiento preventivo, se determina que los momentos en que se realiza el mantenimiento preventivo, la maquinaria no se encuentra operando en la empresa. Se utilizan los tiempos muertos de las máquinas, es decir, los momentos que están detenidas, de esta forma no interfiere con el proceso de producción y la empresa tiene una disponibilidad del 100% de las máquinas, asegurando los tiempos determinados para la entrega de sus productos.

Los posibles gastos anuales del mantenimiento preventivo se pueden dividir en diferentes costos de procedimientos que se pueden analizar en las siguientes tablas:

Mantenimiento preventivo del radiador del tractor				
Correa		\$ 4,500		\$ 18,000
Mecánico	Visita, inspección y limpieza	\$ 15,000	hora laboral	\$ 60,000
Total				\$ 78,000

Tabla 5-6. Mantenimiento preventivo del radiador del tractor.

Fuente: Detalle de los costos anuales del PMP para el radiador del tractor – Elaboración propia

La Tabla 5-6, posee el costo anual de un mantenimiento preventivo de un radiador, estos corresponden a 4 cambios de correas, y la visita del mecánico con su respectiva inspección, limpieza y realización del procedimiento del cambio de correa, en la tabla se tiene un total de 4 horas, una hora de por cambio de correa y mantenimiento del radiador, esto evitará que le radiador falle completamente y tendrá una variación

considerable de los costos con respecto a un cambio de radiador como se muestra en el Gráfico 5-3.



Gráfico 5-3. Mantenimiento del radiador del tractor.

Fuente: Gráfico de comparación del mantenimiento correctivo y el preventivo para la mantención del radiador del tractor – Elaboración propia

El motor es el corazón del tractor requiere inspección y mantenimiento constante, la Tabla 5-7, tiene los costos anuales de un mantenimiento preventivo de un motor.

Mantenimiento preventivo del motor del tractor				
Aceite	Según calidad (15W40)	\$ 57,600	Tineta	\$ 115,200
Filtro	Aceite	\$ 12,160		\$ 48,640
Filtro	Hidráulico	\$ 14,600		\$ 29,200
Filtro	Gasolil	\$ 9,120		\$ 18,240
Filtro	Aire	\$ 9,880		\$ 29,640
Mecánico	Visita, inspección y limpieza	\$ 15,000	Hora laboral	\$ 120,000
Total				\$ 360,920

Tabla 5-7. Mantenimiento preventivo del motor del tractor.

Fuente: Detalle de los costos anuales del PMP para el motor del tractor – Elaboración propia

. La tineta de aceite que se encuentra en la Tabla 5-7, tiene una capacidad de 20 litros, para el mantenimiento preventivo programado para un año con 2 tinetas es suficiente para abastecer y realizar la mantención del motor. Los filtros que están especificados en la Tabla 5-7, según su tipo y cantidad a ocupar durante el periodo señalado en el programa de mantenimiento preventivo, además se considera al mecánico y su costo total anual para estos procedimientos, el cual contempla 8 horas que

corresponden a 4 intervenciones en el año, con 2 horas de demora en el procedimiento, donde el mecánico, inspecciona, limpia y realiza los procedimientos pertinentes.

Mantenimiento preventivo del nebulizador realizado por mecánico de la empresa Parada				
Canastillo		\$ 18,000		\$ 18,000
Filtro	Aspiración	\$ 26,000		\$ 52,000
Filtro	Entrada de estanque	\$ 27,000		\$ 54,000
Filtro	Salida de estanque	\$ 47,500		\$ 47,500
Filtro	Bomba	\$ 6,500		\$ 6,500
Filtro	Pre-boquillas	\$ 25,000		\$ 25,000
Mecánico	Inspección y limpieza	\$ 9,000	Hora laboral	\$ 36,000
Traslado		\$ 400	km recorrido (484)	\$ 193,600
Total				\$ 432,600

Tabla 5-8. Mantenimiento preventivo del nebulizador realizado por mecánico de la empresa Parada.

