



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

Disminución de los costos de operación en las cosechadoras de caña a través de un plan de mantenimiento en la empresa agroindustrial Iaredo S.A.A.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico

AUTOR:

Ventura Reyes Anthony George (ORCID: 0000-0002-5806-9196)

ASESOR:

Dr. Inciso Vásquez Jorge Antonio (ORCID: 0000-0001-8798-1283)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistema y Planes de Mantenimiento

TRUJILLO - PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

Dedicado a mi familia en especial para mis padres Jorge Ventura Castro y Kelly Reyes Villanueva que son el motivo de cada uno de mis logros; ya que me brindaron su apoyo en cada momento de mi carrera.

## Agradecimiento

Agradezco a mi madre la señora Kelly Reyes Villanueva por todo su apoyo, no solo en mi vida universitaria sino también en mi época escolar, alentándome día a día para poder cumplir todos mis sueños y metas que me propuse.

Agradezco a la Empresa Agroindustrial Laredo S.A.A. por brindarme la gran oportunidad de realizar mis practicas Pre-Profesionales en sus instalaciones, de donde nació el tema de esta investigación.

Agradezco al Sr. Néstor Palma Serafín, jefe del área de Taller Agrícola en la Empresa Agroindustrial Laredo S.S.A. por su apoyo como mi Jefe inmediato en la empresa apoyándome y brindándome los conocimientos necesarios para desenvolverme en mi vida profesional.

## Índice General

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página de Jurado .....	iv
Declaración de Autenticación .....	v
Índice de Tablas.....	ix
Índice de Gráficos.....	x
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT .....	xii
I. INTRODUCCIÓN .....	13
RESEÑA HISTÓRICA DEL MANTENIMIENTO .....	15
MANTENIMIENTO .....	16
MANTENIMIENTO COMO SISTEMA.....	17
TIPOS DE MANTENIMIENTO.....	17
Mantenimiento Rutinario.....	17
Mantenimiento Programado .....	17
Mantenimiento Correctivo.....	17
Mantenimiento Predictivo .....	18
Mantenimiento Preventivo .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
INDICADORES DE MANTENIMIENTO.....	18
Disponibilidad.....	18
Confiabilidad .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Mantenibilidad .....	19
ACEITES LUBRICANTES .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
ÍNDICE DE VISCOSIDAD .....	19
Aceite Mineral .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Aceite Sintético .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
ADITIVOS DE LOS ACEITES LUBRICANTES.....	20
Aditivos Antidesgaste.....	20
Aditivos detergentes .....	20
Aditivos Dispersantes .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
IMPORTANCIA DE LOS ACEITES SINTÉTICOS .....	20
ANÁLISIS DE ACEITE.....	20
INDICADORES DE GESTIÓN.....	21
Costo de Mano de Obra Externa.....	21

Eficacia de Ordenes de Trabajo .....	22
Desviación de Planificación .....	22
Índice de Rechazo de Unidades Reparadas.....	22
Costo de Mantenimiento por Unidad de Producción .....	22
<b>COSTOS OPERATIVOS .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Costos técnicos y administrativos .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Costos de alquileres o depreciaciones .....	24
Costos por obligaciones y seguros .....	25
Costos en materiales de consumo .....	25
Costos en capacitación y Promoción.....	25
<b>COSTOS DE MANTENIMIENTO .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Costos fijos .....	25
Costos variables.....	26
Costos financieros .....	26
Costo de fallos .....	26
1.1. Problema .....	27
1.2. Hipótesis.....	27
1.3. Objetivo General .....	27
1.4. Objetivos Específicos .....	27
<b>II. MÉTODO .....</b>	<b>28</b>
2.1. Tipo y diseño de investigación .....	28
2.2. Operacionalización de variables.....	28
2.3. Población, muestra y muestreo .....	29
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	34
2.5. Procedimiento .....	35
2.6. Método de análisis de datos .....	36
2.7. Aspectos éticos.....	36
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>37</b>
3.1. Análisis del Estado actual de Taller Agrícola con respecto al mantenimiento de las Cosechadoras de caña.....	37
3.1.1. Software de Gestión de Mantenimiento asistido por Computadora (INFOMANTE) .....	37
3.1.2. Personal de Mantenimiento.....	38
3.1.3. Área de Mantenimiento Preventivo.....	38
3.1.4. Mantenimiento Correctivo.....	39
3.1.5. Repuestos y Logística .....	39

3.1.6.	Fallas y Tiempos perdidos .....	39
	TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS .....	43
	TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR.....	44
	DISPONIBILIDAD ACTUAL DE LAS COSECHADORAS DE CAÑA .....	44
	FALLAS POR SISTEMA .....	53
3.2.	Plan de Mantenimiento Propuesto .....	55
3.4.	Organización del Personal de Taller Agrícola .....	64
3.5.	Indicadores de Mantenimiento con el Mantenimiento Propuesto .....	64
	Disponibilidad.....	64
	Confiabilidad .....	70
3.6.	Costos de Operación Actuales de las Cosechadoras de caña.....	76
	COSTO DE COMBUSTIBLE ACTUAL .....	76
3.7.	Cálculo de los Costos de Operación con el Mantenimiento Propuesto .....	77
	COSTO DE COMBUSTIBLE.....	77
	COSTO DE LUBRICANTES .....	78
	COSTO DE FILTROS .....	79
	COSTO DE DESGASTE DE NEUMÁTICOS .....	82
IV.	DISCUSIÓN.....	85
V.	CONCLUSIONES .....	86
VI.	RECOMENDACIONES .....	86
	REFERENCIAS .....	87
	ANEXOS .....	89

## Índice de Tablas

Tabla 1 Indicadores Ideales del OEE .....	24
Tabla 2 Especificaciones técnicas de la Cosechadora de caña John Deere 3520 - 3522.....	33
Tabla 3 Dimensiones de la Cosechadora de caña John Deere 3520 - 3522 .....	34
Tabla 4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	34
Tabla 5 Muestra de Tiempos perdidos de la cosechadora 117-001 .....	40
Tabla 6 Tiempo de paradas y numero de fallas de las cosechadoras de caña en el año 2013.....	42
Tabla 7 Cuadro Resumen de Tiempos (horas de paro, MTBF, MTTR y Disponibilidad) 2013 .....	45
Tabla 8 Cuadro Resumen de Fallas en la Cosechadora 117-001 .....	53
Tabla 9 Cuadro Resumen de Fallas en la Cosechadora 117-002 .....	53
Tabla 10 Cuadro Resumen de Fallas en la Cosechadora 117-006 .....	53
Tabla 11 Cuadro Resumen de Fallas en la Cosechadora 117-007 .....	54
Tabla 12 Cuadro Resumen de Fallas en la Cosechadora 117-008 .....	54
Tabla 13 Cuadro Resumen de Fallas en la Cosechadora 117-009 .....	54
Tabla 14 Lubricantes usados en los sistemas de la cosechadora de caña .....	55
Tabla 15 Lubricantes Sintéticos para su cambio.....	56
Tabla 16 Cuadro resumen de fallas de la cosechadora 117-001 con el Mantenimiento Propuesto.....	65
Tabla 17 Cuadro resumen de fallas de la cosechadora 117-002 con el Mantenimiento Propuesto.....	65
Tabla 18 Cuadro resumen de fallas de la cosechadora 117-006 con el Mantenimiento Propuesto.....	65
Tabla 19 Cuadro resumen de fallas de la cosechadora 117-007 con el Mantenimiento Propuesto.....	65
Tabla 20 Cuadro resumen de fallas de la cosechadora 117-008 con el Mantenimiento Propuesto.....	66
Tabla 21 Cuadro resumen de fallas de la cosechadora 117-009 con el Mantenimiento Propuesto.....	66
Tabla 22 Resumen de Tiempos (horas de paro, MTBF, MTTR y Disponibilidad) con el Mantenimiento Propuesto .....	69
Tabla 23 Comparación de la Disponibilidad con un Mtto. Actual y Propuesto.....	69
Tabla 24 Confiabilidad con el Mtto. Actual .....	70
Tabla 25 Data para elaborar las curvas de Confiabilidad.....	71
Tabla 26 Comparación de la Confiabilidad con el Mtoo. Actual y el Mtto Propuesto .....	72
Tabla 27 Data para elaborar las curvas del MTBF.....	73
Tabla 28 Data para elaborar las curvas del MTTR .....	74
Tabla 29 Data para elaborar las curvas de disponibilidad .....	75
Tabla 30 Costos de operación detallada por cosechadora, periodo 2013.....	76
Tabla 31 Costo horario y consumo promedio del combustible por cosechadora .....	76
Tabla 32 Costos total de combustible y costo total por cosechadora .....	77
Tabla 33 Costos detallado del consumo de combustible.....	77
Tabla 34 Costos detallado del consumo de Lubricantes.....	78
Tabla 35 Costos Total de Lubricantes por cosechadora .....	78
Tabla 36 Costos de los diferentes filtros en los sistemas de la cosechadora .....	79
Tabla 37 Costos por cambio de filtro en cada sistema de la cosechadora 117-001 .....	79
Tabla 38 Costos por cambio de filtro en cada sistema de la cosechadora 117-002 .....	80
Tabla 39 Costos por cambio de filtro en cada sistema de la cosechadora 117-006.....	80
Tabla 40 Costos por cambio de filtro en cada sistema de la cosechadora 117-007.....	80
Tabla 41 Costos por cambio de filtro en cada sistema de la cosechadora 117-008.....	81
Tabla 42 Costos por cambio de filtro en cada sistema de la cosechadora 117-009.....	81
Tabla 43 Costos Totales por caa cosechadora de caña .....	81
Tabla 44 Costos de Neumáticos por Hora de operación.....	82
Tabla 45 Costos de neumáticos por cosechadora de caña .....	82
Tabla 46 Costos de operación con el Mantenimiento Propupuesto .....	83
Tabla 47 Ahorro de Costos de Operación .....	83
Tabla 48 Ahorro de Costos de Operación .....	83

## Índice de Gráficos

<i>Grafico 1 Representación Gráfica del Índice de viscosidad .....</i>	<i>19</i>
<i>Grafico 2 Distribución de tiempos para un OEEE.....</i>	<i>23</i>
<i>Grafico 3 Diagrama de Pareto de Tiempos de paradas por cosechadora de caña en el año 2013 .....</i>	<i>42</i>
<i>Grafico 4 Diagrama de Pareto de Número de paradas por cosechadora de caña en el año 2013.....</i>	<i>43</i>
<i>Grafico 5 Distribución de Tiempos para hallar el OEE de las cosechadoras de caña con el Mantenimiento Actual .....</i>	<i>51</i>
<i>Grafico 6 Confiabilidad vs MTBF (mtto. Actual) .....</i>	<i>70</i>
<i>Grafico 7 Confiabilidad vs MTBF.....</i>	<i>71</i>
<i>Grafico 8 Disponibilidad vs MTTR.....</i>	<i>73</i>
<i>Grafico 9 Disponibilidad vs MTBF.....</i>	<i>74</i>
<i>Grafico 10 MTBF vs MTTR .....</i>	<i>75</i>



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo fundamental proponer mejoras al plan de mantenimiento de las Cosechadoras de caña en la Empresa Agroindustrial Laredo S.A.A., con el fin de disminuir los costos de operación y al mismo tiempo aumentar la disponibilidad de cada una de ellas, permitiendo formular estrategias para mejorar la planificación y ejecución del mantenimiento. Para el desarrollo de esta investigación, se contó con una data de Costos de Operación y Frecuencia de Fallas del año 2013, primero se procedió a describir el estado actual en el que se encuentra el área de Taller Agrícola con respecto al mantenimiento de las Cosechadoras de caña consultando con el software de mantenimiento para ver el historial de estos equipos, teniendo esa data se procedió a calcular el Tiempo Promedio entre Fallas (MTBF) y el Tiempo Promedio para Reparar (MTTR) para luego calcular la Disponibilidad de cada cosechadora. Seguidamente se propone un cambio del uso de aceite minerales por aceites sintéticos para los sistemas motor e hidráulico, ampliando los rangos de cambio de aceite, se propuso una organización del área por cargos y sus respectivas funciones del personal; implementar el uso de indicadores de mantenimiento y de gestión para la toma de decisiones acertadas según los datos obtenidos. Luego se realizó un análisis de los costos de operación con un mantenimiento inconsistente de cada cosechadora tomando solo como datos los costos de mano de obra, combustible, lubricantes, filtros y desgaste de neumáticos; para luego estimar los costos de operación con un mantenimiento responsable, con la implementación de aceites sintéticos y análisis de aceites. A esto se obtuvo los costos de operación totales con un mantenimiento responsable y comparándola con la gestión anterior (mantenimiento inconsistente) se comprobó un ahorro total de S/. 243,633.66 y un aumento de la producción total por todas las cosechadoras de caña en 1994429 Toneladas de caña en un periodo de 12 meses lo cual es un ahorro muy importante para la empresa.

**Palabras claves:** Mantenimiento, planificación, disponibilidad.

## ABSTRACT

The present research has as main objective to propose improvements to the plan keeping cane harvester in Agroindustrial Laredo SAA, in order to reduce operating costs while increasing the availability of each, allowing develop strategies to improve the planning and execution of maintenance. For the development of this research, we included a data Operating Costs and Frequency of Fallas 2013, first proceeded to describe the current state it is the area of Agricultural Workshop regarding the maintenance of the Harvester cane at the maintenance software to view the history of these teams, having this data is calculated the Mean Time Between Failures (MTBF) and Mean Time to Repair (MTTR) and then calculate the availability of each harvester. Following a change in the use of mineral oil with synthetic oil for engine and hydraulic systems, extending the range of proposed oil change, an organization of area fee and their staff functions was proposed; implement the use of maintenance indicators and management to make sound decisions based on the data obtained. Then an analysis of the cost of maintenance operation for each inconsistent combine data taking just as labor costs work fuel, lubricants, filters and tire wear performed; then estimate operating costs with maintenance responsibility, with the implementation of synthetic oils and oil analysis. This total operating costs with responsible maintenance was obtained and comparing the previous administration (inconsistent maintenance) saved a total of was found S/. 243,633.66 and increased total production by all cane harvesters S/. 1,994,429 tons of cane in a period of 12 months, which is a significant savings for the company.

**Keywords:** Maintenance, planning, availability.

## **I. INTRODUCCIÓN**

En esta investigación se estudió cómo influye la implementación de un plan de mantenimiento en la disminución de los costos de mantenimiento de las Cosechadoras de caña de la empresa Agroindustrial Laredo S.A.A., así como también se proponen algunas soluciones para mejorar la calidad en el programa de mantenimiento de estas.

Para sustentar esta investigación se tomaron como antecedentes diversos estudios previos relacionados con el estudio del mantenimiento.

En la Tesis **“PLAN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD (RCM) PARA PLANTAS DE CONCRETO EN PROYECTOS DEL ICE” (Randall Rojas Barahona)**, se llegó a las siguientes conclusiones:

- La ejecución del proyecto plan para la implementación del RCM en plantas de concreto del ICE, debe servir de guía para poder desarrollar este tipo de procesos en otros equipos estratégicos en el desarrollo de proyectos de generación eléctrica del ICE.
- Al desarrollar este proyecto se afianza más el concepto que cada proyecto es único en términos de su tamaño, problemas, restricciones, diversidad y manejo de los recursos.
- Resultó importante para el equipo de proyecto garantizar que los involucrados en el Grupo Natural de Trabajo, tuvieran el conocimiento técnico necesario y la experiencia vivida en otros proyectos, lo que permitió cumplir con las especificaciones de tiempo y alcance.

En la Tesis **“PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA MANTENIBILIDAD DE EQUIPOS DE ACARREO DE UNA EMPRESA MINERA DE CAJAMARCA” (Miguel Ángel Rodríguez del Águila)**, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Se estableció como indicadores para medir la gestión de mantenimiento en equipos de acarreo: Mantenibilidad, Disponibilidad Mecánica, Backlogs, Costo de Variación de mantenimiento.
- La Disponibilidad en el año 2011 fue de 87%, con la propuesta aumentaría a 87%.
- La Mantenibilidad reducirá de 5.3 horas a entre 3 a 5 horas con la propuesta.
- La propuesta no solamente es factible técnicamente sino económicamente, teniendo un resultado de que por cada sol invertido se obtendría una ganancia de 127.25\$.

En la Tesis **“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD PARA LA DISMINUCIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN DE LA MAQUINARIA PESADA DE LA EMPRESA**

**CHIMU AGROPECUARIA S.A.” (José Carlos Valiente Saldaña)**, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Se llegó a determinar que el área de mantenimiento vehicular cuenta con un plan de mantenimiento básico e irresponsable, ya que sólo se enfoca en lo que es cambios de fluidos y sus respectivos filtros.
- Se llegó a determinar con las preguntas básicas del mantenimiento centrado en la confiabilidad que las fallas más comunes en los equipos son:
  - Desgaste excesivo de cuchillas y pernos
  - Rajadura o picadura de mangueras hidráulicas
  - Fugas de aceite hidráulico
  - Deficiencia en el funcionamiento de la bomba hidráulica
  - Deficiencia en bloque de mando.
- Se propusieron posibles alternativas para la mejora en el mantenimiento de la maquinaria, así como también para la disminución de costo, entre las mejoras tenemos:
  - Realizar un seguimiento en el desgaste de las cuchillas para que cuando el nivel de desgaste sea elevado se opte por cambiar o recuperar la cuchilla.
  - Asegurar que las cuchillas que se están utilizando contengan acero DH-2 como elemento estándar para una superior resistencia al desgaste.
  - Realizar un mantenimiento preventivo a la bomba hidráulica y componentes.
  - Realizar un seguimiento al intervalo de tiempo que pasa de una falla a otra en el bloque de mandos para establecer un periodo el cual nos ayude plantear un mantenimiento preventivo a todos los componentes del bloque de mandos.
- Se determinó con la simulación del nuevo plan de mantenimiento y evaluación de los costos estimados que el costo de operación de la maquinaria reduciría en un porcentaje significativo. Los costos estimados son los siguientes:

<b>Comparación de costos en general</b>				
	Actual NS	Estimado NS	Ahorro NS	% ahorro
<b>Costos de operación</b>	1 871 417,185	1453823.488	417593.697	22.31

- Se determinó a través del estudio de la disponibilidad, confiabilidad y Mantenibilidad que con un mantenimiento minucioso y responsable se puede disminuir el índice de paradas por máquina.

La justificación del presente trabajo de investigación titulado “DISMINUCIÓN DE LOS COSTOS DE OPERACIÓN EN LAS COSECHADORAS DE CAÑA A TRAVÉS DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO EN

LA EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A.” Beneficiará a la empresa evitando paradas de cosecha mecánica por fallas imprevistas en las cosechadoras dentro del tiempo de operación reduciendo tiempo perdidos y los altos costos en la compra de repuestos que no se encuentran en stock, tal y como estaba ocurriendo antes de la implementación de este proyecto, así mismo paradas de fábrica por falta de caña ocasionando pérdidas alrededor de 8 millones de soles por cada hora de no producción, de la misma manera poder disponer del personal necesario para realizar las tareas de mantenimiento y no prestar servicio de mano de obra externas para solucionar correctivos. Y aún más, podremos contrarrestar el costo que implica tener la maquinaria parada, si llegamos a dar una solución a este tema lograremos que la empresa obtenga mayores utilidades, así como también rentabilidad y competitividad.

El marco teórico, que se desarrolla a continuación, proporcionara al lector una idea más clara del tema que se está investigando. Se encontrarán los conceptos muy básicos, los complementarios y específicos.

### **RESEÑA HISTÓRICA DEL MANTENIMIENTO**

Desde el principio de los tiempos, el Hombre siempre ha sentido la necesidad de mantener su equipo, aún las más rudimentarias herramientas o aparatos. La mayoría de las fallas que se experimentaban eran el resultado del abuso y esto sigue sucediendo en la actualidad. Al principio solo se hacía mantenimiento cuando ya era imposible seguir usando el equipo. A eso se le llamaba "Mantenimiento Correctivo".