Fuente: Detalle de los costos anuales del PMP para el nebulizador realizado con la empresa Parada –
Elaboración propia

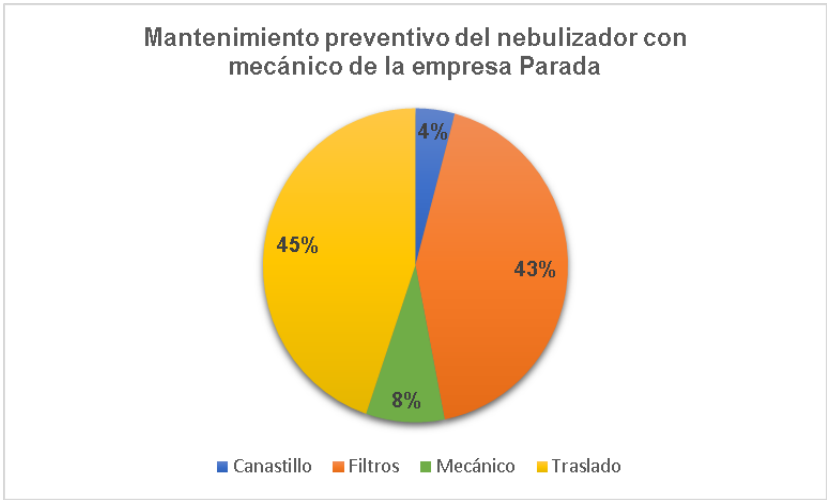


Gráfico 5-4. Mantenimiento preventivo del nebulizador con mecánico de la empresa parada.

Fuente: Gráfico de incidencia del mantenimiento preventivo del nebulizador con mecánico de la empresa Parada – Elaboración propia

El nebulizador es un equipo relativamente desconocido para la empresa y que requiere constante observación, en la Tabla 5-8, se desglosa los costos de mantenimiento preventivo para esta máquina.

En el análisis de costos para el nebulizador se consideró al mecánico de la empresa Parada, con una cantidad de 2 intervenciones anuales, con una demora de 2 horas por intervención, en donde realiza la inspección, limpieza y los procedimientos para los filtros.

Las 2 visitas del mecánico de la empresa Parada, consideradas en el año tienen un costo de \$193,600 y como se ve en el Gráfico 5-8, tiene un 45% de incidencia en el costo anual del mantenimiento preventivo del nebulizador. Se considero para el mantenimiento preventivo del nebulizador a mecánicos de la empresa especializada, pero estos procedimientos también pueden ser realizados por un mecánico especializado en bombas, en la Tabla 5-9, se analiza el nuevo gasto total al cambiar los costos que provienen del mecánico y su visita a la empresa.

Mantenimiento preventivo nebulizador realizado con mecánico de la zona				
Canastillo		\$ 18,000		\$ 18,000
Filtro	Aspiración	\$ 26,000		\$ 52,000
Filtro	Entrada de estanque	\$ 27,000		\$ 54,000
Filtro	Salida de estanque	\$ 47,500		\$ 47,500
Filtro	Bomba	\$ 6,500		\$ 6,500
Filtro	Pre-boquillas	\$ 25,000		\$ 25,000
Mecánico	Inspección y limpieza	\$ 15,000	Hora laboral	\$ 60,000
Total				\$ 263,000

Tabla 5-9. Mantenimiento preventivo del nebulizador realizado con mecánico de la zona.

Fuente: Detalle de los costos anuales del PMP para el nebulizador realizado con mecánico de la zona –
Elaboración propia

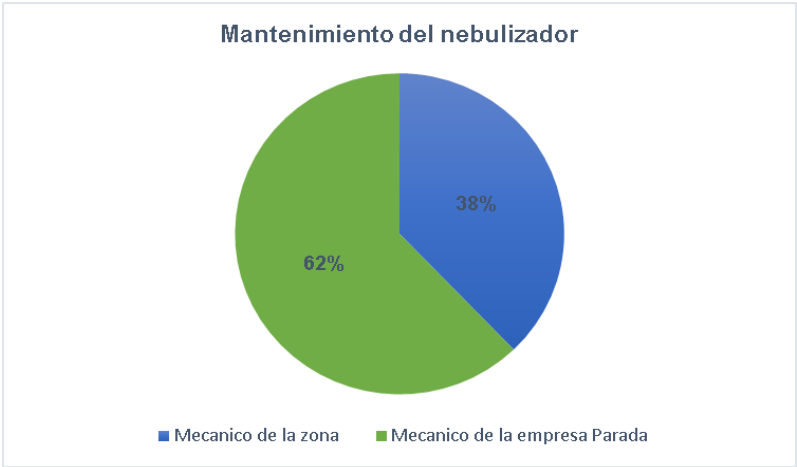


Gráfico 5-5. Mantenimiento preventivo del nebulizador.

Fuente: Gráfico de comparación de los mantenimientos correctivo y preventivo del nebulizador –
Elaboración propia

En la Tabla 5-9, se analizó el costo del mantenimiento preventivo del nebulizador con un mecánico especializado en bombas que pertenece a la zona cercana a la empresa, el costo del mantenimiento preventivo del nebulizador tiene una variación del 38% del costo total entregado en la Tabla 5-8.

Finalmente, el mantenimiento preventivo tiene una considerable disminución de los gastos anuales para la empresa por motivos de mantenimiento de máquinas, el cual corresponde a un 75%, de ahorro según el Gráfico 5-6.



Gráfico 5-6. Gastos de mantenimiento.

Fuente: Gráfico de comparación de los mantenimientos correctivo y preventivo en la empresa de agricultura – Elaboración propia

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Del presente proyecto presentado, orientado principalmente a desarrollar un PMP que pueda implementarse en la empresa de agricultora, se puede obtener que:

- Una vez finalizadas y analizadas las entrevistas realizadas al personal y las visitas a terreno, se concluye que la empresa necesita incorporar un sistema de control para el mantenimiento, la gestión en esta área es fundamental, no solo para poseer un registro de los equipos y máquinas de la empresa, también se complementará con el mantenimiento y sus procedimientos, de esta manera se actuará frente a una falla de forma más clara y efectiva al tener la trazabilidad de los equipos y máquinas.
- La realización correcta de los procedimientos es fundamental, la empresa lleva realizando procedimientos de la forma incorrecta lo que altera el resultado buscado y trae consecuencias como fallas de sistemas de los equipos y máquinas de la empresa, detenciones no programadas lo que provoca un atraso en la producción. La correcta aplicación de los procedimientos también implica la utilización de los materiales requeridos por los manuales, como, por ejemplo, para el almacenamiento del combustible, es obligatorio que su recipiente sea nuevo o que este sea diseñado para este tipo de contenido y que no haya sido utilizado para otro diferente como agua, químicos, etc., así se evitara que al combustible se le adhieran cuerpos extraños y pierda contamine al sistema de la máquina.
- El gran problema de la forma de mantenimiento que realiza la empresa es que provoca detenciones no programadas de los equipos y máquinas, lo cual entorpece con el proceso de producción, específicamente con los tiempos programados para cada etapa de este. De implementarse el PMP, las máquinas aumentarían considerablemente su confiabilidad, debido a que el PMP busca disminuir al nivel de eliminar las causas que provocan las fallas más comunes que ha tenido los equipos y las máquinas de esta empresa, y el programa del PMP está orientado para que la realización de los mantenimientos se lleve a cabo en los tiempos muertos de los equipos y máquinas.
- Al seguir con el mantenimiento correctivo, la empresa continuara con los gastos externos y no relacionados al mantenimiento, debido a que este tipo de

mantenimiento no logra que el equipo y máquina no posea detenciones no programadas, las cuales generalmente aparecen en pleno día laboral o incluso al comienzo de este, provocando además de los atrasos, pérdida de dinero por conceptos de personal que opera y colabora con las tareas que realizan estos equipos y máquinas.