La Revolución industrial fue un periodo histórico comprendido entre la segunda mitad del siglo XVIII y principios del XIX, iniciando con la mecanización de las industrias textiles y el desarrollo de los procesos del hierro. Las innovaciones tecnológicas más importantes fueron la máquina de vapor y la denominada Spinning Jenny, una potente máquina relacionada con la industria textil.

Para 1910 la cantidad de máquinas ya se había incrementado y esto provocaba que el trabajador invirtiera cada vez más de su tiempo para hacer trabajos de arreglo a las mismas. (Mantenimiento Correctivo).

Es así como fue necesario formar cuadrillas de Mantenimiento Correctivo con personal de baja calidad para liberar de este trabajo al personal de producción, el cual debía conocer y tener

habilidad para producir lo que hacía la máquina. En el periodo de 1914 a 1918, la industria de guerra tuvo la necesidad de trabajar en forma continua, debido a la demanda urgente de sus productos, pero la cantidad de máquinas con falla era cada día mayor. El personal de Mantenimiento Correctivo se le comenzó a asignar labores de prevención para evitar que las máquinas más importantes fallaran.

Fue hasta 1950 que un grupo de ingenieros japoneses iniciaron un nuevo concepto en mantenimiento que simplemente seguía las recomendaciones de los fabricantes de equipo acerca de los cuidados que se debían tener en la operación y mantenimiento del equipo.

Esta nueva tendencia se llamó "Mantenimiento Preventivo". Los gerentes de planta se interesaron en hacer que sus supervisores, mecánicos, electricistas y otros técnicos, desarrollaran programas para lubricar y hacer observaciones clave para prevenir daños al equipo.

Aun cuando ayudó a reducir pérdidas de tiempo, el Mantenimiento Preventivo era una alternativa costosa, la razón: Muchas partes se reemplazaban basándose en el tiempo de operación, mientras podían haber durado más tiempo y también se aplicaban demasiadas horas de labor innecesariamente.

## **MANTENIMIENTO**

Varios autores Definen el Mantenimiento como:

Combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantienen en, o se restablece a, un estado en el que puede realizar las funciones designadas. [3]

Disciplina integradora que garantiza la disponibilidad, funcionalidad y conservación del equipamiento, siempre que se aplique correctamente, a un costo competitivo. Esto significa un incremento importante de la vida útil de los equipos y sus prestaciones. [2]

Es el conjunto de acciones que permite conservar o reestablecer un sistema productivo a un estado específico, para que pueda cumplir un servicio determinado. [1]

En general, el mantenimiento es gerenciar recursos y planificar actividades sobre la base de estudios estadísticos, donde se emplean filosofías de la nueva generación, desarrolladas en la última década, y en constante actualización.

## **MANTENIMIENTO COMO SISTEMA**

Un sistema es un conjunto de componentes que trabajan de manera combinada hacia un objetivo común. El mantenimiento puede ser considerado como un sistema con un conjunto que se realiza en paralelo con los sistemas de producción, estos sistemas de producción generalmente se ocupan de convertir entradas o insumos, como materias primas, mano de obra y procesos, en productos que satisfagan las necesidades de los clientes. [2]

La principal salida de un sistema de producción son los productos terminados; una salida secundaria sería la falla de un equipo. Esta salida secundaria genera una demanda de mantenimiento. El sistema de mantenimiento toma esto como entrada y le agrega conocimiento experto, mano de obra y refacciones, y produce un equipo en buenas condiciones que ofrece una capacidad de producción. [2]

En el ANEXO N°1 se muestra un sistema típico de mantenimiento.

## **TIPOS DE MANTENIMIENTO**

### ***Mantenimiento Rutinario***

Es el que comprende actividades tales como: lubricación, limpieza, protección, ajustes, calibración u otras; su frecuencia de ejecución es hasta periodos semanales, generalmente es ejecutado por los mismos operarios de los sistemas y su objetivo es mantener y alargar la vida útil de dichos sistemas operativos evitando su desgaste. [4]

### ***Mantenimiento Programado***

Toma como base las instrucciones técnicas recomendadas por los fabricantes, constructores, diseñadores, usuarios y experiencias conocidas, para obtener ciclos de revisión y/o sustituciones para los elementos más importantes de un sistema a objeto de determinar la carga de trabajo que es necesario programar. Su frecuencia de ejecución cubre desde quincenal hasta generalmente periodos de un año. Es ejecutado por las cuadrillas de la organización de mantenimiento que se dirigen al sitio para realizar las labores incorporadas en un calendario anual. [10]

### ***Mantenimiento Correctivo***

Es una actividad no planificada y Consiste en intervenir exclusivamente después de presentarse la anomalía. Esta es la forma primaria de mantenimiento y no es aplicada como política única en

ninguna instalación importante. Tiene dos formas de intervención: Correctivos Programado (reparación) y el Correctivo no programado (Averías). Este tipo de Mantenimiento se basa en corregir la falla cuando esta se produce, es decir se espera a que la maquina se descomponga o falle, para hacer solo las reparaciones necesarias.

**Mantenimiento Predictivo**

El mantenimiento predictivo es una técnica para pronosticar el punto futuro de rotura o avería de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza. [8]

**INDICADORES DE MANTENIMIENTO**

Según Becerra [1], para asegurar un buen desempeño de las funciones de los equipos es necesario medir de forma simple sus características esenciales a través de ciertos parámetros:

**Disponibilidad**

Es la probabilidad de que un objeto o sistema opere bajo condiciones normales durante un periodo de tiempo establecido, el parámetro que identifica la confiabilidad es el Tiempo Medio de Fallas, es decir son lapsos de tiempos entre una falla y otra.

Fórmula Matemática:

$$D = \left( \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

$$MTBF = \frac{ht}{np} \dots\dots\dots (2)$$

$$MTTR = \frac{hp}{np} \dots\dots\dots (3)$$

Dónde:

*D*: Disponibilidad

*MTBF*: Media de Tiempo de Buen Funcionamiento o Tiempo medio entre Fallas

*MTTR*: Media de Tiempo de Técnicas de Reparación o Tiempo Promedio para Reparar

*ht*: horas trabajadas o de marcha durante el periodo de evaluación

*hp*: número de paros durante el período de evolución

*np*: número de paros durante el período de evolución.



### **Mantenibilidad**

Es la probabilidad de que un objeto o sistema sea reparado durante un periodo de tiempo establecido bajo condiciones procedimentales establecidas para ello, siendo su parámetro básico el Tiempo Promedio Fuera de Servicio.

Fórmula Matemática:

$$M = 1 - e^{\left(\frac{-t}{MTTR}\right)} \dots\dots\dots (5)$$

Dónde:

M: Mantenibilidad

t: Tiempo que se espera reparar el activo (horas)

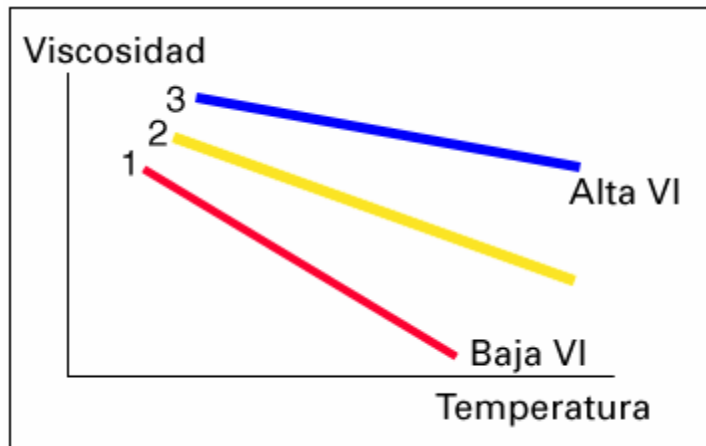
MTTR: Media de Tiempo de Técnicas de Reparación o Tiempo Promedio para Reparar

### **ÍNDICE DE VISCOSIDAD**

El índice de viscosidad es la medida del cambio del espesor de los líquidos respecto a la temperatura. Si el líquido mantiene su consistencia en un rango amplio de temperaturas, el fluido tiene un alto índice de viscosidad. Si el líquido se hace espeso a bajas temperaturas y se hace delgado a altas temperaturas, el fluido tiene un bajo índice de viscosidad.

En los sistemas hidráulicos, los fluidos con un alto índice de viscosidad son preferibles a los fluidos de bajo índice de viscosidad.

Grafico 1 Representación Gráfica del Índice de viscosidad



Fuente: Manual Cat

El aceite de alta viscosidad puede producir operación lenta y podría requerir potencia adicional. La viscosidad baja puede disminuir la capacidad de lubricar del fluido y hace que los componentes se desgasten más rápidamente.

## **ADITIVOS DE LOS ACEITES LUBRICANTES**

### ***Aditivos Antidesgaste***

La finalidad de los lubricantes es evitar la fricción directa entre dos superficies que están en movimiento y estos aditivos permaneces pegados a las superficies de las partes en movimiento, formando una película de aceite, que evita el desgaste entre ambas superficies.

### ***Aditivos detergentes***

La función de estos aditivos es lavar las partes interiores en el motor, que se ensucian por las partículas de polvo, carbonilla, etc., que entran a las partes del equipo a lubricar el motor, etc.

## **IMPORTANCIA DE LOS ACEITES SINTÉTICOS**

Según un artículo publicado por Juan Manuel Salazar C., Ingeniero de lubricación, de la empresa ExxonMobil habla sobre la importancia de los aceites sintéticos frente a los minerales:

- Mínimo desgaste porque en el arranque se establece instantáneamente la lubricación en todo el motor. En menos de un segundo, los SAE 5W-40 llegan al árbol de levas a la cabeza; contrarrestando al temido desgaste por funcionamiento "en seco".
- Mínimo consumo de aceite. Por su baja volatilidad no tienen tendencia a evaporarse con las altas temperaturas, y además por su mayor viscosidad en la zona de aros de pistón optimiza el sellado, con lo que menos aceite pasará a la cámara de combustión, donde se quema.

## **ANALISIS DE ACEITE**

La utilización de las técnicas de análisis de aceite permite corregir problemas a nivel incipiente atacando el problema en su génesis, reduciendo considerablemente los daños que de otra manera sería difícil evitar y rediseñar el programa de mantenimiento preventivo. [18]

Se encuentra que esta metodología resulta en general beneficiosa para empresas que dispongan de equipos que utilizan fluidos lubricantes, refrigerantes y/o transmisores de energía, sujetos a

desgaste y contaminación como motores, cajas de engranajes, compresores y sistemas hidráulicos. [18]

Los beneficios de un Programa de Mantenimiento Proactivo (PMP) basado en análisis de aceite son: [18]

- Detecta tempranamente problemas de tal forma que éstos puedan ser corregidos antes que se conviertan en fallas mayores.
- Monitorea tanto “lo negativo” como “lo positivo”, así se ahorra en cambios prematuros de aceite y revisiones innecesarias.
- Acorta los tiempos de reparación; usando los resultados del laboratorio el personal de mantenimiento va directo al núcleo del problema.
- Es posible programar con la debida antelación la disponibilidad de repuestos y personal de manera de actuar en un plazo conveniente para solucionar el problema detectado por el PMP.
- Monitorea los protocolos de mantenimiento preventivo, permitiendo verificar que este está siendo efectivamente realizado en tiempo y forma.

## **INDICADORES DE GESTIÓN**

Son medidas cuantitativas del grado de satisfacción de un requerimiento que se tenga en cuenta en el mantenimiento. Del resultado dependerá la toma de decisiones que sea tomada por el jefe de mantenimiento.

### ***Costo de Mano de Obra Externa***

El presente índice revela la relación entre los gastos tóales de mano de obra externa como contratación eventual y/o gastos de mano de obra proporcional a los servicios de contratos permanentes, y la mano de obra total empleada en los servicios, durante un periodo.

$$CMOE = \frac{CMOC}{CMOC + CMOP} \times 100 \quad \dots\dots\dots (6)$$

Donde:

*CMOE*: Costo de Mano de Obra Externa

*CMOC*: Costo de Mano de Obra Contratada

*CMOP*: Costo de Mano de Obra Propia

### **Eficacia de Ordenes de Trabajo**

Indica la carga de trabajo que se tiene para un periodo determinado en función de la labor disponible en un determinado periodo.

$$EOT = \frac{OT\ cerradas}{OT\ programadas} \times 100 \quad \dots\dots\dots (7)$$

Donde:

*EOT*: Eficacia de Ordenes de Trabajo.

*OT*: Ordenes de Trabajo.

### **Desviación de Planificación**

Indica la efectividad en la planificación de los trabajos de mantenimiento con relación al trabajo ejecutado.

$$DP = \frac{Horas\ planificadas - Horas\ ejecutadas}{Horas\ planificadas} \times 100 \quad \dots\dots\dots (8)$$

### **Índice de Rechazo de Unidades Reparadas**

Índice que mide la calidad de ejecución de los trabajos de mantenimiento. El tiempo de garantía se considera 72 horas después de ser probado y operado.

$$IRUR = \frac{N^\circ\ de\ ordenes\ rechazadas}{N^\circ\ de\ ordenes\ ejecutadas} \times 100 \quad \dots\dots\dots (9)$$

### **Costo de Mantenimiento por Unidad de Producción**

Mide el costo de mantenimiento por unidad de producción en un periodo dado, Permite visualizar mejoras o deficiencias en el desempeño de mantenimiento en relación a las unidades producidas.

$$CMUP = \frac{\text{Costo total de mantenimiento}}{\text{Unidades totales producidas del periodo}} \times 100 \dots\dots\dots (10)$$

**Efectividad Global de Equipos**

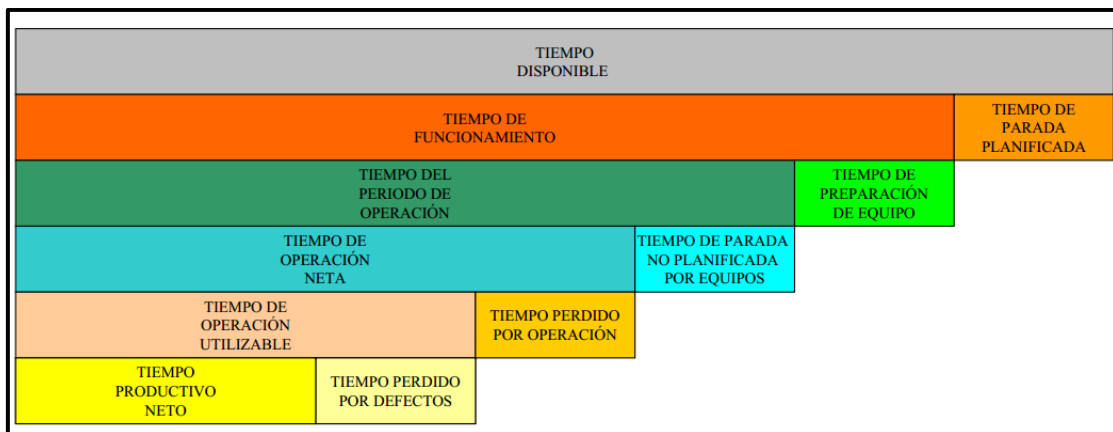
La Efectividad General del Equipo (OEE) mide el rendimiento total al relacionar la disponibilidad de un proceso respecto a su productividad y calidad de producto.

La OEE atiende todas las pérdidas provocadas por el equipo, incluyendo que no esté disponible cuando se necesite debido a paros o pérdidas de configuración y ajuste que no corra a la tasa óptima debido a la velocidad reducida o idling (marcha en vacío) y a pérdidas menores de obstrucción que no entregue productos de primera calidad debido a defectos o a pérdidas por re-trabajo y re-arranque.

La OEE se aplicó primero a la manufactura discreta, pero ahora se usan en plantas de producción discreta, se usa en plantas de producción discreta y procesos por lotes.

En el Grafico N°2 se puede observar la distribución de tiempos general para un OEE:

*Grafico 2 Distribución de tiempos para un OEE*



Fuente: (17)

La OEE se calcula al multiplicar tres factores: disponibilidad, productividad y calidad.

$$\%OEE = (\% \text{Disponibilidad}) \times (\% \text{Productividad}) \times (\% \text{Calidad}) \dots\dots\dots (11)$$

Donde:

$$\% \text{ Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de operación neta}}{\text{Tiempo de funcionamiento}} \times 100 \dots\dots\dots(12)$$

$$\% \text{ Productividad} = \frac{\text{Tiempo de operación utilizable}}{\text{Tiempo de operación neta}} \times 100 \dots\dots\dots(13)$$

$$\% \text{ Calidad} = \frac{\text{Tiempo productivo neto}}{\text{Tiempo de operación utilizable}} \times 100 \dots\dots\dots(14)$$

Los valores usados pueden reflejar una completa planta de procesos, una línea de proceso, o un elemento de equipo individual.

El cálculo de la OEE proporciona enfoque y simplicidad para ayudar en la toma de decisiones.

Le puede ayudar:

Por ejemplo, al rastrear los factores que determinan la OEE, usted puede determinar si su equipo tuvo más tiempo muerto (programado o no programado) de lo esperado, o si estuvo funcionando a un ritmo menor o con pequeños paros, o si produjo más defectos. [24]

*Tabla 1 Indicadores Ideales del OEE*

Efectividad General del Equipo de Clase Mundial	
Disponibilidad	>90%
Productividad	>95%
Calidad	>99%
OEE	>85%

*Fuente: (17)*

**Costos de alquileres o depreciaciones**

Son aquellos gastos por conceptos de bienes muebles e inmuebles, así como servicios necesarios para el buen desempeño de las funciones ejecutivas, técnicas y administrativas de una empresa, tales como: rentas de oficinas y almacenes, servicios de teléfonos, etc.

### ***Costos por obligaciones y seguros***

Son aquellos gastos obligatorios para la operación de la empresa y convenientes para la dilución de riesgos a través de seguros que impidan una súbita descapitalización por siniestros. Entre estos podemos enumerar: inscripción a la cámara de comercio, seguros de vida y seguros de salud para los empleados.

### ***Costos en materiales de consumo***

Son aquellos gastos en artículos de consumo, necesarios para el funcionamiento de la empresa, tales como: combustibles y lubricantes de automóviles y camionetas al servicio de las oficinas de la planta, gastos de papelería impresa, artículos de oficina, etc.

### ***Costos en capacitación y Promoción***

Todo colaborador tiene el derecho de capacitarse y en que tanto éste lo haga, en esa misma medida o mayor aún, la empresa mejorará su productividad. Entre los gastos de capacitación y promoción podemos mencionar: cursos a obreros y empleados, gastos de actividades deportivas, de celebraciones de oficinas, etc.

### ***Costos fijos***

La característica de este tipo de costos es que estos son independientes del volumen de producción o de ventas de la empresa, estos son como su nombre lo dice son fijos, dentro de este tipo de costos podemos destacar la mano de obra directa, los alquileres, los seguros, servicios, etc.

Los costos fijos de mantenimiento están compuestos principalmente por la mano de obra y los materiales necesarios para realizar el mantenimiento preventivo, predictivo, hard time, así como todo gasto originado por el engrase de las maquinas o mantenimiento.

Desde el punto de vista del mantenimiento, estos costos son gastos que aseguran el mantenimiento en la empresa y la vida útil de la maquinaria a mediano y largo plazo. La disminución del presupuesto y recursos destinados a este gasto fijo limita la cantidad de inversiones programadas, y al principio representa un ahorro para la empresa después se traduce en una incertidumbre y gastos mayores para mantener a la empresa en su nivel óptimo.

### ***Costos variables***

Estos costos tienen la particularidad de ser proporcionales a la producción realizada. Podemos destacar dentro de estos a costos como mano de obra indirecta, materia prima, energía eléctrica, además de que no fuera posible e los costes variables que incluyen el mantenimiento. Dentro de los costes variables de mantenimiento nos encontramos básicamente con el de la mano de obra y los materiales necesarios para el mantenimiento correctivo. El mantenimiento correctivo será consecuencia de las averías imprevistas en la maquinaria, como de las reparaciones programadas por otros tipos de mantenimiento a la maquinaria.

### ***Costos financieros***

Los costos financieros asociados al mantenimiento se deben tanto al valor de los repuestos de almacén a las amortizaciones de las maquinas duplicadas para asegurar la producción.

El costo que supone los recambios de un almacén para realizar reparaciones, es un desembolso para la empresa que limita su liquidez. Si los recambios utilizados con cierta frecuencia nos encontramos con un mal menor, dado que esto es un mal menor, dado que esto es una inversión que hace la empresa para mantener la capacidad productiva de la instalación. Sin embargo cuando los recambios tardan mucho en ser utilizados, estamos incurriendo en un gasto que, en principio, no genera ningún beneficio para la empresa.

### ***Costo de fallos***

Normalmente, este concepto no suele tenerse en cuenta cuando se habla de los gastos de mantenimiento, pero su volumen puede ser incluso superior a los gastos tradicionales, costos fijos, costos variables y financieros. Este concepto es aplicable tanto a empresas productivas como a empresas de servicios.

Actualmente la caña de azúcar es un cultivo de elevada relevancia a nivel mundial, y el Perú no es ajeno a esto; en el norte del país existen empresas agroindustriales dedicada a la siembra y cosecha de esta materia prima, para diferentes procesos como la azúcar rubia, refinada, alcohol, etanol, y otros derivados de esta. Por tal razón tanto el proceso de la elaboración en fábrica de la azúcar como la cosecha de la caña son muy importantes; siendo este último quizás el más primordial ya que si se retrasa una cosecha por problemas mecánicos en las cosechadoras podría llegar a una parada de fábrica por algunas horas. Es aquí donde surge la problemática de esta investigación.



La capacidad de molienda actualmente de la empresa Agroindustrial Laredo S.A.A. al haber instalado a inicios del año 2013 un nuevo desfibrador, es de 4000 a 5000 TDC/D (Tonelada de caña diaria), esto exige una gran cantidad de caña en patios para la molienda y producción, tanto de campos propios como de terceros.

Los índices de producción diario de cada cosechadora en la Empresa Agroindustrial Laredo S.A.A. son bajos actualmente siendo un promedio de todo el año 2013 de 264.17 TDC/D siendo este dato muy bajo ya que la producción por hora de una cosechadora es de entre 35 TDC/H a una operación de 13.5 H/D, dando como resultado una pérdida de aproximadamente 200 TDC/D por cada cosechadora, siendo esto compensado por caña de terceros, elevando los costos de producción de azúcar.

Pero a todo esto la razón del porque la - las razones fallas mecánicas presentadas en estas las cuales pudieron ser prevenidas. Es aquí donde se centra esta investigación en solucionar estos problemas y hacer mejoras por medio de un plan de mantenimiento mejorando desde cómo debe organizarse el área hasta establecer indicadores de gestión que nos ayudaran a saber en qué estado se encuentra cada cosechadora como también saber qué es lo que se está haciendo mal. Logrando que las cosechadoras de caña tengan una operación disponible y confiable en la Empresa.

### **1.1. Problema**

¿Cómo la implementación de un Plan de Mantenimiento influye en la Disminución de Costos de operación de las Cosechadoras de caña en la Empresa Agroindustrial Laredo S.A.A.?

### **1.2. Hipótesis**

La Implementación de este Plan de Mantenimiento disminuirá los costos de operación de las cosechadoras de caña de la Empresa Agroindustrial Laredo S.A.A.

### **1.3. Objetivo General**

Determinar la influencia de un plan de mantenimiento en la disminución los costos de Operación de las Cosechadoras de caña en la Empresa Agroindustrial Laredo S.A.A.

### **1.4. Objetivos Específicos**

- Determinar el incremento de la producción promedio de las cosechadoras mediante un plan de mantenimiento.

- Verificar el aumento de la Disponibilidad de cada cosechadora de caña mediante el plan de mantenimiento.
- Establecer y proponer indicadores de mantenimiento e indicadores de gestión.
- Evaluar la reducción de los costos de operación de las cosechadoras de caña mediante la simulación del plan de mantenimiento.

## II. MÉTODO

### 2.1. Tipo y diseño de investigación

Aplicada – Explicativa Cuasi experimental

### 2.2. Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de Medición
<b>(INDEPENDIENTE)</b> Plan de Mantenimiento	CONJUNTO ESTRUCTURADO DE TAREAS QUE COMPRENDEN LAS ACTIVIDADES, LOS PROCEDIMIENTOS, LOS RECURSOS Y LA DURACIÓN NECESARIA PARA EJECUTAR MANTENIMIENTO.	INDICADORES DE MANTENIMIENTO	EQUIPOS OPERATIVOS	%
<b>(DEPENDIENTE)</b> Costos de Operación	COSTOS EN QUE INCURRE UN SISTEMA YA INSTALADO O ADQUIRIDO, DURANTE SU VIDA ÚTIL, CON OBJETO DE REALIZAR LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN, INCLUYENDO LOS COSTOS NECESARIOS PARA EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA.		Costo de Mano de obra Propia	S/.
			Costo de Mano de obra Contratada	S/.
			Costos de Materiales (Herramientas y Repuestos)	S/.
			Costos de Combustible	S/.
<b>(DEPENDIENTE)</b> Disponibilidad	PROBABILIDAD DE QUE UNA MAQUINA ESTÉ PREPARADA PARA PRODUCIR EN UN PERIODO DE TIEMPO DADO.	$D = \left( \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \right)$	MTBF (Media de Tiempo de Buen Funcionamiento)	Horas
			MTTR (Media de Tiempo de Técnicas de Reparación)	Horas
<b>(DEPENDIENTE)</b> Confiabilidad	PROBABILIDAD DE QUE UN EQUIPO DESEMPEÑE SATISFACTORIAMENTE SUS FUNCIONES DURANTE UN PERIODO DE TIEMPO DADO Y BAJO CONDICIONES DE OPERACIONES DADAS.	$R = e^{(-t/MTBF)}$	MTBF (Media de Tiempo de Buen Funcionamiento)	%

Fuente: Elaboración Propia

### **2.3. Población, muestra y muestreo**

#### *Población*

Todas las Cosechadoras de Caña de las Empresa Agroindustriales del Perú.

#### *Muestra*

Todas las Cosechadoras de Caña de las Empresa Agroindustriales de La Libertad

#### *Criterios de Inclusión*

- Base de Datos del año 2013.
- Equipos que se encuentran operando con aceites no sintéticos.
- Que sean cosechadoras de caña.

#### *Criterios de Exclusión*

- Que no estén operativos.
- Tractores, Camiones, Camionetas, Motoniveladoras y Cargadores.

#### *Unidad de Análisis*

Todas las cosechadoras de caña de la Empresa Agroindustrial Laredo S.A.A.:

- Cosechadora de Caña John Deere 3520 (117-001)
- Cosechadora de Caña John Deere 3520 (117-002)
- Cosechadora de Caña John Deere 3520 (117-006)
- Cosechadora de Caña John Deere 3520 (117-007)
- Cosechadora de Caña John Deere 3520 (117-008)
- Cosechadora de Caña John Deere 3520 (117-009)

### **COSECHA MECANIZADA**

Mecánicamente, puede cosecharse en verde o en caña quemada. Ciertamente los lotes que son quemados mejoran el rendimiento de la cosechadora y pueden alcanzarse hasta 60 ton/h por cada cosechadora.

Los inconvenientes del uso de cosechadoras son los altos desembolsos para el productor ya que los precios de cosechadoras son demasiado altos. [18]. En el ANEXO N°3 se muestra una fotografía real de la cosechadora de caña en el momento de su operación en el campo de Arena Dulce de la Empresa Agroindustrial Laredo S.S.A.

## **COSECHADORA DE CAÑA**

El primer prototipo de máquina cosechadora de caña de azúcar fue creado en Australia en el año 1940 por los hermanos Harold y Colin Toft como consecuencia de la costosa mano de obra a causa del inicio de la Segunda Guerra Mundial. La máquina inicial era un cargador mecánico para caña con cortadora de base constituido esencialmente por un brazo móvil con una pinza o gancho para izar manojos de caña en un camión. Posteriormente se adaptó un montacargas mecánico de caña entera.

En 1968, los Toft lanzaron su primera cosechadora de caña picada tipo chooper, la cual se construyó básicamente con partes de tractores, cajas de transmisión y diferenciales mecánicos. En el año 1977 se sustituyeron todos los complejos mecanismos mecánicos por mecanismos hidráulicos y en 1985 se adaptaron sistemas de rodillo picador rotativo y sistemas extractores de hojas que permitieron recoger una materia prima bastante limpia cuando se trataba de corte en verde. (19) En el ANEXO N°4 se muestra la primera cosechadora de caña construida en 1980.

Actualmente existe una gran variedad de marcas y modelos de cosechadoras de diferentes cultivos, que se ofertan en el mercado, generalmente conformadas por elementos muy similares y varían poco entre las diferentes marcas. En los últimos años se ha experimentado una importante evolución en el mundo de las cosechadoras, adecuándolas por aproximaciones sucesivas a las condiciones y características de la mayoría de las explotaciones de una gran variedad de cultivos.

### **SISTEMAS DE UNA COSECHADORA DE CAÑA DE AZÚCAR**

#### *Sistema descogollador o despuntador*

Se encuentra en la parte frontal de la máquina y está compuesto por un par de tambores que giran en sentido contrario hacia adentro. En ellos van montadas cuchillas que desmenuzan (cuchillas de segmento) tanto el tallo inmaduro del cogollo como las hojas verdes. También existen descogolladores que cortan y dejan en el campo el cogollo entero.

#### *Sistema de corte basal o corte de base*

Conformado por dos platos y cuatro cuchillas cada uno. El sistema, que es angulable, permite una inclinación al momento del corte de los tallos. En este punto se produce

la calidad del corte de la cepa y la incorporación de materia extraña compuesta principalmente por el suelo, la cepa misma y las raíces.

#### *Sistema de troceado*

También llamado caja de trozadoras, es el encargado del picado de la caña en trozos gracias a seis u ocho cuchillas montadas en dos rodillos. Este sistema es graduable a diferentes tamaños. Su función es preparar la caña para la limpieza del material extraño, especialmente de las hojas, ya que con el picado de los tallos también se pican las hojas, que quedan más livianas para ser extraídas. De igual manera, los trozos de cogollo y chulquines son susceptibles de ser extraídos más fácilmente por su menor peso. Este sistema, a la vez que pica la caña, la lanza hacia la tolva para facilitar la extracción de material extraño.

#### *Sistema de limpieza, extractor primario*

Consiste en una tolva, sistema aerodinámico con un extractor ubicado en la parte superior, el cual limpia o extrae (succiona) la materia extraña y la expulsa nuevamente al campo. La velocidad de giro de las aspas del extractor se expresa en r.p.m. Las aspas son graduables según se requiera extraer menor o mayor cantidad de materia extraña de la caña. El sistema debe ser graduado adecuadamente para que las pérdidas de caña sean las menores posibles. En este sistema se logra la mayor limpieza de la caña.

#### *Sistema de limpieza, extractor secundario*

Es el último punto por el que pasa la caña antes de ser definitivamente entregada al sistema de cargue. Consiste en lanzar la caña del elevador al vagón de transporte. Con un sistema de extracción más pequeño (menor diámetro), algunos materiales que se desprenden a lo largo del conductor son expulsados y caen al campo. En el ANEXO N°5 se muestra el esquema de una cosechadora general.

## **COSECHADORA DE CAÑA JOHN DEERE 3520**

Las funciones de cosecha empiezan en los discos recogedores, ubicados a cada lado del despuntador, agrupan las puntas de caña y las dirigen al disco de corte del despuntador, que se halla en el centro del mismo. Los divisores de cosecha separan entonces las filas de caña arremolinada o caída. Los rodillos tumbadores tumban la caña hacia delante a un ángulo óptimo de entrada a la cosechadora. Las cortadoras de base cortan la parte de abajo de los tallos. El rodillo transportador de elevación hace que la caña pase a los rodillos alimentadores que regulan la velocidad de la caña, con lo que se determina la longitud de tallo que cortan los trozadores. En los trozadores la caña se corta entre dos cuchillas enfrentadas, de forma que se obtienen tallos limpios y parejos, los cuales caen entonces al receptáculo de la rastra elevadora. Desde aquí los tallos limpios troceados pasan a la rastra elevadora. Mientras tanto el ventilador del extractor primario aspira los restos, las hojas y la suciedad de la caña y la tira al suelo tras la cosechadora. El sistema de rastra elevadora entrega la caña a un cargador de recolección, que puede seguir a la cosechadora por detrás, por la izquierda o por la derecha.

Al caer la caña desde el extremo de la rastra elevadora a dicho cargador de transporte, el material suelto restante lo aspira el ventilador del extractor secundario, en la etapa final del proceso. Estos restos se sacan de la cosechadora por una capota giratoria de extracción secundaria, de forma que tampoco caigan al cargador de transporte.

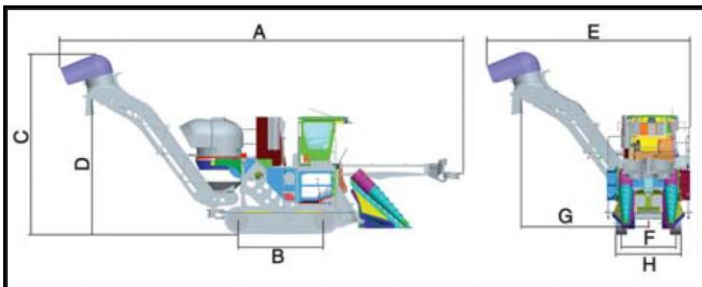
## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS COSECHADORAS DE CAÑA JOHN DEERE 3520

Tabla 2 Especificaciones técnicas de la Cosechadora de caña John Deere 3520 - 3522

<b>MOTOR</b>	
<b>Marca</b>	John Deere
<b>Modelo</b>	6090T PowerTech (Tier II)
<b>Cilindros</b>	6 en línea
<b>Desplazamiento</b>	9.0 L
<b>Potencia</b>	251 kW / 337 hp / 342 cv
<b>Admisión de aire</b>	Turbo y pos enfriador (aire a aire)
<b>Bomba de inyección</b>	De control electrónico
<b>TRANSMISION</b>	
<i>Dos bombas hidrostáticas proporcionan velocidad variable</i>	
<b>Con Ruedas</b>	De 0 a 24.6 kph (15.3 mph)*
<b>Con Orugas:</b>	De 0 a 9 kph (5.6 mph)*
<i>La velocidad máxima está en función de la opción de llantas y/o sistema hidráulico</i>	
<b>CAPACIDAD DE LOS TANQUES</b>	
<b>Combustible</b>	568 L (150 gal)
<b>Aceite Hidráulico</b>	435 L (106 gal)
<b>LLANTAS</b>	
<b>Delanteras</b>	14x17.5 - clasificación 10 lonas
<b>Traseras</b>	23.5x25 - clasificación de 20 lonas, Industrial con perfil agrícola
<b>ORUGAS</b>	
<i>Cadena sellada</i>	
<i>Rueda dentada en una sola pieza atornillada</i>	
<i>Orugas rectas de 46 cm (18 in)</i>	
<i>Guías soldadas con láminas de desgaste atornilladas</i>	

Fuente: Catálogo de Cosechadora de Caña John Deere 3520 – 3522

Tabla 3 Dimensiones de la Cosechadora de caña John Deere 3520 - 3522



Modelo	A	B	C	D	E	F	G	H
Orugas	15.14m	2.97m	6.23m	4.87m	6.45m	1.88m	4.39m	2.33m
Ruedas	15.14m	2.97m	6.23m	4.87m	6.45m	2.08m	4.39m	2.48m

Fuente: Catálogo de Cosechadora de Caña John Deere 3520 – 3522

#### 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Las técnicas e instrumentos, fuentes e informantes a utilizarse en el presente proyecto de investigación serán:

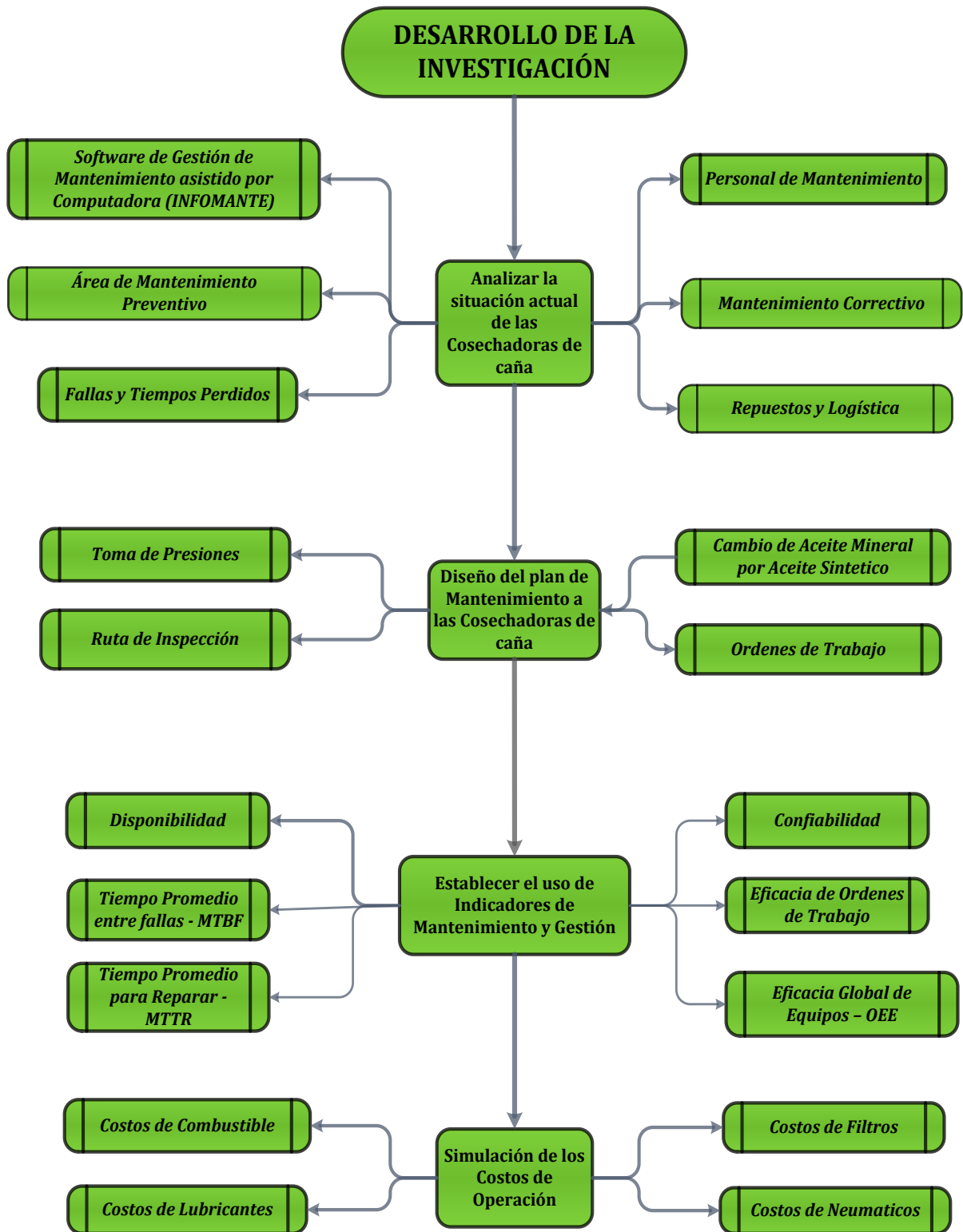
Tabla 4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Técnicas	Instrumentos	Fuentes Informáticas
Entrevista	Guía de Entrevista	Jefe del Dpto. de Taller Agrícola Supervisores del Dpto. de Taller Agrícola Personal Técnico encargado del Mantenimiento

Fuente: Elaboración Propia



## 2.5. Procedimiento



## **2.6. Método de análisis de datos**

Luego de la recolección de información se tabulara en una base de datos y se analizara mediante estadística descriptiva, indicadores de mantenimiento e indicadores de gestión.