- Finalmente, de incorporarse el PMP, los gastos realizados en el área de mantenimiento disminuirán considerablemente, traduciéndose en solo el 25% del costo actual, debido a que el PMP ataca ciertos elementos secundarios como filtros, correas, entre otros, que podrían causar una falla. El costo para evitar y mantener bajo observación estos elementos es más bajo que el del mantenimiento de elementos primarios como un motor, bomba, etc. Además, el PMP, al realizarse en los periodos programados de detención, no incluye gastos por personal externo al mantenimiento como operarios o ayudantes.

RECOMENDACIONES

Al realizar el perfil de la empresa, esta arroja una enorme deficiencia en conocimientos del personal, específicamente de los operarios de las máquinas, a excepción del nebulizador, los otros equipos y máquinas sufren por la falta de experticia de los operadores. Realizan muchos métodos y procedimientos de forma incorrecta, este mal proceder lleva años por parte de los operarios de la empresa, debido a que el único requisito es la documentación pertinente, la cual es la licencia de tipo D, que es para maquinaria pesada. Es por esto que se sugiere cambiar los requerimientos de contratación, específicamente para los operarios y ayudantes de equipos y máquinas, y exigir algún curso o capacitación en el modelo de equipo o máquina que maniobre el operario o ayudante, si no es así, entonces se recomienda a la empresa gestionar capacitaciones con instituciones pertinentes como el servicio agrícola y ganadero (SAG).

El PMP, de no complementar con operadores aptos para el trabajo de los equipos y máquinas, su impacto en los costos finales de mantenimiento variará dependiendo de cómo se maniobre y se realicen los métodos o procedimientos de estos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Wikipedia, [Agricultura]. Disponibles en:
<https://es.wikipedia.org/wiki/Agricultura>
2. Digital books, [Tractor]. Disponibles en:
<http://reader.digitalbooks.pro/book/preview/18881/C1.html>
3. Tracto data, [Tractor datos técnicos]. Disponible en:
<http://www.tractordata.com>
4. El Mercurio, [Comportamiento del Tractor]. Disponible en:
<http://www.elmercurio.com/campo/noticias/redes/2014/04/17/tractores.aspx>
5. Empresa Parada, [Nebulizador]. Disponible en:
<http://www.pulverizadores.cl/nebulizadores>
6. El Mercurio, [Mantenimiento para maquinaria agrícola]. Disponible en:
<http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Noticias/2016/08/04/Las-claves-para-realizar-una-adecuada-mantencion-de-la-maquinaria-agricola.aspx>
7. Buscagro, [Vida útil de un tractor]. Disponible en:
https://www.buscagro.com/detalles/Estimacion-de-la-vida-util-del-tractor-agricola-mediante-el-..._68664.html
8. Llantas Web, [Lastrar ruedas de tractor]. Disponible en:
<https://www.llantasweb.com.mx/blog/lastrar-agua-llanta-agricola/>
9. Puro motores, [Problemas de arranque tractor]. Disponible en:
<https://www.puromotores.com/13153680/los-problemas-del-arranque-y-del-solenoide-en-los-tractores-cortacespedes>
10. Fumigadores agrícolas (Fumagri), [Datos tractores]. Disponible en:
<http://www.fumagri.cl/>