La información obtenida se colocó en cuadros y gráficas y para ello utilizamos el software Excel.

## **2.7. Aspectos éticos**

La presente investigación tiene como finalidad gestionar con eficacia y eficiencia el mantenimiento, llegando a identificar y erradicar las presentes fugas de aceite por deficiencia en las bombas o motores hidráulicas, o por no cambiar mangueras hidráulicas que estuvieron en mal estado pudiendo prevenir este cambio; evitando la contaminación del suelo en este caso que sería los mismos campos donde se siembra la materia prima que utiliza la Empresa.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Análisis del Estado actual de Taller Agrícola con respecto al mantenimiento de las Cosechadoras de caña

Para el diagnóstico de la situación de actual de las cosechadoras, se recolecto la información en el área de Taller Agrícola de todo el año 2013.

Se verifico su estado y el comportamiento durante su operación. Se recolectó información de las partes básicas de las cosechadoras, a través de la documentación correspondiente, experiencia del personal mecánico y administrativo de mantenimiento.

Con la información recolectada se levantó un registro de las fallas, tomando en cuenta el tiempo de funcionamiento en horas y si los equipos trabajan de manera continua o discontinua.

Para obtener esta información se recurrió al CMMS (software de gestión de mantenimiento) llamado INFOMANTE con el que trabaja la Empresa, donde se ve reflejado la vida de cada uno de los equipos desde ordenes de trabajo, fallas, horas de parada, mantenimiento, etc.

Con la información recabada se realizó un análisis y se obtuvo lo siguiente:

##### **3.1.1. Software de Gestión de Mantenimiento asistido por Computadora (INFOMANTE)**

###### *Fortalezas:*

- Software de mantenimiento donde se pueden realizar tiene la ventaja de antes de crear una OT se puede crear una solicitud la cual tiene que ser aprobada por el jefe inmediato para poder realizar el trabajo, lo cual da ventaja de priorizar trabajos y no programar trabajos que todavía no se sabe cuándo se realizaran.
- Brinda indicadores de disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad de los equipos.
- Facilidad de ingresar al sistema todo los tipos de repuestos y herramientas que se usaran en un trabajo (orden de trabajo).
- A continuación se muestra el modelo de OT usada en la Empresa Laredo.

###### *Debilidades:*

- Uso inadecuado del software por parte de los digitadores, al momento de ingresar las ordenes de trabajo del mantenimiento correctivo, teniendo parte de culpa el personal encargados de solucionar los correctivos al no detallar en la orden de trabajo (llenada a mano) el trabajo realizado, ocasionando que el digitador ingrese la información a su criterio no siempre está siendo la correcta.
- Mala coordinación entre el supervisor de cosecha y el programador encargado de realizar la orden de trabajo para el mantenimiento preventivo, no llegando a obtener el hodómetro real de motor y retrasándose en unas 50 a 70 horas su mantenimiento, desfasando el mantenimiento en el software.

### **3.1.2. Personal de Mantenimiento**

En el área de taller Agrícola cuenta con un personal algo reducido para atender toda la maquinaria agrícola, ya que existe 3 turnos. Cuenta con 12 mecánicos, 2 electricistas, 1 electricista industrial, 3 llaneros, 3 soldadores y 3 personas encargadas de realizar exclusivamente el mantenimiento preventivo; al no contar con más personal la empresa se ve obligada a contratar el servicio de terceros para atender problemas correctivos en campo, así subiendo los costos de mantenimiento de estas. En todo el año 2013 los costos de mantenimiento por terceros llego a la suma de **S/. 549864**.

Los tipos de Trabajos que se tercerizan son:

- Reparaciones
- Mantenimiento en Campo.
- Fabricaciones.

### **3.1.3. Área de Mantenimiento Preventivo**

Esta área es donde se almacenan los diferentes tipos de aceites para motor, transmisión e hidráulico; así como los diferentes tipos de filtros para la maquinaria.

El Área de taller Agrícola al estar a campo abierto y estar prácticamente limitando con la empresa Tablero Peruanos S.A. y al ser de esta empresa unas de sus materias primas el bagazo, en el proceso de producción se genera un tipo de polvillo de bagazo que llega hasta el área de mantenimiento preventivo

contaminando en parte los aceites al momento de realizar el mantenimiento. Esta Área no se encuentra en un ambiente cerrado, solo la cubre un enrejado.

#### **3.1.4. Mantenimiento Correctivo**

Este tipo de mantenimiento es el más presentado en las cosechadoras. Algunos tipos de fallas ocurridas son:

- Rotura de mangueras hidráulicas en caja porta bombas.
- Fugas de aceite en la caja cortadora de base.
- Llanta baja.
- Fugas internas en pistones hidráulicos.
- Problemas en la cadena del elevador.
- Fallas en bombas y motores hidráulicos.

#### **3.1.5. Repuestos y Logística**

Este aspecto siempre existe tiempos perdidos en la producción de las cosechadoras por falta de repuestos que no llegan a tiempo por una mala prevención de stock. Este tiempo pueden llegar a prolongarse de unos cuantos días hasta semanas; ocasionando que no se coseche y tener que comprar caña a terceros.

#### **3.1.6. Fallas y Tiempos perdidos**

Una cosechadora de caña está diseñada para poder operar las 24 horas del día, pero lo cual es imposible ya que existen 3 turnos, cada operador tiene un descanso por turno obligatorio de 45 minutos, tiempo perdido en relevarse, espera por falta de camiones cañero, etc. Sumando todos esos tiempos que se pierden inevitablemente la empresa llego a la conclusión de que una cosechadora de caña en la empresa agroindustrial Laredo opera **13.5 horas diarias**, de las cuales todavía existen más tiempos perdidos pero los cuales se pueden llegar a eliminar, no en su totalidad pero sin en gran parte, porque son fallas que presentan las maquinas. A continuación se muestra una parte de la información extraída del software INFOMANTE de algunos tiempos perdidos de las cosechadoras de caña.

Tabla 5 Muestra de Tiempos perdidos de la cosechadora 117-001

Mes		Motivo	Grp Par	Horas	% Moti	% M	% Genera
MES01	902	Equipo Enterrado	Operador	0.75	100	0.15	0.01
MES01	905	Varado en Campo	Mantenimiento	25.04	100	5.05	0.44
MES01	906	Repar. en Campo de Equipo	Mantenimiento	3.22	100	0.65	0.06
MES01	907	Traslado al Taller Agríc.	Mantenimiento	0.25	100	0.05	0
MES01	910	Mantenimiento TAgrícola	Mantenimiento	178.59	100	36	3.13
MES01	911	Mantenimiento en Campo	Operacional	10.26	100	2.07	0.18
MES01	912	Lavada de Equipo	Mantenimiento	2.33	100	0.47	0.04
MES01	916	Tanqueo de Combustible	Operacional	6.58	100	1.33	0.12
MES01	920	Revisión Maquinaria Oper.	Operador	11.92	100	2.4	0.21
MES01	921	Parado por Falta de Orden	Administrativo	0.58	100	0.12	0.01
MES01	924	Falta Combust. Lubricant.	Operador	0.33	100	0.07	0.01
MES01	926	Esperando Transporte	Administrativo	21.03	100	4.24	0.37
MES01	930	En Transporte-Plataforma	Operacional	2.75	100	0.55	0.05
MES01	932	Alimentación de Operador	Operador	10.53	100	2.12	0.18
MES01	933	Disponible en Patios	Administrativo	100	100	20.16	1.75
MES01	934	Disponible en Campo	Administrativo	5.96	100	1.2	0.1
MES01	935	Cambio de Turno	Administrativo	0.75	100	0.15	0.01
MES01	938	Varado en Taller Agrícola	Máquina	115.25	100	23.23	2.02
<b>Total Mes</b>				<b>496.12</b>		<b>100</b>	<b>8.7</b>
MES02	901	Paradas de Fábrica	Administrativo	1.87	100	0.49	0.03
MES02	905	Varado en Campo	Mantenimiento	51.13	100	13.41	0.9
MES02	906	Repar. en Campo de Equipo	Mantenimiento	1.58	100	0.41	0.03
MES02	907	Traslado al Taller Agríc.	Mantenimiento	0.17	100	0.04	0
MES02	910	Mantenimiento TAgrícola	Mantenimiento	66.39	100	17.41	1.16
MES02	911	Mantenimiento en Campo	Operacional	1.5	100	0.39	0.03
MES02	916	Tanqueo de Combustible	Operacional	7.04	100	1.85	0.12
MES02	920	Revisión Maquinaria Oper.	Operador	8.57	100	2.25	0.15
MES02	921	Parado por Falta de Orden	Administrativo	2.24	100	0.59	0.04
MES02	924	Falta Combust. Lubricant.	Operador	2.79	100	0.73	0.05
MES02	926	Esperando Transporte	Administrativo	17.61	100	4.62	0.31
MES02	932	Alimentación de Operador	Operador	9.33	100	2.45	0.16
MES02	934	Disponible en Campo	Administrativo	27.17	100	7.12	0.48
MES02	938	Varado en Taller Agrícola	Máquina	184	100	48.24	3.23
<b>Total Mes</b>				<b>381.39</b>		<b>100</b>	<b>6.69</b>
MES03	901	Paradas de Fábrica	Administrativo	1.63	100	0.36	0.03
MES03	905	Varado en Campo	Mantenimiento	37.18	100	8.14	0.65
MES03	906	Repar. en Campo de Equipo	Mantenimiento	3.41	100	0.75	0.06
MES03	907	Traslado al Taller Agríc.	Mantenimiento	1.09	100	0.24	0.02
MES03	908	Llanta Baja	Mantenimiento	0.33	100	0.07	0.01
MES03	910	Mantenimiento TAgrícola	Mantenimiento	70.39	100	15.41	1.23
MES03	911	Mantenimiento en Campo	Operacional	33.73	100	7.39	0.59
MES03	916	Tanqueo de Combustible	Operacional	4.93	100	1.08	0.09
MES03	919	Suelo Húmedo	Clima	2.58	100	0.56	0.05
MES03	920	Revisión Maquinaria Oper.	Operador	12.55	100	2.75	0.22
MES03	921	Parado por Falta de Orden	Administrativo	0.75	100	0.16	0.01
MES03	924	Falta Combust. Lubricant.	Operador	1.42	100	0.31	0.02
MES03	926	Esperando Transporte	Administrativo	100.22	100	21.94	1.76
MES03	930	En Transporte-Plataforma	Operacional	0.92	100	0.2	0.02
MES03	932	Alimentación de Operador	Operador	3	100	0.66	0.05
MES03	933	Disponible en Patios	Administrativo	141.42	100	30.97	2.48

Fuente: Base de Datos del Software de Gestión de Mantenimiento INFOMANTE

De toda esta información y mediante la estadística se pudo llegar a la conclusión del tiempo de operación real de cada cosechadora de caña y que tiempos se pierden tanto por mantenimiento correctivo y espera de repuestos ocasionado por la demora de logística y no contar con un programa de stock de repuestos. A Continuación se muestran estos tiempos.

**Para la cosechadora 117-001 en todo el año 2013:**

- Un total de 4309.3 horas disponibles para cosechar.
- Un total de 3216.1 horas perdidas por motivos distintos al mantenimiento.
- Un total de 1250.48 horas perdidas por mantenimiento correctivo.
- Un total de 3058.82 horas disponibles reales que se cosecho.

***Para la cosechadora 117-002 en todo el año 2013:***

- Un total de 3392.19 horas disponibles para cosechar.
- Un total de 2554.33 horas perdidas por motivos distintos al mantenimiento.
- Un total de 961.69 horas perdidas por mantenimiento correctivo.
- Un total de 2430.50 horas disponibles reales que se cosecho.

***Para la cosechadora 117-006 en todo el año 2013:***

- Un total de 2580.17 horas disponibles para cosechar.
- Un total de 2365.39 horas perdidas por motivos distintos al mantenimiento.
- Un total de 797.29 horas perdidas por mantenimiento correctivo.
- Un total de 1782.88 horas disponibles reales que se cosecho.

***Para la cosechadora 117-007 en todo el año 2013:***

- Un total de 4461.26 horas disponibles para cosechar.
- Un total de 3802.5 horas perdidas por motivos distintos al mantenimiento.
- Un total de 1085.89 horas perdidas por mantenimiento correctivo.
- Un total de 3375.37 horas disponibles reales que se cosecho.

***Para la cosechadora 117-008 en todo el año 2013:***

- Un total de 3879.06 horas disponibles para cosechar.
- Un total de 3322.2 horas perdidas por motivos distintos al mantenimiento.
- Un total de 1107.89 horas perdidas por mantenimiento correctivo.
- Un total de 2771.17 horas disponibles reales que se cosecho.

***Para la cosechadora 117-009 en todo el año 2013:***

- Un total de 4595.91 horas disponibles para cosechar.
- Un total de 4164.09 horas perdidas por motivos distintos al mantenimiento.
- Un total de 1000.48 horas perdidas por mantenimiento correctivo.
- Un total de 3595.43 horas disponibles reales que se cosecho.

El costo de hora de no producción de una cosechadora de caña es de **S/. 370**. Fuente: *Empresa Agroindustrial Laredo S.A.A.*

Ahora veamos el cuadro resumen de tiempos perdidos por cada cosechadora de caña y en cuanto dinero se ve reflejado ese tiempo de paradas.

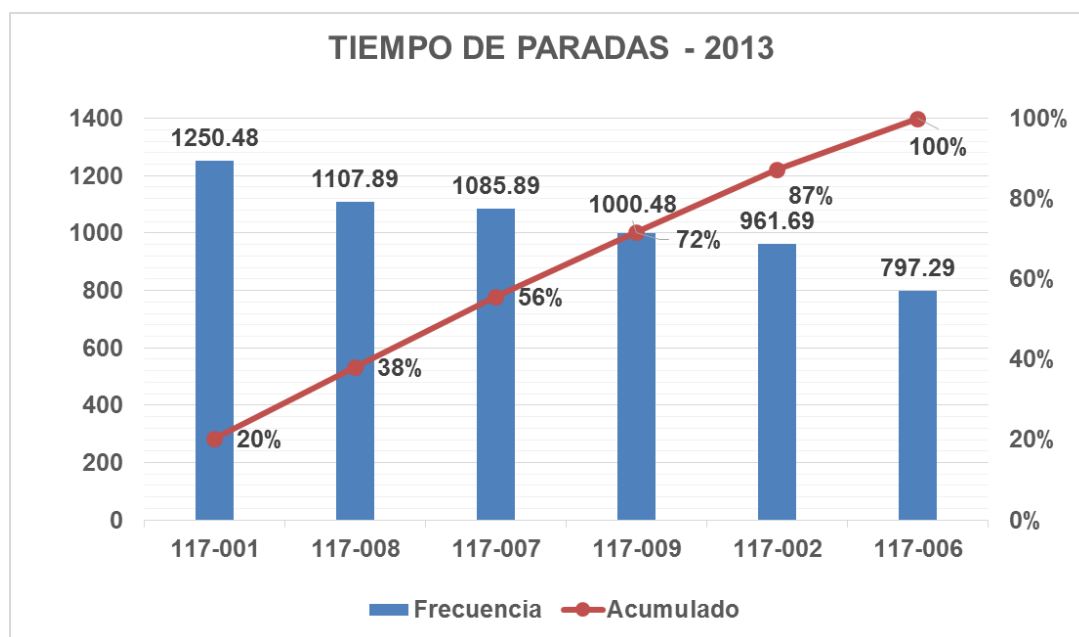
Tabla 6 Tiempo de paradas y numero de fallas de las cosechadoras de caña en el año 2013

EQUIPO		Tiempo de Paradas (h)	Número de Paradas	Perdidas (S/.)
Cosechadora de caña John Deere 3521	117-001	1250.48	103	462677.60
Cosechadora de caña John Deere 3522	117-002	961.69	95	355823.80
Cosechadora de caña John Deere 3524	117-006	797.29	112	294995.82
Cosechadora de caña John Deere 3525	117-007	1085.89	106	401779.30
Cosechadora de caña John Deere 3520	117-008	1107.89	70	409917.88
Cosechadora de caña John Deere 3523	117-009	1000.48	75	370177.60
<b>TOTAL</b>		<b>6203.708111</b>	<b>561</b>	<b>2295372</b>

Fuente: Elaboración Propia con base de datos del software INFOMANTE

De los datos obtenidos en el cuadro 3.1 se puede obtener los siguientes diagramas de Pareto para darnos cuenta que cosechadoras son las que presentaron más tiempo y números de paradas en el periodo de Enero a Diciembre del año 2013.

Grafico 3 Diagrama de Pareto de Tiempos de paradas por cosechadora de caña en el año 2013

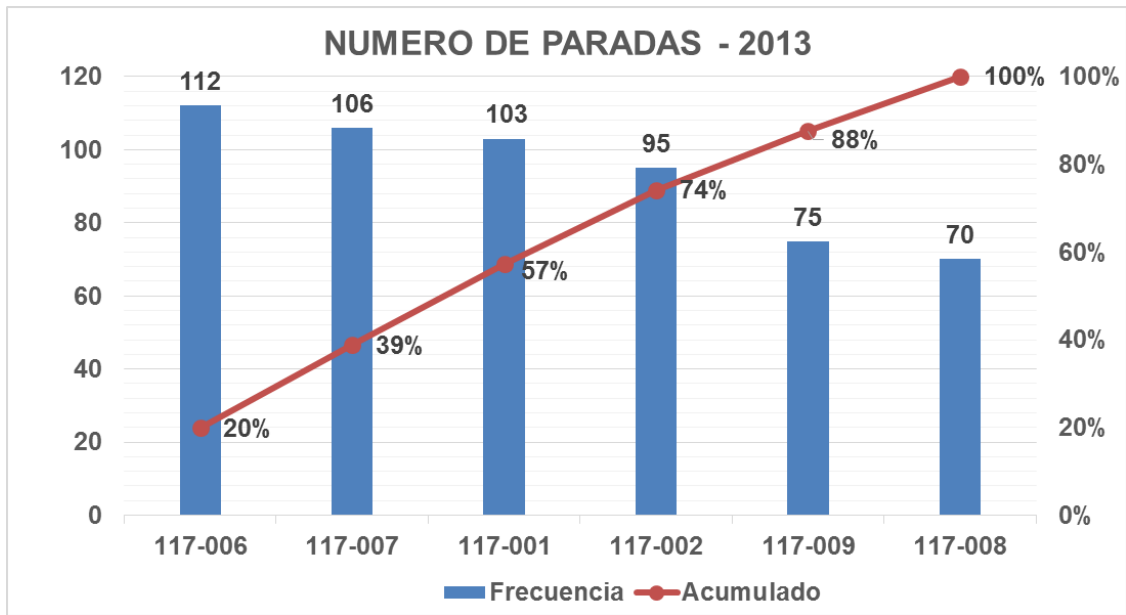


Fuente: Elaboración Propia

El Grafico 3.1 se observa que las cosechadoras 117-001 y 117-008 son las que presentan mayor tiempo de paradas en todo el periodo 2013, acumulando más de 1100 horas cada una.



Grafico 4 Diagrama de Pareto de Número de paradas por cosechadora de caña en el año 2013



Fuente: Elaboración propia

El Grafico 3.2 se observa que las cosechadoras 117-006 y 117-007 son las que presentan mayor tiempo de paradas en todo el periodo 2013, acumulando 112 y 106 horas respectivamente.

Ahora calculamos la Disponibilidad por Cosechadora

**TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS**

Utilizando la formula N° 2 de la página 19.

$$MTBF_{117-001} = \frac{3058.82 \text{ h}}{103} = 29.7 \text{ h}$$

$$MTBF_{117-002} = \frac{2430.50 \text{ h}}{95} = 625.58 \text{ h}$$

$$MTBF_{117-006} = \frac{1782.88 \text{ h}}{112} = 15.92 \text{ h}$$

$$MTBF_{117-007} = \frac{3375.37 \text{ h}}{106} = 31.84 \text{ h}$$

$$MTBF_{117-008} = \frac{2771.17 \text{ h}}{70} = 39.59 \text{ h}$$

$$MTBF_{117-009} = \frac{3595.43 \text{ h}}{75} = 47.94 \text{ h}$$

#### **TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR**

Utilizando la formula N° 3 de la página 19.

$$MTTR_{117-001} = \frac{1250.48 \text{ h}}{103} = 12.14 \text{ h}$$

$$MTTR_{117-002} = \frac{961.69 \text{ h}}{95} = 10.12 \text{ h}$$

$$MTTR_{117-006} = \frac{797.29 \text{ h}}{112} = 7.12 \text{ h}$$

$$MTTR_{117-007} = \frac{1085.89 \text{ h}}{106} = 10.24 \text{ h}$$

$$MTTR_{117-008} = \frac{1107.89 \text{ h}}{70} = 15.83 \text{ h}$$

$$MTTR_{117-009} = \frac{1000.48 \text{ h}}{75} = 13.34 \text{ h}$$

#### **DISPONIBILIDAD ACTUAL DE LAS COSECHADORAS DE CAÑA**

Utilizando la formula N° 1 de la página 19.

$$D_{117-001} = \left( \frac{29.7 \text{ h}}{29.7 \text{ h} + 12.14 \text{ h}} \right) \times 100 = 70.98\%$$

$$D_{117-002} = \left( \frac{25.58 \text{ h}}{25.58 \text{ h} + 10.12 \text{ h}} \right) \times 100 = 71.65\%$$

$$D_{117-006} = \left( \frac{15.92 \text{ h}}{15.92 \text{ h} + 7.12 \text{ h}} \right) \times 100 = 69.10\%$$

$$D_{117-007} = \left( \frac{31.84 \text{ h}}{31.84 \text{ h} + 10.24 \text{ h}} \right) \times 100 = 75.66\%$$

$$D_{117-008} = \left( \frac{39.59 \text{ h}}{39.59 \text{ h} + 15.83 \text{ h}} \right) \times 100 = 71.44\%$$

$$D_{117-009} = \left( \frac{47.94 \text{ h}}{47.94 \text{ h} + 13.34 \text{ h}} \right) \times 100 = 78.23\%$$

A continuación se resume en un cuadro las horas trabajadas, horas de paro, número de fallas y los indicadores de mantenimiento como el MTBF, MTTR y Disponibilidad de cada cosechadora de caña.

*Tabla 7 Cuadro Resumen de Tiempos (horas de paro, MTBF, MTTR y Disponibilidad) 2013*

Equipo	Horas Trabajadas (h)	Horas de Paro (h)	Número de Fallas	MTBF (h)	MTTR (h)	Disponibilidad (%)
Cosechadora 117-001	3058.82	1250.48	103	29.70	12.14	70.98%
Cosechadora 117-002	2430.5	961.69	95	25.58	10.12	71.65%
Cosechadora 117-006	1782.88	797.29	112	15.92	7.12	69.10%
Cosechadora 117-007	3375.37	1085.89	106	31.84	10.24	75.66%
Cosechadora 117-008	2771.17	1107.89	70	39.59	15.83	71.44%
Cosechadora 117-009	3595.43	1000.48	75	47.94	13.34	78.23%

*Fuente: Elaboración propia*

Ahora veremos la efectividad global de las cosechadoras de caña aplicando el método OEE (efectividad global de equipos), gracias a que la empresa cuenta con un formato de actividades mecanizadas (ANEXO N° 15) donde se puede tener una data de los tiempos perdidos de la maquina; cada operador llena este formato en su turno de poniendo en evidencia todo lo acontecido en sus 8 horas de trabajo.

Primero empezaremos realizando el Diagrama de Distribución de Tiempos.

Grafico 5 Distribución de Tiempos para hallar el OEE de las cosechadoras de caña con el Mantenimiento Actual

<b>TIEMPO DISPONIBLE ( 365días*24h*6cosechadoras)</b>			
<b>52560</b>			
<b>Paradas programados de cosecha</b> 3995.00	<b>Tiempo de Funcionamiento</b> 48565.00		
	<b>Paros Programados por Mantenimiento</b> 2489.58	<b>Paros no programados (Fallas)</b> 6203.71	<b>Tiempo del Periodo de Operación</b> 39871.71
		<b>Horas Improductivas</b> 20535.00	<b>Tiempo Operación Neta</b> 19336.71
		<b>Tiempo Perdido por Producción Irregular</b> 1449.83	<b>Tiempo de Operación Utilizable</b> 17886.88
			<b>Reproceso</b> 872.710
			<b>Tiempo Productivo Neto</b> 17014.17

Fuente: Elaboración propia

Aplicando la formula N° 12 calcularemos el factor disponibilidad:

$$Disponibilidad = \frac{19336.71}{48565} \times 100$$

$$Disponibilidad = 39.82\%$$

Aplicando la formula N° 13 calcularemos el factor Productividad:

$$Productividad = \frac{17886.88}{19336.71} \times 100$$

$$Productividad = 92.5\%$$

Aplicando la formula N° 14 calcularemos el factor Calidad:

$$Calidad = \frac{17014.17}{17886.88} \times 100$$

$$Calidad = 95.12\%$$

Entonces con los valores de disponibilidad, productividad y calidad encontrados, podemos hallar el OEE que tiene actualmente las cosechadoras de caña.

$$OEE = 0.3982 \times 0.925 \times 0.9512$$

$$OEE = 0.3503 \times 100\%$$

$$OEE = 35.03\%$$

Nos podemos dar cuenta que la eficiencia global de las cosechadoras de caña es 35% el cual es un valor muy bajo ya que lo ideal es que sea mayor al 85%, siendo este el valor propuesto por el autor Jaime Collantes Bohorquez. [24]

El valor que hace que el OEE se reduzca tanto es el Factor disponibilidad, viendo que los tiempos que se pierden son por mantenimiento, por tal razón más adelante se atacara este problema para reducir estos tiempos y poder aumentar el OEE.

## FALLAS POR SISTEMA

Ahora dividiremos las fallas por sistema, para identificar su criticidad y poder jerarquizarlos así poder facilitar el diseño de estrategias para eliminar o disminuir estas fallas aumentando la disponibilidad y confiabilidad de las cosechadoras de caña.

Tabla 8 Cuadro Resumen de Fallas en la Cosechadora 117-001

COSECHADORA DE CAÑA 117-001			
Sistema	Fallas	Numero de Fallas	Tiempo de Falla (h)
SISTEMA DE CORTE	Caja de cortador de base con vibración	12	168
SISTEMA DE ROLOS	Problemas en los rolos	13	131.3
LOGISTICA	Esperando Repuesto.	14	504
SISTEMA HIDRAULICO	Rotura de mangueras	19	95
SISTEMA ELECTRONICO	Código de falla en Pantalla	17	195.5
SISTEMA DE CORTE	Calibración de las cuchillas trozadoras	11	86.9
SISTEMA DE NEUMATICOS	Rotura de pernos de llanta delantera	17	69.7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9 Cuadro Resumen de Fallas en la Cosechadora 117-002

COSECHADORA DE CAÑA 117-002			
Sistema	Fallas	Numero de Fallas	Tiempo de Falla (h)
LOGISTICA	Esperando Repuesto.	8	384
SISTEMA DE CORTE	Caja de cortador de base con vibración	10	109
SISTEMA DE ROLOS	Problemas en los rolos	12	96
SISTEMA HIDRAULICO	Retenes de la caja trozadora con fuga de aceite	12	72
SISTEMA HIDRAULICO	Problemas en pistón de la suspensión	8	72.19
SISTEMA DE ELEVADOR	Descarrilamiento de Cadena de capuchón secundario	7	45.5
SISTEMA DE ELEVADOR	Anillo de tornamesa de la rastra elevadora desgastada	4	44
SISTEMA DE NEUMATICOS	Rotura de pernos de llanta delantera	15	30
SISTEMA HIDRAULICO	Fuga de aceite hidráulico por caja de cortador de base	12	60
SISTEMA ELECTRONICO	Despuntador no activa y gira a un solo lado	7	49

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10 Cuadro Resumen de Fallas en la Cosechadora 117-006

COSECHADORA DE CAÑA 117-006			
Sistema	Fallas	Numero de Fallas	Tiempo de Falla (h)
LOGISTICA	Esperando Repuesto.	7	320.9
SISTEMA HIDRAULICO	Fuga de aceite por el motor hidraulico	15	76.45
SISTEMA DE ROLOS	Problemas en los rolos	15	127.5
SISTEMA DE ORUGA	Desgaste de eslabones o pernos de cadena	15	125.8
SISTEMA HIDRAULICO	Rotura de mangueras	25	50
SISTEMA HIDRAULICO	Bajo nivel de aceite hidráulico	19	28.5
SISTEMA ELECTRONICO	Código de falla en Pantalla	16	68.14

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11 Cuadro Resumen de Fallas en la Cosechadora 117-007

COSECHADORA DE CAÑA 117-007			
Sistema	Fallas	Numero de Fallas	Tiempo de Falla (h)
SISTEMA HIDRAULICO	Rotura de manguera	22	76
SISTEMA HIDRAULICO	Problemas en los Motores Hidráulicos	15	168
SISTEMA HIDRAULICO	Problemas en las Bombas Hidráulicos	6	51.6
SISTEMA DE ELEVADOR	Problemas en el extractor primario	14	67.29
LOGISTICA	Esperando Repuesto.	10	480
SISTEMA DE NEUMATICOS	Rotura de pernos de llanta delantera	8	57
SISTEMA HIDRAULICO	Rotura de la rotula de la suspensión	9	56
SISTEMA DE ELEVADOR	Descarrilamiento de Cadena de capuchón secundario	11	75
SISTEMA HIDRAULICO	Bajo nivel de aceite hidráulico	11	55

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12 Cuadro Resumen de Fallas en la Cosechadora 117-008

COSECHADORA DE CAÑA 117-008			
Sistema	Fallas	Numero de Fallas	Tiempo de Falla (h)
LOGISTICA	Esperando Repuesto.	13	521
SISTEMA HIDRAULICO	Problemas en las Bombas Hidráulicas	10	100
SISTEMA HIDRAULICO	Problemas en los Motores Hidráulicas	9	93.39
SISTEMA HIDRAULICO	Rotura de mangueras	14	96
SISTEMA HIDRAULICO	Rotura de la rotula de la suspensión	9	94
SISTEMA DE ELEVADOR	Problemas en el extractor primario	8	105.5
SISTEMA ELECTRONICO	Código de falla en Pantalla	7	98

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13 Cuadro Resumen de Fallas en la Cosechadora 117-009

COSECHADORA DE CAÑA 117-009			
Sistema	Fallas	Numero de Fallas	Tiempo de Falla (h)
SISTEMA HIDRAULICO	Rotura de manguera	13	93
SISTEMA HIDRAULICO	Problemas en las Bombas Hidráulicas	10	96
SISTEMA DE ROLOS	Problemas en los rolos	11	93.2
SISTEMA HIDRAULICO	Problemas en los Motores Hidráulicas	10	105
LOGISTICA	Esperando Repuesto.	6	384
SISTEMA DE ELEVADOR	Problemas en el extractor primario	8	84
SISTEMA DE NEUMATICOS	Rotura de pernos de llanta delantera	9	76.28
SISTEMA HIDRAULICO	Bajo nivel de aceite hidráulico	8	69

Fuente: Elaboración propia

Como vemos estos datos de los cuadros anteriores nos indican que muchas de las fallas se dan por falta de interés en el mantenimiento preventivo y predictivo, muy aparte del tiempo bastante alto que se pierde por problemas en logística y la falta de stock de repuestos de alta rotación.

### 3.2. Plan de Mantenimiento Propuesto

Actualmente las cosechadoras de caña en la empresa agroindustrial Laredo S.A.A. trabajan con aceites minerales tales como se describe en la tabla 15:

Tabla 14 Lubricantes usados en los sistemas de la cosechadora de caña

Sistema	Aceite Mineral	Periodo de cambio Según Distribuidor (h)
Carter de Motor	ACEITE MOBIL DELVAC MX 15W40	250
Hidraulico	ACEITE MOBIL FLUID 424	3000
Mando Final	ACEITE MOBILUBE GX-140 (HD 85W-140)	1000
Caja de Engranés del Trozador	ACEITE MOBILUBE GX-140 (HD 85W-140)	1000
Caja de Engranés del Cortador de Base	ACEITE MOBILUBE GX-140 (HD 85W-140)	1000
Caja de Bombas	ACEITE MOBILUBE GX-140 (HD 85W-140)	1000

Fuente: jefatura de Taller Agrícola



Un aceite base mineral es aquél que se obtiene por destilación de petróleo crudo y su posterior refinación (eliminación de moléculas indeseables para la lubricación); no hay transformaciones químicas en su elaboración.

Un aceite sintético se obtiene optimizando moléculas a través de transformaciones químicas (síntesis). Las materias primas son, sin embargo, también componentes seleccionados del petróleo crudo, obtenidos en la industria petroquímica.

Desde el punto de vista del desempeño, se comprueba que las bases sintéticas tienen ventajas en ESTABILIDAD TÉRMICA (soportan temperaturas más altas sin descomponerse ni evaporarse) y tienen mayor FLUIDEZ a temperaturas ambientes y bajas, más ESTABILIDAD en el uso (resistencia al rompimiento molecular).

Pero las propiedades más apreciadas en la industria son:

- Película lubricante más resistente en condiciones críticas de carga
- Menor fricción interna ó fluida, economizando combustible

Por tal razón se implementara el cambio de aceite mineral por sintético en los sistema de motor e hidráulico, ya que estos 2 son los que presentan mayor capacidad y por consiguiente mayor costo de cambio. La tabla 16 muestra el cambio de estos aceites:

*Tabla 15 Lubricantes Sintéticos para su cambio*

Sistema	Aceite Sintetico	Periodo de cambio Según Distribuidor (h)
Carter de Motor	Mobil Delvac Elite 15W-40	750
Hidraulico	Mobil 1 10W-30	9000
Mando Final	Mobil Delvac Synthetic Gear Oil 80W-140	3000
Caja de Engranés del Trozador	Mobil Delvac Synthetic Gear Oil 80W-140	3000
Caja de Engranés del Cortador de Base	Mobil Delvac Synthetic Gear Oil 80W-140	3000
Caja de Bombas	Mobil Delvac Synthetic Gear Oil 80W-140	3000

*Fuente: jefatura de Taller Agrícola*

Como se observa el periodo de cambio de estos aceites sintéticos es mayor a los de los minerales. Estos periodos de cambio son los mínimos recomendados por el proveedor de aceites, ya que estos periodos se pueden alargar, según un estudio de análisis de aceite se haga por cada cambio, el cual no indica presencia excesiva de metales en el aceite este periodo podría cambiar.

A continuación se detalla las tareas del plan de mantenimiento propuesto para las cosechadoras de caña:

***Mantenimiento Diario: Revisar***

- ❖ Nivel de aceite del Motor.
- ❖ Nivel de aceite del Depósito Hidráulico.
- ❖ Nivel del tanque de combustible.
- ❖ .Nivel del depósito radiador.
- ❖ Correa del Motor.
- ❖ Aspas del Ventilador del Extractor Primario.
- ❖ Aspas del Ventilador del Extractor Secundario.
- ❖ Cuchillas del Cortador de Base.
- ❖ Cuchillas del Trozador.
- ❖ Sincronización de las Cuchillas del Trozador.
- ❖ Drene el Separador de Combustible/Agua.
- ❖ Extintor de incendios – Llene y cargue
- ❖ Pedales – Libertad de movimientos.
- ❖ Palancas e Interruptores en NEUTRAL o desactivados.
- ❖ Freno de Estacionamiento – Funcione bien.
- ❖ Acondicione y Revise si hay piezas sueltas o faltantes.
- ❖ Sistema Eléctrico – Cables Desgastados o Dañados y Conexiones Seltas o Corroídas.
- ❖ Sistema Hidráulico – Abrazaderas con fugas, faltantes o sueltas; Mangueras y tuberías dañadas; Mangueras que rozan unas con otras o con otras piezas
- ❖ Presión de las llantas, pernos de montaje de las llantas.

***Mantenimiento A1: Cada 25 Horas***

- ❖ Lubrique los siguientes puntos
- ❖ Ensamble del Despuntador – 6 graseras
- ❖ Divisores de Cosecha – 10 graseras

- ❖ Cilindros de Levante: Orugas – 4 graseras
- ❖ Cilindros de Levante: Ruedas – 10 graseras
- ❖ Mesa de Giro del Elevador – 9 graseras
- ❖ Ventilador del Extractor Primario – 5 graseras
- ❖ Ventilador del Extractor Secundario – 3 graseras
- ❖ Soportes de los Rodillos Alimentadores – 10 graseras
- ❖ Poleas del Soporte del Elevador – 2 graseras
- ❖ Cilindros de Dirección: Ruedas – 4 graseras

***Mantenimiento A2: Cada 50 Horas***

- ❖ Lave completamente la cosechadora.
- ❖ Revise el desgaste de los topes de caucho de los soportes de los rodillos alimentadores.
- ❖ Revise el nivel de aceite de los mandos finales planetarios y de la caja portabombas.
- ❖ Apriete la tuerca superior del pasador de la mesa de giro del elevador a 600 lb-ft.
- ❖ Apriete la tuerca inferior del pasador de la mesa de giro del elevador a 300 lb-ft.
- ❖ Revise el torque de los pernos de las ruedas.
- ❖ Inspeccione el cable del elevador y el de seguridad.

***Mantenimiento A3: cada 100 horas.***

- ❖ Inspeccione el ensamble del despuntador.
- ❖ Inspeccione los pernos de montaje de la caja de engranes del cortador de base. Si están sueltos, limpie los pernos y apriete a 250 Nm (180 lb-ft).
- ❖ Inspeccione los pernos de montaje de las tablillas del elevador y la alineación.
- ❖ Inspeccione el ensamble del extractor primario.

***Mantenimiento B: Cada 250 Horas***

- ❖ Los (2) rodamientos sellados de los divisores de cosecha.
- ❖ Los (5) rodamientos sellados de los rodillos alimentadores del lado izquierdo.
- ❖ Los (4) rodamientos sellados de los rodillos alimentadores del lado derecho.
- ❖ Los (2) rodamientos de soporte de los ejes trozadores.
- ❖ Los (4) rodamientos sellados del elevador.
- ❖ Cambio de Filtro de Aceite y Filtro Elemento.
- ❖ Cambio de Filtro de Combustible.

***Mantenimiento C: Cada 500 Horas***

- ❖ De servicio al tanque de combustible: drene el agua y los sedimentos y limpie el cedazo de succión.
- ❖ Revise la solución del refrigerante, analice y agregue acondicionador según se requiera.
- ❖ Revisar vibración en el Damper.
- ❖ Repita el Mantenimiento B.
- ❖ Cambio del Filtro Primario de Aire del Motor.

***Mantenimiento D: Cada 750 Horas***

- ❖ Cambio de Aceite de Motor.
- ❖ Realizar un Análisis del Aceite de Motor.
- ❖ Repita el Mantenimiento B.

***Mantenimiento F: Cada 1500 Horas***

- ❖ Repita el Mantenimiento D.
- ❖ Cambio de Filtro de Seguridad de Aire del Motor.

***Mantenimiento G: Cada 3000 Horas***

- ❖ Repita el Mantenimiento D y E.
- ❖ Cambio de Aceite de la Caja de Bombas.
- ❖ Cambio de Aceite de la Caja de Engranés del Trozador.
- ❖ Cambio de Aceite de la Caja de Engranés del Cortador de base.
- ❖ Realizar un análisis del Aceite de caja de Bombas, Trozador y Cortador de base.
- ❖ Cambio de Filtros Hidráulicos.

***Mantenimiento H: Cada 4500 Horas***

- ❖ Repita el Mantenimiento F.
- ❖ Reemplazar Damper del Motor.

***MANTENIMIENTO I: CADA 9000 HORAS***

- ❖ Repita el Mantenimiento H y J.
- ❖ Cambio de Aceite Hidráulico.
- ❖ Realizar un análisis de Aceite Hidráulico.