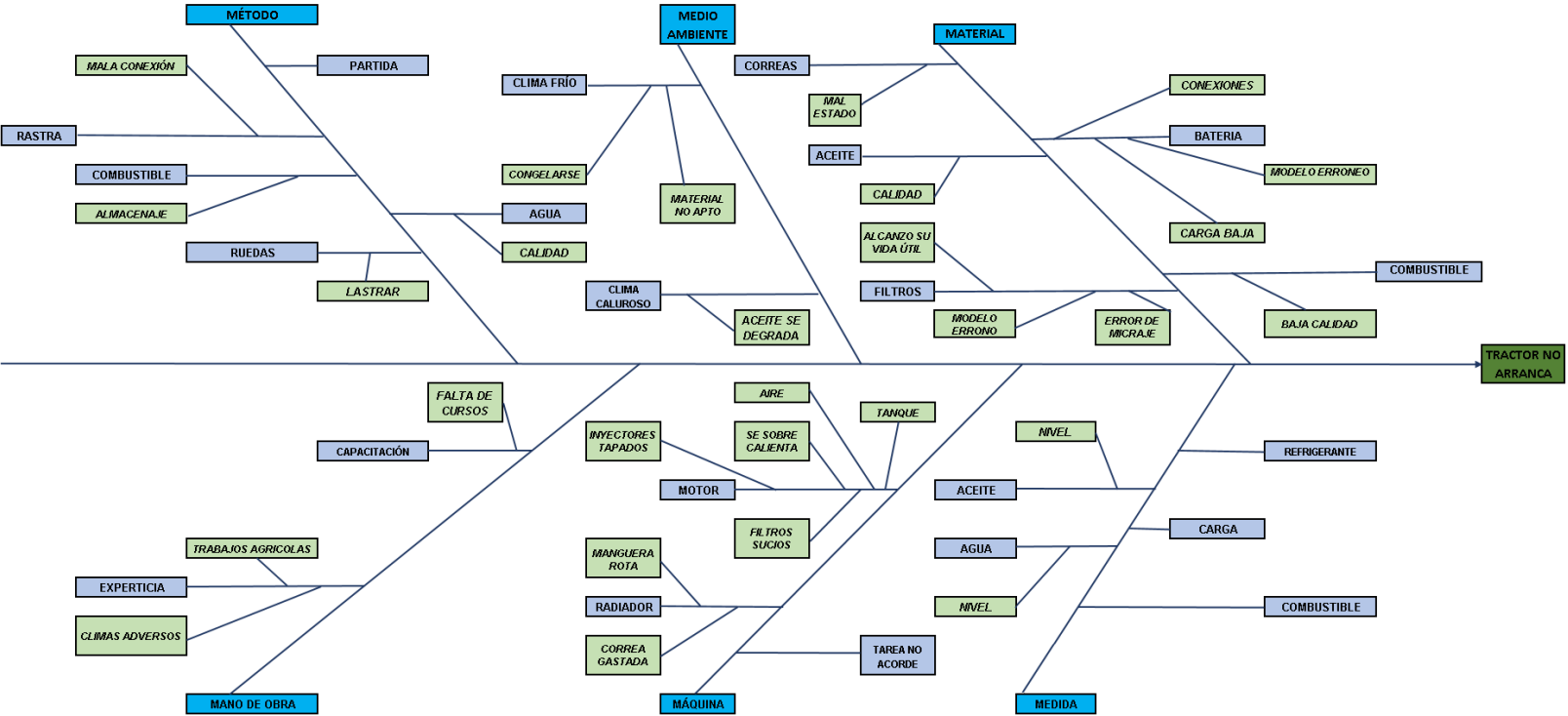
11. Agropecuarios, [Averías de un tractor]. Disponible en:
<http://agropecuarios.net/tractor-agricola-averias-del-motor.html>
12. General agrícola, [Nebulizadores arrastrados]. Disponible en:
<http://www.general-agricola.es/Paginas/Nbarr.html>
13. Agromaster, [Nebulizadores agrícolas]. Disponible en:
<https://agronomaster.com/pulverizadores-agricolas/>
14. Partes del, [Partes del tractor]. Disponible en:
<https://www.partesdel.com/tractor.html>
15. Open course ware, universidad de Sevilla, [Partes del nebulizador]. Disponible en:
<http://ocwus.us.es>
16. Inter empresas, [Agricultura]. Disponible en:
<http://www.interempresas.net/Agricola/Articulos/158487-General-toda-una-vida-dedicada-a-la-pulverizacion.html>
17. Autorep, [Cotizaciones para el tractor]. Disponible en:
<http://www.autorep.cl/>
18. Parada, [Cotizaciones para el nebulizador]. Disponible en:
<https://www.pulverizadores.cl/>