Se propone como parte del mantenimiento una Ruta de Inspección, el cual se realizara en los tiempos en que la cosechadora de caña se encuentra en campo y sin operación ya sea por falta de camión cañero para transportar la caña cosechada, cambio de turno de operador, refrigerio, etc.

El transporte que tendrá el mecánico para realizar este trabajo será en el cisterna que abastece combustible a los diferentes equipos en campo como son tractores, alzadoras y cosechadoras, y si la cosechadora de caña que se realizara la ruta se encuentra en un campo cercano a la Empresa se realizara la ruta se encuentra cerca a la Empresa y siempre y cuando la camioneta de turno se encuentre disponible saldrá en ella.

El mecánico podrá aprovechar en llevar cuchillas de base, trozadoras, aspas de los extractores para su cambio respectivo según lo requiera la cosechadora.

*Esta Ruta de Inspección se realizará una vez por semana, según el formato de Ruta de inspección se encuentra en el Anexo N° 13.*

Se propone una evaluación de presiones en todos los sistemas de la cosechadoras prediciendo posibles fallas que puedan llegar a ocurrir por altas o bajas de presión en un sistema por causas de fugas de aceites, desgaste de orines, desgaste de piezas en motores o bombas, etc., llegando a predecir posibles fallas y darles alguna alternativa de solución y no causen paradas imprevistas en la cosechadora de caña. Esta tarea de toma de Presiones se realizara una vez por mes y se utilizara el formato que se encuentra en el Anexo N° 14.

A continuación se muestra el plan de mantenimiento en intervalos de horas y el mantenimiento que manda en cada intervalo.

TIPO DE MANTENIMIENTO	FRECUENCIA								
	250	500	750	1000	1250	1500	1750	2000	2250
	B	C	D	E	B	F	B	E	D
B	250	250	250	250	250	250	250	250	250
C		500		500		500		500	
D			750			750			750
E						1500			
F									
G									
H									

TIPO DE MANTENIMIENTO	2500	2750	3000	3250	3500	3750	4000	4250	4500
	C	B	G	B	C	D	E	B	H
B	250	250	250	250	250	250	250	250	250
C	500		500		500		500		500
D			750			750			750
E			1500						1500
F			3000						
G									4500
H									

TIPO DE MANTENIMIENTO	4750	5000	5250	5500	5750	6000	6250	6500	6750
	B	E	D	C	B	G	B	C	D
B	250	250	250	250	250	250	250	250	250
C		500		500		500		500	
D			750			750			750
E						1500			
F						3000			
G									
H									

TIPO DE MANTENIMIENTO	7000	7250	7500	7750	8000	8250	8500	8750	9000
	E	B	F	B	E	D	C	B	I
B	250	250	250	250	250	250	250	250	250
C	500		500		500		500		500
D			750			750			750
E			1500						1500
F									3000
G									4500
H									9000

### 3.3. Propuesta de Funciones del Personal de Taller Agrícola

#### *Jefe de Taller Agrícola*

- Vigilar y supervisar que el personal a su cargo cumpla con las funciones que tiene asignadas para la óptima operación.
- Autorizar toda documentación administrativa que se genere en el Área.
- Vigilar el cumplimiento de las leyes, reglamentos y demás disposiciones aplicables en su área de competencia.
- Revisar y aprobar las ordenes de trabajo.

- Revisar, evaluar y autorizar cotizaciones sobre las reparaciones externas a las unidades de la empresa.

#### *Operario del cuarto de herramientas*

- Despacho de todas las herramientas solicitadas por el personal de mantenimiento del área de taller agrícola.
- Llevar el control de las herramientas solicitadas.
- Apoyar en cualquier evento, consulta o actividad realizada por la Gerencia de Campo.

#### *Supervisor de Operaciones*

- Supervisar cada una de las actividades que se realizan en el área de taller agrícola.
- Verificar directamente las unidades que ingresan a taller agrícola, con el fin de tener un mejor control.
- Dar seguimiento correspondiente aquellas unidades que se envían a talleres externos hasta su retorno.
- Verificar y autorizar las salidas de las unidades de taller agrícola.
- Revisar y aprobar las ordenes de trabajo en caso de que el Jefe de taller agrícola esté ausente.
- Dar seguimiento correspondiente al material que solicita el Jefe de taller agrícola con los proveedores.

#### *Programador*

- Realizar las Solicitudes y órdenes de trabajo para las unidades correspondientes.
- Solicitar material a almacén general para la realización de alguna orden de trabajo.
- Cerrar las órdenes de trabajo ya realizadas.
- Apoyar en cualquier evento, consulta o actividad realizada por la Gerencia de Campo.

#### *Operador Mecánico de Automotores*

- Realizar el mantenimiento mecánico a las unidades que ingresan a taller agrícola y en campo según lo requiera, además de apoyar a sus compañeros de trabajo cada vez que se requiera.

- Recibir la orden de trabajo y posteriormente realizar el trabajo.
- Apoyar en cualquier evento, consulta o actividad realizada por la Gerencia de Campo.

#### Operador Mecánico Soldador

- Realizar en base a las órdenes de trabajo todo lo referido a trabajos de soldadura de las unidades que ingresan a taller agrícola y en campo.
- Apoyar en cualquier evento, consulta o actividad realizada por la Gerencia de Campo.

#### Operador Mecánico Electricista Automotriz

- Realizar en base a las órdenes de trabajo el mantenimiento eléctrico a todas las unidades que ingresen a taller agrícola y en campo según lo requiera.
- Apoyar en cualquier evento, consulta o actividad realizada por la Gerencia de Campo.

#### Operador Mecánico Llantero

- Realizar en base a las órdenes de trabajo el servicio de reparación de llantas a todas las unidades que ingresen al taller agrícola.
- Apoyar en cualquier evento, consulta o actividad realizada por la Gerencia de Campo.

#### Operador Mecánico Electricista Industrial:

- Realizar en base a las órdenes de trabajo el mantenimiento eléctrico a los grupos generadores que se encuentran en campo.
- Realizar mantenimiento a las instalaciones eléctricas del área de taller agrícola.
- Apoyar en cualquier evento, consulta o actividad realizada por la Gerencia de Campo.

#### Operador Mecánico de Motores Diésel

- Realizar en base a las órdenes de trabajo el mantenimiento mecánico a los grupos generadores que se encuentran en campo.



### 3.4. Organización del Personal de Taller Agrícola

Se propone el siguiente organigrama para el Área de Taller Agrícola, en base a la jerarquización e importancia de cada colaborador.



### 3.5. Indicadores de Mantenimiento con el Mantenimiento Propuesto

#### *Disponibilidad*

Al implementar el mantenimiento propuesto el número de fallas existentes en las cosechadoras de caña tendrán que disminuir notoriamente y por tanto el tiempo de paro por estas mismas, cabe recalcar que no se podrá reducir las fallas a cero, ya que el ambiente de trabajo de las cosechadoras es propenso a presentarse piedras en el terreno a cosechar lo cual puede llegar a golpear la caja de cortadora de base produciendo vibración posteriormente, rasgarse y reventarse mangueras hidráulicas, etc.

En los siguientes cuadros se estima la reducción de fallas por cada cosechadora de caña.

Tabla 16 Cuadro resumen de fallas de la cosechadora 117-001 con el Mantenimiento Propuesto

COSECHADORA DE CAÑA 117-001			
Sistema	Fallas	Numero de Fallas	Tiempo de Falla (h)
SISTEMA DE CORTE	Caja de cortador de base con vibración	5	70
SISTEMA DE ROLOS	Problemas en los rolos	4	40.4
SISTEMA HIDRAULICO	Rotura de mangueras	4	20
SISTEMA ELECTRONICO	Código de falla en Pantalla	7	80.5
SISTEMA DE CORTE	Calibración de las cuchillas trozadoras	5	39.5
SISTEMA DE NEUMATICOS	Rotura de pernos de llanta delantera	5	21.6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17 Cuadro resumen de fallas de la cosechadora 117-002 con el Mantenimiento Propuesto

COSECHADORA DE CAÑA 117-002			
Sistema	Fallas	Numero de Fallas	Tiempo de Falla (h)
SISTEMA DE CORTE	Caja de cortador de base con vibración	2	14
SISTEMA DE ROLOS	Problemas en los rolos	4	15
SISTEMA HIDRAULICO	Retenes de la caja trozadora con fuga de aceite	6	16
SISTEMA HIDRAULICO	Problemas en pistón de la suspensión	3	23
SISTEMA DE ELEVADOR	Descarrilamiento de Cadena de capuchón secundario	3	15
SISTEMA DE ELEVADOR	Anillo de tornamesa de la rastra elevadora desgastada	3	23
SISTEMA DE NEUMATICOS	Rotura de pernos de llanta delantera	6	12
SISTEMA HIDRAULICO	Fuga de aceite hidráulico por caja de cortador de base	6	18
SISTEMA ELECTRONICO	Despuntador no activa y gira a un solo lado	3	17

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18 Cuadro resumen de fallas de la cosechadora 117-006 con el Mantenimiento Propuesto

COSECHADORA DE CAÑA 117-006			
Sistema	Fallas	Numero de Fallas	Tiempo de Falla (h)
SISTEMA HIDRAULICO	Fuga de aceite hidráulico por el motor de la	5	16
SISTEMA DE ROLOS	Problemas en los rolos	6	20
SISTEMA DE ORUGA	Desgaste de eslabones o pernos de cadena	5	30
SISTEMA HIDRAULICO	Rotura de mangueras	4	35
SISTEMA HIDRAULICO	Bajo nivel de aceite hidráulico	9	20
SISTEMA ELECTRONICO	Código de falla en Pantalla	5	34

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19 Cuadro resumen de fallas de la cosechadora 117-007 con el Mantenimiento Propuesto

COSECHADORA DE CAÑA 117-007			
Sistema	Fallas	Numero de Fallas	Tiempo de Falla (h)
SISTEMA HIDRAULICO	Rotura de manguera	6	15
SISTEMA HIDRAULICO	Problemas en los Motores Hidráulicos	6	15
SISTEMA HIDRAULICO	Problemas en las Bombas Hidráulicos	7	22
SISTEMA DE ELEVADOR	Problemas en el extractor primario	4	17
SISTEMA DE NEUMATICOS	Rotura de pernos de llanta delantera	4	10
SISTEMA HIDRAULICO	Rotura de la rotula de la suspensión	5	15
SISTEMA DE ELEVADOR	Descarrilamiento de Cadena de capuchón secundario	4	20
SISTEMA HIDRAULICO	Bajo nivel de aceite hidráulico	5	21

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20 Cuadro resumen de fallas de la cosechadora 117-008 con el Mantenimiento Propuesto

COSECHADORA DE CAÑA 117-008			
Sistema	Fallas	Numero de Fallas	Tiempo de Falla (h)
SISTEMA HIDRAULICO	Problemas en las Bombas Hidráulicas	4	16
SISTEMA HIDRAULICO	Problemas en los Motores Hidráulicas	5	16
SISTEMA HIDRAULICO	Rotura de mangueras	5	15
SISTEMA HIDRAULICO	Rotura de la rotula de la suspensión	3	13
SISTEMA DE ELEVADOR	Problemas en el extractor primario	3	18
SISTEMA ELECTRONICO	Código de falla en Pantalla	4	16

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21 Cuadro resumen de fallas de la cosechadora 117-009 con el Mantenimiento Propuesto

COSECHADORA DE CAÑA 117-009			
Sistema	Fallas	Numero de Fallas	Tiempo de Falla (h)
SISTEMA HIDRAULICO	Rotura de manguera	8	24
SISTEMA HIDRAULICO	Problemas en las Bombas Hidráulicas	7	38
SISTEMA DE ROLOS	Problemas en los rolos	5	32
SISTEMA HIDRAULICO	Problemas en los Motores Hidráulicas	6	28
SISTEMA DE ELEVADOR	Problemas en el extractor primario	6	39
SISTEMA DE NEUMATICOS	Rotura de pernos de llanta delantera	2	15
SISTEMA HIDRAULICO	Bajo nivel de aceite hidráulico	4	18

Fuente: Elaboración propia

Ahora con los datos obtenidos de los cuadros anteriores se podrá calcular la disponibilidad de cada cosechadora con el Mantenimiento Propuesto.

TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS:

Utilizando la formula N° 2 de la página 19.

$$MTBF_{117-001} = \frac{3533.30 \text{ h}}{44} = 80.30 \text{ h}$$

$$MTBF_{117-002} = \frac{2855.19 \text{ h}}{44} = 64.89 \text{ h}$$

$$MTBF_{117-006} = \frac{2104.17 \text{ h}}{41} = 51.32 \text{ h}$$

$$MTBF_{117-007} = \frac{3796.26 \text{ h}}{52} = 73.01 \text{ h}$$

$$MTBF_{117-008} = \frac{3264.06 \text{ h}}{37} = 88.22 \text{ h}$$

$$MTBF_{117-009} = \frac{4017.91 \text{ h}}{42} = 95.66 \text{ h}$$

TIEMPO PROMEDIO PARA REPARAR

Utilizando la formula N° 3 de la página 19.

$$MTTR_{117-001} = \frac{776 \text{ h}}{44} = 17.64 \text{ h}$$

$$MTTR_{117-002} = \frac{537 \text{ h}}{44} = 12.2 \text{ h}$$

$$MTTR_{117-006} = \frac{476 \text{ h}}{41} = 11.61 \text{ h}$$

$$MTTR_{117-007} = \frac{665 \text{ h}}{52} = 12.79 \text{ h}$$

$$MTTR_{117-008} = \frac{615 \text{ h}}{37} = 16.62 \text{ h}$$

$$MTTR_{117-009} = \frac{578 \text{ h}}{42} = 13.76 \text{ h}$$

DISPONIBILIDAD ACTUAL DE LAS COSECHADORAS DE CAÑA:

Utilizando la formula N° 1 de la página 19.

$$D_{117-001} = \left( \frac{80.30 \text{ h}}{80.30 \text{ h} + 17.64 \text{ h}} \right) \times 100 = 81.99\%$$

$$D_{117-002} = \left( \frac{64.89 \text{ h}}{64.89 \text{ h} + 12.20 \text{ h}} \right) \times 100 = 84.17\%$$

$$D_{117-006} = \left( \frac{51.32 \text{ h}}{51.32 \text{ h} + 11.61 \text{ h}} \right) \times 100 = 81.55\%$$

$$D_{117-007} = \left( \frac{73.01 \text{ h}}{73.01 \text{ h} + 12.79 \text{ h}} \right) \times 100 = 85.09\%$$

$$D_{117-008} = \left( \frac{88.22 \text{ h}}{88.22 \text{ h} + 16.62 \text{ h}} \right) \times 100 = 84.15\%$$

$$D_{117-009} = \left( \frac{95.66 \text{ h}}{95.66 \text{ h} + 13.76 \text{ h}} \right) \times 100 = 87.42\%$$

A continuación se presenta un cuadro resumen de las horas de paro y numero de fallas por cosechadora; luego se calcula el MTBF, MTTR para con estos datos calcularse la disponibilidad de cada cosechadora de caña para el Mantenimiento Propuesto.

Tabla 22 Resumen de Tiempos (horas de paro, MTBF, MTTR y Disponibilidad) con el Mantenimiento Propuesto

Equipo	Horas Trabajadas (h)	Horas de Paro (h)	Número de Fallas	MTBF (h)	MTTR (h)	Disponibilidad (%)
Cosechadora 117-001	3533.30	776	44	80.30	17.64	81.99%
Cosechadora 117-002	2855.19	537	44	64.89	12.20	84.17%
Cosechadora 117-006	2104.17	476	41	51.32	11.61	81.55%
Cosechadora 117-007	3796.26	665	52	73.01	12.79	85.09%
Cosechadora 117-008	3264.06	615	37	88.22	16.62	84.15%
Cosechadora 117-009	4017.91	578	42	95.66	13.76	87.42%

Fuente: Elaboración propia

Como podemos darnos cuenta el MTBF de cada cosechadora aumenta considerablemente y el MTTR disminuye con el Mantenimiento Propuesto.

El Cuadro 3.17 muestra claramente el aumento de la disponibilidad de cada cosechadora de caña, reduciendo el número de fallas y tiempo de paro, aumentando el tiempo de horas trabajadas de cada una de ellas.

Tabla 23 Comparación de la Disponibilidad con un Mtto. Actual y Propuesto

Equipo	Mtto. Actual Disponibilidad (%)	Mtto. Propuesto Disponibilidad (%)
Cosechadora 117-001	70.98%	81.99%
Cosechadora 117-002	71.65%	84.17%
Cosechadora 117-006	69.10%	81.55%
Cosechadora 117-007	75.66%	85.09%
Cosechadora 117-008	71.44%	84.15%
Cosechadora 117-009	78.23%	87.42%
<b>PROMEDIO</b>	<b>73%</b>	<b>84%</b>

Fuente: Elaboración propia

Como vemos en el cuadro anterior en promedio de la disponibilidad con el mantenimiento actual es de 73% y la disponibilidad promedio con el mantenimiento propuesto es de 84%, entonces se podría decir que la disponibilidad promedio aumento en un 12 %.

## Confiabilidad

Ahora hallaremos la confiabilidad comparando el mantenimiento actual con el mantenimiento propuesto según su tiempo de buen funcionamiento en ambos

Como se sabe la confiabilidad depende del tiempo que se quiera evaluar y del MTBF que tiene el equipo, para poder comparar la confiabilidad con el mantenimiento actual y con el mantenimiento propuesto se evaluará 3 casos, uno cuando el  $t=13.5$  h,  $t=67.5$  h y  $t=135$  h; se escoge estos tiempos ya que diariamente la cosechadora de caña opera 13.5 h, en conclusión se está evaluando el periodo de 1 día, 5 días y 10 días respectivamente.

Tabla 24 Confiabilidad con el Mtto. Actual

MTBF	t	R(t)
1	67.5	0%
5	67.5	0%
15	67.5	1%
30	67.5	11%
<b>31.76</b>	<b>67.5</b>	<b>12%</b>
60	67.5	32%
120	67.5	57%
200	67.5	71%
280	67.5	79%
360	67.5	83%
428	67.5	85%

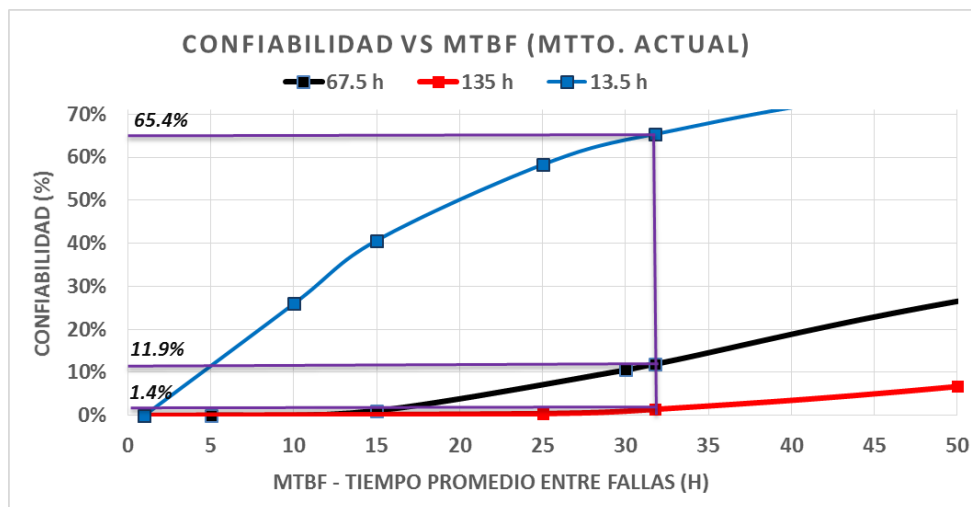
MTBF	t	R(t)
1	135	0%
25	135	0.5%
<b>31.76</b>	<b>135</b>	<b>1.4%</b>
50	135	6.7%
100	135	25.9%
150	135	40.7%
200	135	50.9%
250	135	58.3%
300	135	63.8%
350	135	68.0%
400	135	71.4%

MTBF	t	R(t)
1	13.5	0%
10	13.5	26%
15	13.5	41%
25	13.5	58%
<b>31.76</b>	<b>13.5</b>	<b>65%</b>
50	13.5	76%
100	13.5	87%
150	13.5	91%
200	13.5	93%
300	13.5	96%
400	13.5	97%

Fuente: Elaboración propia

A continuación mostramos en el Gráfico N° 6 la confiabilidad para los 3 casos con un MTBF promedio de 31.76 horas, de las cosechadoras de caña con el mantenimiento actual.

Gráfico 6 Confiabilidad vs MTBF (mtto. Actual)



Fuente: Elaboración propia

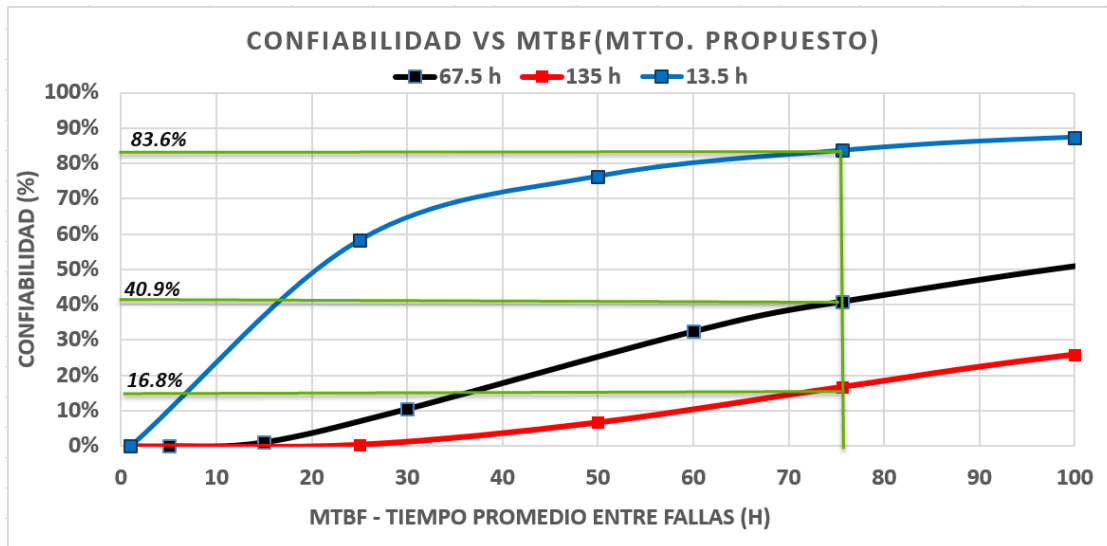
Tabla 25 Data para elaborar las curvas de Confiabilidad

MTBF	t	R(t)	MTBF	t	R(t)	MTBF	t	R(t)
1	67.5	0%	1	135	0%	1	13.5	0%
5	67.5	0%	25	135	0.5%	25	13.5	58%
15	67.5	1%	50	135	7%	50	13.5	76%
30	67.5	11%	<b>75.57</b>	<b>135</b>	<b>17%</b>	<b>75.57</b>	<b>13.5</b>	<b>84%</b>
60	67.5	32%	100	135	26%	100	13.5	87%
<b>75.57</b>	<b>67.5</b>	<b>41%</b>	150	135	41%	150	13.5	91%
120	67.5	57%	200	135	51%	200	13.5	93%
200	67.5	71%	250	135	58%	250	13.5	95%
280	67.5	79%	300	135	64%	300	13.5	96%
360	67.5	83%	350	135	68%	350	13.5	96%
428	67.5	85%	400	135	71%	400	13.5	97%

Fuente: Elaboración propia

A continuación mostramos en el Gráfico N° 7 la confiabilidad para los 3 casos con un MTBF promedio de 75.57 horas, de las cosechadoras de caña con el mantenimiento propuesto.

Gráfico 7 Confiabilidad vs MTBF



Fuente: Elaboración propia

Se puede concluir en lo siguiente según los Gráficos N° 6 y N° 7:

- Con un MTBF de 31.76 h que tienen las cosechadoras con el mantenimiento actual y para un tiempo de evaluación de 13.5 h estamos seguros en un 65% de que no fallara,



para un tiempo de evaluación de 67.5 h estaremos seguros en un 12% de que no fallara y para un tiempo de evaluación de 135 h estaremos seguros en un 1% de que el equipo no fallara.

- Con un MTBF de 75.57 h que tienen las cosechadoras de caña según el mantenimiento propuesto y para un tiempo de evaluación de 13.5 h estaremos seguros en un 84% de que no fallara, para un tiempo de evaluación de 67.5 h estaremos seguros en un 41% de que no fallara y para un tiempo de evaluación de 135 h estaremos seguros en un 17% de que no fallara.

Como vemos la confiabilidad de las cosechadoras con el mantenimiento propuesto llega a aumentar en todos los intervalos de tiempo que se evaluaron anteriormente como lo muestra la siguiente tabla:

*Tabla 26 Comparación de la Confiabilidad con el Mtoo. Actual y el Mtto Propuesto*

MTTO. ACTUAL			MTTO. PROPUESTO		
MTBF	t	R(t)	MTBF	t	R(t)
31.76	13.50	65%	75.57	13.50	84%
31.76	67.50	12%	75.57	67.50	41%
31.76	135.00	1%	75.57	135.00	17%

*Fuente: Elaboración propia*

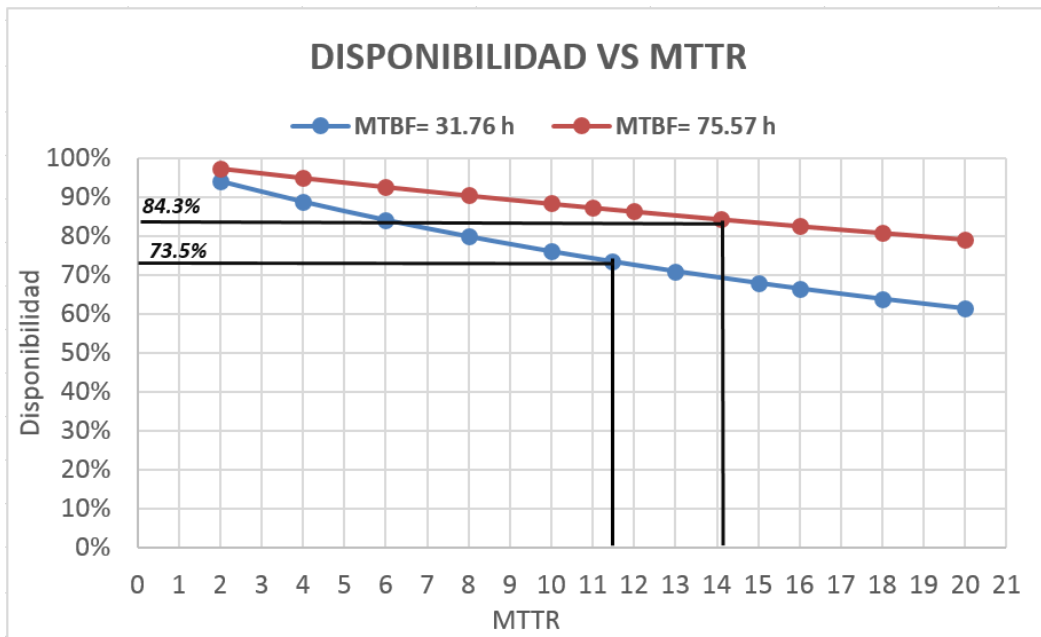
Ahora mediante el Grafico N° 8 veremos el efecto que tiene el MTTR sobre la disponibilidad para el mantenimiento actual y para el mantenimiento propuesto.

Tabla 27 Data para elaborar las curvas del MTBF

MANTENIMIENTO PROPUESTO			MANTENIMIENTO ACTUAL		
MTBF (h)	MTTR (h)	DISPONIBILIDAD	MTBF (h)	MTTR (h)	DISPONIBILIDAD
75.57	2	97%	31.76	2	94%
75.57	4	95%	31.76	4	89%
75.57	6	93%	31.76	6	84%
75.57	8	90%	31.76	8	80%
75.57	10	88%	31.76	10	76%
75.57	11	87%	<b>31.76</b>	<b>11.47</b>	<b>73.5%</b>
75.57	12	86%	31.76	13	71%
<b>75.57</b>	<b>14.1</b>	<b>84.3%</b>	31.76	15	68%
75.57	16	83%	31.76	16	66%
75.57	18	81%	31.76	18	64%
75.57	20	79%	31.76	20	61%

Fuente: Elaboración propia

Grafico 8 Disponibilidad vs MTTR



Fuente: Elaboración propia

Podemos ver según el Grafico N° 8 y la tabla N° 28, que si bien con el mantenimiento propuesto el MTTR aumento en 2.6 horas con respecto al mantenimiento actual, el MTBF aumenta 43.81 horas y la disponibilidad de las cosechadoras de caña se ve favorecida aumentado un aproximado de 11%.

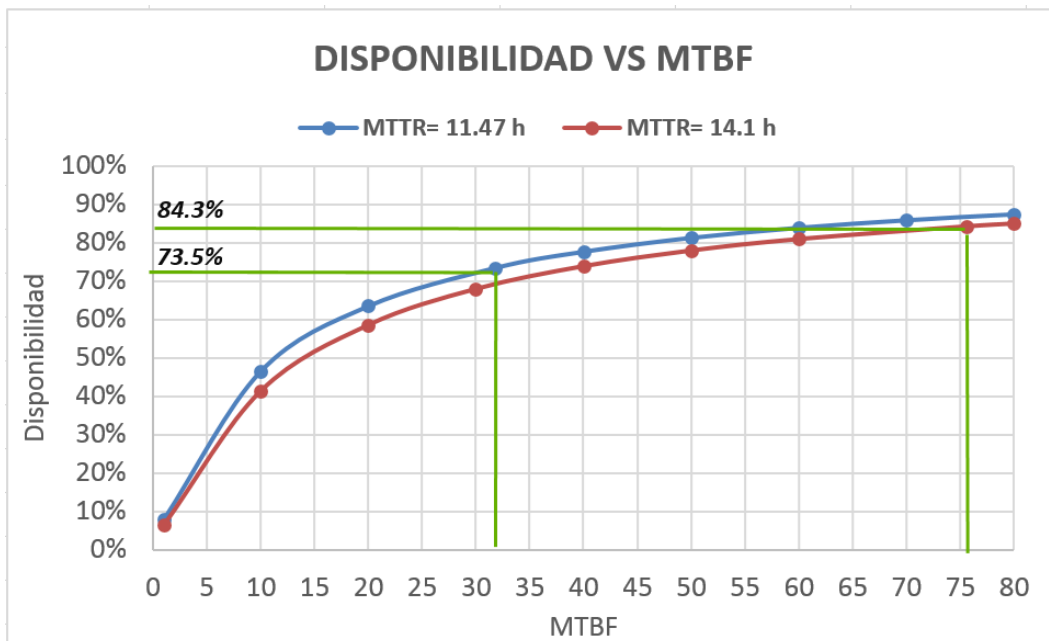
Ahora mediante el Grafico N° 9 veremos el efecto que tiene el MTBF sobre la disponibilidad para el mantenimiento actual y para el mantenimiento propuesto.

Tabla 28 Data para elaborar las curvas del MTTR

MTBF (h)	MTTR (h)	DISPONIBILIDAD	MTBF (h)	MTTR (h)	DISPONIBILIDAD
1	14.1	7%	1	11.47	8%
10	14.1	41%	10	11.47	47%
20	14.1	59%	20	11.47	64%
30	14.1	68%	<b>31.76</b>	<b>11.47</b>	<b>73.5%</b>
40	14.1	74%	40	11.47	78%
50	14.1	78%	50	11.47	81%
60	14.1	81%	60	11.47	84%
<b>75.57</b>	<b>14.1</b>	<b>84.3%</b>	70	11.47	86%
80	14.1	85%	80	11.47	87%
90	14.1	86%	90	11.47	89%
100	14.1	88%	100	11.47	90%

Fuente: Elaboración propia

Grafico 9 Disponibilidad vs MTBF



Fuente: Elaboración propia

Al igual que el Grafico de Disponibilidad vs MTTR, en el Grafico N° 9 y la tabla N° 29 se puede apreciar cómo repercute en la disponibilidad de las cosechadoras de caña el aumento del MTBF en el mantenimiento propuesto frente al mantenimiento actual.

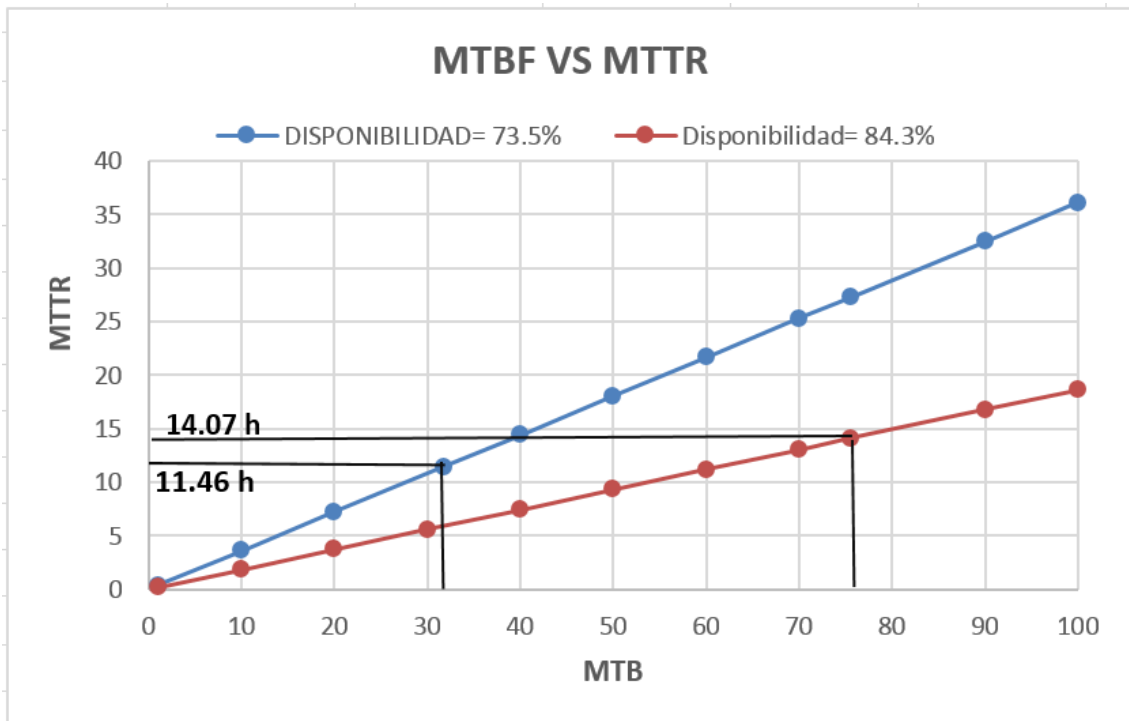
Finalmente mediante el Grafico N° 10 veremos el MTBF vs MTTR para las disponibilidades del mantenimiento actual y la disponibilidad del mantenimiento propuesto.

Tabla 29 Data para elaborar las curvas de disponibilidad

MANTENIMIENTO PROPUESTO			MANTENIMIENTO ACTUAL		
MTBF (h)	MTTR (h)	DISPONIBILIDAD	MTBF (h)	MTTR (h)	DISPONIBILIDAD
1	0.18624	84.3%	1	0.3609145	73.5%
10	1.862396	84.3%	10	3.6091453	73.5%
20	3.724792	84.3%	20	7.2182907	73.5%
30	5.587189	84.3%	<b>31.76</b>	<b>11.46265</b>	<b>73.5%</b>
40	7.449585	84.3%	40	14.436581	73.5%
50	9.311981	84.3%	50	18.045727	73.5%
60	11.17438	84.3%	60	21.654872	73.5%
70	13.03677	84.3%	70	25.264017	73.5%
<b>75.57</b>	<b>14.07413</b>	<b>84.3%</b>	75.57	27.274311	73.5%
90	16.76157	84.3%	90	32.482308	73.5%
100	18.62396	84.3%	100	36.091453	73.5%

Fuente: Elaboración propia

Grafico 10 MTBF vs MTTR



Fuente: Elaboración propia

### 3.6. Costos de Operación Actuales de las Cosechadoras de caña

Las Cosechadoras de caña de la Empresa Agroindustrial Laredo en el periodo de Enero a Diciembre del año 2013 presento los siguientes costos de operación.

Primero mencionaremos los costos totales detallados que se tuvieron por cosechadora para luego presentar los gastos detallados que corresponden a combustible, repuestos, aceites, filtros en general, lubricantes, neumáticos y otros.

Tabla 30 Costos de operación detallada por cosechadora, periodo 2013

COSTOS DE OPERACIÓN DETALLADOS POR COSECHADORA PERIODO 2013							
COSTOS DE	117-001	117-002	117-006	117-007	117-008	117-009	TOTAL (S/.)
<b>Combustibles</b>	328823.15	288986.45	218402.80	391205.38	340022.56	443316.52	<b>2010756.86</b>
<b>Lubricantes</b>	15192.33	14817.05	10735.95	15750.84	15758.29	16241.23	<b>88495.70</b>
<b>Filtros</b>	17045.98	14431.41	12978.13	18942.08	15131.10	20527.00	<b>99055.71</b>
<b>Neumaticos</b>	14116.70	13320.79	8551.48	14116.70	12744.46	29203.24	<b>92053.36</b>
<b>TOTAL (S/.)</b>	<b>375178.16</b>	<b>331555.70</b>	<b>250668.37</b>	<b>440015.00</b>	<b>383656.41</b>	<b>509287.98</b>	<b>2290361.63</b>

Fuente: Centro de Costos, Empresa Agroindustrial Laredo – Taller Agrícola

#### **COSTO DE COMBUSTIBLE ACTUAL**

Aquí se muestra el consumo horario de combustible de las cosechadoras de caña en la Empresa Agroindustrial Laredo S.A.A., los consumos horarios se obtuvieron dividiendo la cantidad de combustible suministrado entre el número de horas marcadas por el hodómetro del equipo.

Tabla 31 Costo horario y consumo promedio del combustible por cosechadora

COSTO DE COMBUSTIBLE HORA POR COSECHADORA PERIODO 2013		
Equipo	Consumo Promedio (gal/h)	Costo horario (NS/h)
Cosechadora de caña John Deere 3520 (117-001)	11.34	107.5
Cosechadora de caña John Deere 3520 (117-002)	11.45	118.9
Cosechadora de caña John Deere 3520 (117-006)	11.81	122.5
Cosechadora de caña John Deere 3520 (117-007)	11.18	115.9
Cosechadora de caña John Deere 3520 (117-008)	11.12	122.7
Cosechadora de caña John Deere 3520 (117-009)	11.87	123.3
<b>TOTAL</b>		<b>710.8</b>

Fuente: Elaboración Propia

Ahora tenemos el Costo de Combustible por Hora de Operación de todas las cosechadoras 710.8 NS/h, ahora calcularemos en costo del combustible total en todo el periodo de estudio, ya que cada cosechadora no trabajo la misma cantidad de horas el costo será por cada cosechadora para luego hallar el total usando la siguiente formula:

$$\text{Costo de Combustible} = \text{Costo de Cble hora} \times \text{Tiempo de estudio}$$

Tabla 32 Costos total de combustible y costo total por cosechadora

<b>COSTO DE COMBUSTIBLE TOTAL CON EL MANTENIMIENTO ACTUAL</b>			
<b>Equipo</b>	<b>Tiempo de Estudio (h)</b>	<b>Costo horario (NS/h)</b>	<b>Costo de Cble (NS)</b>
Cosechadora de caña John Deere 3520 (117-001)	3058.82	107.5	328823.15
Cosechadora de caña John Deere 3520 (117-002)	2430.5	118.9	288986.45
Cosechadora de caña John Deere 3520 (117-006)	1782.88	122.5	218402.80
Cosechadora de caña John Deere 3520 (117-007)	3375.37	115.9	391205.38
Cosechadora de caña John Deere 3520 (117-008)	2771.17	122.7	340022.56
Cosechadora de caña John Deere 3520 (117-009)	3595.43	123.3	443316.52
<b>TOTAL</b>			<b>2010756.86</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 3.7. Cálculo de los Costos de Operación con el Mantenimiento Propuesto

#### **COSTO DE COMBUSTIBLE**

En el manual John Deere se puede encontrar el consumo horario de combustible de la cosechadora de caña (ANEXO N° 17), para 3 concisiones bajo, medio y alto, para este caso se decidió por el promedio de los 3 para poder utilizarlo en los cálculos del consumo con el mantenimiento propuesto. El consumo promedio será 10.1 gal/h.