ANEXOS

ANEXO 1: GLOSARIO DE TÉRMINOS

1. CULTIVAR	Práctica de sembrar semillas en la tierra y realizar las labores necesarias para obtener frutos de las mismas.
2. COSECHAR	Recoger los productos del campo o de un cultivo cuando están en óptimas condiciones.
3. LASTRAR	Método de inflado de ruedas de los tractores para aumentar su peso y su estabilidad.
4. ARAR	Método para abrir la tierra y dejar surcos para luego sembrar.
5. FUMIGAR	Depositar productos químicos sobre los campos de cultivo para combatir las plagas de insectos u organismos que pueden dañarlas.
6. TIRARO	Método de traslado de equipos agrícolas a través de alguna conexión con el tractor.

ANEXO 2: DIAGRAMA DE ISHIKAWA (FALLA DEL TRACTOR).



ANEXO 3: FICHA TÉCNICA PARA EQUIPOS Y MÁQUINAS.

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
REALIZADO POR:				FECHA:	
MAQUINA-				SERVICIO DE ARRIENDO	
FABRICANTE:				UBICACIÓN:	
MODELO:				SECCIÓN:	
MARCA:				CODIGO UNITARIO:	
AÑO:					
CARACTERISTICAS GENERALES					
PESO:		ALTURA:		ANCHO:	
				LARGO:	
CARACTERISTICAS TÉCNICAS:			FOTO DE LA MÁQUINA-EQUIPO		
FUNCIÓN					
FECHA DE ÚLTIMO MANTENIMIENTO:					
OBSERVACIONES:					

ANEXO 4: EJEMPLO DE UNA FICHA TÉCNICA COMPLETADA

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA							
REALIZADO POR:	FRANCISCO ESCUDERO ALBORNOZ		FECHA:	21-10-2018			
MAQUINA-	TRACTOR	SERVICIO DE ARRIENDO		SI			
FABRICANTE:	FORD	UBICACIÓN:		GALPON 01			
MODELO:	5000	SECCIÓN:		ARRIENDO			
MARCA:	FORD	CODIGO UNITARIO:		XXX-XXX			
AÑO:	1978						
CARACTERISTICAS GENERALES							
PESO:	2660 kg	ALTURA:	161 cm	ANCHO:	174 cm	LARGO:	360 cm
CARACTERISTICAS GENERALES							
PESO:	2660 kg	ALTURA:	161 cm	ANCHO:	174 cm	LARGO:	360 cm
CARACTERISTICAS TÉCNICAS:				FOTO DE LA MÁQUINA-EQUIPO			
Tiene un motor diesel de 4 cilindros, cuatro ruedas motrices que pesan hasta 9700 libras. El tractor tiene un enganche de tres puntos de categoría 1 y 2 y un pto de 53.09 hp.							
FUNCIÓN Desplaza remolques agrícolas, como enfardadoras, arados, sembradora, etc.							
FECHA DE ÚLTIMO MANTENIMIENTO:				AGOSTO DEL 2017			
OBSERVACIONES:							
Mantenimiento correctivo, problemas con el motor, caja de cambios.							

ANEXO 5: FICHAS DE RUTAS

[illegible]

(FICHA DE RUTA DEL TRACTOR)

[illegible]

(FICHA DE RUTA DEL NEBULIZADOR)