Tabla 33 Costos detallado del consumo de combustible

<b>COSTO DE COMBUSTIBLE TOTAL CON EL MANTENIMIENTO PROPUESTO</b>					
<b>Equipo</b>	<b>Consumo Promedio (gal/h)</b>	<b>Costo Cble (NS/gal)</b>	<b>Costo horario (NS/h)</b>	<b>Tiempo de Estudio (h)</b>	<b>Costo de Cble (NS)</b>
Cosechadora (117-001)	10.1	10.8	109.08	3058.82	333656.0856
Cosechadora (117-002)	10.1	10.8	109.08	2430.5	265118.94
Cosechadora (117-006)	10.1	10.8	109.08	1782.88	194476.5504
Cosechadora (117-007)	10.1	10.8	109.08	3375.37	368185.3596
Cosechadora (117-008)	10.1	10.8	109.08	2771.17	302279.2236
Cosechadora (117-009)	10.1	10.8	109.08	3595.43	392189.5044
<b>TOTAL</b>					<b>1855905.664</b>

Fuente: Elaboración Propia

## **COSTO DE LUBRICANTES**

Para poder estimar el costo de lubricantes por hora se halló dividiendo la capacidad de aceite en cada sistema entre el número de horas entre cambio y cambio de aceite recomendado por el manual y por el distribuidor de aceite sintético que cambiaremos.

*Tabla 34 Costos detallado del consumo de Lubricantes*

<b>COSTO DE LUBRICANTES EN AL COSECHADORA</b>						
<b>Sistema</b>	<b>Tipo</b>	<b>Capacidad (gal)</b>	<b>Periodo de cambio (h)</b>	<b>Precio (NS/gal)</b>	<b>Consumo horario de Lubricante (gal/h)</b>	<b>Costo por hora (NS/h)</b>
Carter de Motor	SAE - 15W40	7.8	750	133.38	0.0104	1.387
Hidraulico	SAE 10W-30	106	9000	127.258	0.0118	1.499
Mando Final	85W140	1.1	3000	118.3	0.0004	0.043
Caja de Engranos del Trozador	85W140	2.9	3000	118.3	0.0010	0.114
Caja de Engranos del Cortador de Base	85W140	3.37	3000	118.3	0.0011	0.133
Caja de Bombas	85W140	1.87	3000	118.3	0.0006	0.074
<b>TOTAL</b>						<b>3.250</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

Ahora al tener el costo de lubricantes por hora de cada sistema podemos calcular el costo de lubricante por cada cosechadora y el costo total de lubricantes por todos los equipos.

*Tabla 35 Costos Total de Lubricantes por cosechadora*

<b>COSTO DE LUBRICANTES CON EL MANTENIMIENTO PROPUESTO</b>			
<b>Equipo</b>	<b>Tiempo de Estudio (h)</b>	<b>Costo por hora (NS/h)</b>	<b>Costo de Lubricante (NS)</b>
Cosechadora (117-001)	3058.82	3.250	9942.18
Cosechadora (117-002)	2430.5	3.250	7899.93
Cosechadora (117-006)	1782.88	3.250	5794.95
Cosechadora (117-007)	3375.37	3.250	10971.07
Cosechadora (117-008)	2771.17	3.250	9007.22
Cosechadora (117-009)	3595.43	3.250	11686.34
<b>TOTAL</b>			<b>55301.71</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

## **COSTO DE FILTROS**

La estimación del costo de filtros se obtendrá en base al número de filtros que especifica cada uno de los manuales según proveedor en cada cambio.

Primero calculamos el costo por cambio de filtros.

*Tabla 36 Costos de los diferentes filtros en los sistemas de la cosechadora*

<b>COSTO DE LOS FILTROS EN LA COSECHADORA</b>				
<b>Sistema</b>	<b>Precio (NS/filtro)</b>	<b>N°de Filtros</b>	<b>Periodo de Cambio (h)</b>	<b>Costo de filtro por cambio</b>
Filtro de Combustible	107.62	1	250	107.620
Filtro de Aceite	68.73	1	250	68.730
Filtros Hidraulicos	545.83	3	3000	1637.490
Filtro de Aire de Seguridad	268.97	1	1500	268.970
Filtro de Aire Primario	252.95	1	500	252.950
Filtro de Cabina Externo	209.36	1	500	209.360
Filtro de Cabina Interno	144.77	1	500	144.770
Filtro Elemento (aceite)	347.46	1	250	347.460

*Fuente: Elaboración Propia*

El periodo de cambio de los filtros de aceite es indistinto al cambio de aceite sintético que se implementara ya que los filtros su ciclo de vida está ya establecido por el fabricante.

Con los datos del cuadro 3.29 podremos calcular los costos de Filtros por cada cosechadora, tomando en cuenta el periodo de tiempo en horas de su cambio.

*Tabla 37 Costos por cambio de filtro en cada sistema de la cosechadora 117-001*

<b>COSTO DE FILTROS EN LA COSECHADORA 117-001</b>				
<b>Equipo</b>	<b>Tiempo de Operación (h)</b>	<b>Costo de Filtros por Cambio</b>	<b>N° de cambios por filtro</b>	<b>Costo (NS)</b>
Filtro de Combustible	3058.82	107.620	12	1316.76
Filtro de Aceite	3058.82	68.730	12	840.93
Filtro Hidraulico	3058.82	1637.490	1	1669.60
Filtro de Aire de Seguridad	3058.82	268.970	2	548.49
Filtro de Aire Primario	3058.82	252.950	6	1547.46
Filtro de Cabina Externo	3058.82	209.360	6	1280.79
Filtro de Cabina Interno	3058.82	144.770	6	885.65
Filtro Elemento (aceite)	3058.82	347.460	12	4251.27
<b>TOTAL</b>				<b>12340.94</b>

*Fuente: Elaboración Propia*



Tabla 38 Costos por cambio de filtro en cada sistema de la cosechadora 117-002

COSTO DE FILTROS EN LA COSECHADORA 117-002				
Equipo	Tiempo de Operación (h)	Costo de Filtros por Cambio	N° de cambios por filtro	Costo (NS)
Filtro de Combustible	2430.50	107.620	10	1046.28
Filtro de Aceite	2430.50	68.730	10	668.19
Filtro Hidraulico	2430.50	1637.490	1	1326.64
Filtro de Aire de Seguridad	2430.50	268.970	2	435.82
Filtro de Aire Primario	2430.50	252.950	5	1229.59
Filtro de Cabina Externo	2430.50	209.360	5	1017.70
Filtro de Cabina Interno	2430.50	144.770	5	703.73
Filtro Elemento (aceite)	2430.50	347.460	10	3378.01
<b>TOTAL</b>				<b>9805.96</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 39 Costos por cambio de filtro en cada sistema de la cosechadora 117-006

COSTO DE FILTROS EN LA COSECHADORA 117-006				
Equipo	Tiempo de Operación (h)	Costo de Filtros por Cambio	N° de cambios por filtro	Costo (NS)
Filtro de Combustible	1782.88	107.620	7	767.49
Filtro de Aceite	1782.88	68.730	7	490.15
Filtro Hidraulico	1782.88	1637.490	1	973.15
Filtro de Aire de Seguridad	1782.88	268.970	1	319.69
Filtro de Aire Primario	1782.88	252.950	4	901.96
Filtro de Cabina Externo	1782.88	209.360	4	746.53
Filtro de Cabina Interno	1782.88	144.770	4	516.22
Filtro Elemento (aceite)	1782.88	347.460	7	2477.92
<b>TOTAL</b>				<b>7193.11</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 40 Costos por cambio de filtro en cada sistema de la cosechadora 117-007

COSTO DE FILTROS EN LA COSECHADORA 117-007				
Equipo	Tiempo de Operación (h)	Costo de Filtros por Cambio	N° de cambios por filtro	Costo (NS)
Filtro de Combustible	3375.37	107.620	14	1453.03
Filtro de Aceite	3375.37	68.730	14	927.96
Filtro Hidraulico	3375.37	1637.490	1	1842.38
Filtro de Aire de Seguridad	3375.37	268.970	2	605.25
Filtro de Aire Primario	3375.37	252.950	7	1707.60
Filtro de Cabina Externo	3375.37	209.360	7	1413.33
Filtro de Cabina Interno	3375.37	144.770	7	977.30
Filtro Elemento (aceite)	3375.37	347.460	14	4691.22
<b>TOTAL</b>				<b>13618.08</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 41 Costos por cambio de filtro en cada sistema de la cosechadora 117-008

COSTO DE FILTROS EN LA COSECHADORA 117-008				
Equipo	Tiempo de Operación (h)	Costo de Filtros por Cambio	N° de cambios por filtro	Costo (NS)
Filtro de Combustible	2771.17	107.620	11	1192.93
Filtro de Aceite	2771.17	68.730	11	761.85
Filtro Hidraulico	2771.17	1637.490	1	1512.59
Filtro de Aire de Seguridad	2771.17	268.970	2	496.91
Filtro de Aire Primario	2771.17	252.950	6	1401.93
Filtro de Cabina Externo	2771.17	209.360	6	1160.34
Filtro de Cabina Interno	2771.17	144.770	6	802.36
Filtro Elemento (aceite)	2771.17	347.460	11	3851.48
<b>TOTAL</b>				<b>11180.41</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 42 Costos por cambio de filtro en cada sistema de la cosechadora 117-009

COSTO DE FILTROS EN LA COSECHADORA 117-009				
Equipo	Tiempo de Operación (h)	Costo de Filtros por Cambio	N° de cambios por filtro	Costo (NS)
Filtro de Combustible	3595.43	107.620	14	1547.76
Filtro de Aceite	3595.43	68.730	14	988.46
Filtro Hidraulico	3595.43	1637.490	1	1962.49
Filtro de Aire de Seguridad	3595.43	268.970	2	644.71
Filtro de Aire Primario	3595.43	252.950	7	1818.93
Filtro de Cabina Externo	3595.43	209.360	7	1505.48
Filtro de Cabina Interno	3595.43	144.770	7	1041.02
Filtro Elemento (aceite)	3595.43	347.460	14	4997.07
<b>TOTAL</b>				<b>14505.92</b>

Fuente: Elaboración Propia

Con los costos de filtros por cosechadora podemos calcular el costo total de filtros de las cosechadoras en el periodo de estudio.

Tabla 43 Costos Totales por caa cosechadora de caña

COSTO TOTAL DE FILTROS CON EL MANTENIMIENTO PROPUESTO		
Equipo		Costo (NS)
Cosechadora de caña John Deere 3520	(117-001)	12340.94
Cosechadora de caña John Deere 3520	(117-002)	9805.96
Cosechadora de caña John Deere 3520	(117-006)	7193.11
Cosechadora de caña John Deere 3520	(117-007)	13618.08
Cosechadora de caña John Deere 3520	(117-008)	11180.41
Cosechadora de caña John Deere 3520	(117-009)	14505.92
<b>TOTAL</b>		<b>68644.41</b>

Fuente: Elaboración Propia

### **COSTO DE DESGASTE DE NEUMÁTICOS**

Para poder hallar el costo de desgaste en neumáticos de cada cosechadora de caña, multiplicaremos el número de neumáticos de cada tipo por su costo unitario, luego lo dividimos entre su vida útil para hallar el costo de neumáticos por hora de operación. Luego sumamos los costos por hora de neumático de cada tipo hallando un costo total por hora de neumáticos en una cosechadora de caña.

*Tabla 44 Costos de Neumáticos por Hora de operación*

<b>COSTO DE NEUMATICOS POR HORA DE OPERACIÓN</b>				
<b>Tipo</b>	<b>N° de Neumaticos</b>	<b>Costo unitario (NS/und)</b>	<b>Vida Util (h)</b>	<b>Costo por hora (NS/h)</b>
LLANTA RADIAL # 23.5 X 25	2	8663.62	9000	1.93
LLANTA 14 - 17.5, 10 LONAS	2	1372.23	1500	1.83
<b>TOTAL</b>				<b>3.75</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

Ahora con el costo total por hora de operación multiplicamos por el tiempo de estudio o de operación de cada cosechadora de caña para hallar el costo por hora de operación de cada cosechadora.

*Tabla 45 Costos de neumáticos por cosechadora de caña*

<b>COSTO DE NEUMATICOS POR COSECHADORA</b>			
<b>Equipo</b>	<b>Tiempo de Operación (h)</b>	<b>Costo por hora (NS/h)</b>	<b>Costo Total</b>
Cosechadora de caña 117-001	3058.82	3.75	11485.53
Cosechadora de caña 117-002	2430.5	3.75	9126.26
Cosechadora de caña 117-006	1782.88	3.75	6694.52
Cosechadora de caña 117-007	3375.37	3.75	12674.14
Cosechadora de caña 117-008	2771.17	3.75	10405.44
Cosechadora de caña 117-009	3595.43	3.75	13500.44
<b>TOTAL</b>			<b>63886.32</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

Ahora teniendo ya los costos del consumo de combustible, lubricantes, filtros y desgaste de neumáticos podremos hallar los costos operativos que se tiene con el Mantenimiento Propuesto y veremos cuánto dinero se ahorra.

Tabla 46 Costos de operación con el Mantenimiento Propuesto

COSTOS DE OPERACIÓN CON MTT. PROPUESTO POR COSECHADORA DE CAÑA							
COSTOS DE	117-001	117-002	117-006	117-007	117-008	117-009	TOTAL (S/.)
<b>Combustibles</b>	333656.09	265118.94	194476.55	368185.36	302279.22	392189.50	<b>1855905.66</b>
<b>Lubricantes</b>	9942.18	7899.93	5794.95	10971.07	9007.22	11686.34	<b>55301.71</b>
<b>Filtros</b>	12340.94	9805.96	7193.11	13618.08	11180.41	14505.92	<b>68644.41</b>
<b>Neumaticos</b>	11485.53	9126.26	6694.52	12674.14	10405.44	13500.44	<b>63886.32</b>
<b>TOTAL (S/.)</b>	<b>367424.74</b>	<b>291951.09</b>	<b>214159.13</b>	<b>405448.65</b>	<b>332872.29</b>	<b>431882.21</b>	<b>2043738.10</b>

Fuente: Centro de Costos, Empresa Agroindustrial Laredo – Taller Agrícola

Si compararnos la gestión actual, con una gestión con Mantenimiento Propuesto se puede apreciar lo siguiente:

Tabla 47 Ahorro de Costos de Operación

COSTOS CON EL MANTENIMIENTO ACTUAL	COSTOS CON EL MANTENIMIENTO PROPUESTO	AHORRO
S/. <b>2,290,361.63</b>	S/. <b>2,043,738.10</b>	S/. <b>246,623.54</b>

Fuente: Centro de Costos, Empresa Agroindustrial Laredo – Taller Agrícola

### 3.8. Producción de caña por cada cosechadora con el Mantenimiento Propuesto

Primero veremos en un cuadro la producción de caña de cada cosechadora con el Mantenimiento Actual.

Tabla 48 Ahorro de Costos de Operación

PRODUCCION POR CADA COSECHADORA CON EL MTT. ACTUAL			
Equipo	Tiempo de Operación (h)	Cosecha por Hora de producción	Toneladas Cosechadas (TN)
Cosechadora de caña John Diere 3520 (117-001)	3058.82	32.11	98224.06
Cosechadora de caña John Diere 3520 (117-002)	2430.5	30.86	75016.05
Cosechadora de caña John Diere 3520 (117-006)	1782.88	33.70	60083.05
Cosechadora de caña John Diere 3520 (117-007)	3375.37	32.37	109258.9
Cosechadora de caña John Diere 3520 (117-008)	2771.17	36.53	101232.32
Cosechadora de caña John Diere 3520 (117-009)	3595.43	40.22	144591.65
<b>TOTAL</b>			<b>588406.03</b>

Fuente: Centro de Costos, Empresa Agroindustrial Laredo – Taller Agrícola

Se deduce que implementando el plan de Mantenimiento Propuesto las horas de operación de cada cosechadora de caña aumentarán el tiempo que se restó a las horas perdidas por fallas se puede explicar eso con los siguientes cuadros:

Tabla 50 Tiempo de Operación Ganado con el Mantenimiento Propuesto

Equipo	Tiempo de para por fallos con el Mtto. Actual(h)	Tiempo de para por fallos con el Mtto. Propuesto (h)	Tiempo de Operación Ganado (h)
Cosechadora de caña (117-001)	554.00	256.50	297.50
Cosechadora de caña (117-002)	574.69	236.25	338.44
Cosechadora de caña (117-006)	568.25	194.25	374.00
Cosechadora de caña (117-007)	557.89	245.25	312.64
Cosechadora de caña (117-008)	553.39	176.25	377.14
Cosechadora de caña (117-009)	602.48	205.50	396.98
<b>TOTAL</b>			<b>2096.7</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 51 Producción por cada cosechadora con el Mantenimiento Actual

PRODUCCION POR CADA COSECHADORA CON UN MTTO. PROPUESTO				
Equipo	Tiempo de Operación (h)	Cosecha por Hora de producción (TN/h)	Toneladas Cosechadas (TN)	
Cosechadora de caña John Diere 3520 (117-001)	3356.32	32.11	107777.31	
Cosechadora de caña John Diere 3520 (117-002)	2768.94	30.86	85461.82	
Cosechadora de caña John Diere 3520 (117-006)	2156.88	33.70	72686.85	
Cosechadora de caña John Diere 3520 (117-007)	3688.01	32.37	119378.89	
Cosechadora de caña John Diere 3520 (117-008)	3148.31	36.53	115009.45	
Cosechadora de caña John Diere 3520 (117-009)	3992.41	40.22	160556.36	
<b>TOTAL</b>			<b>660870.66</b>	

Fuente: Elaboración Propia

Si comparamos la gestión actual, con la gestión propuesta se puede apreciar lo siguiente:

Tabla 52 Aumento de la Producción de caña cosechada

PRODUCCION	Mantenimiento Propuesto	Mantenimiento Actual	Aumento de Producción (TN)
Toneladas de Caña (TN)	660870.6612	588406.03	72464.6312
<b>% DE LA PRODUCCION QUE AUMENTO</b>			<b>12.3%</b>

Fuente: Elaboración Propia

Como vemos la producción de las cosechadoras de caña aumentará en 7246463 toneladas de caña anuales aproximadamente, representando el 12.3% de la producción actual.

#### IV. DISCUSIÓN

- Según los resultados obtenidos en la simulación del plan de mantenimiento propuesto la producción de la caña de azúcar promedio de las cosechadoras de caña aumentara de 588406.03 a 676197.03 Toneladas de caña (representando un aumento del 15%) gracias a la disminución de las horas de paro por fallos que se recuperaran en horas de operación.
- La disponibilidad promedio con el mantenimiento actual fue de 73% y con el mantenimiento propuesto podrá llegar a ser de 84%,representando un aumento del 11%, comparando con un estudio similar en la tesis *“PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA MANTENIBILIDAD DE EQUIPOS DE ACARREO DE UNA EMPRESA MINERA DE CAJAMARCA”*, que llego a la conclusión de que la disponibilidad de los equipos en el tiempo de estudio fue de un 77% y con la propuesta aumento a un 87%, representando un 10% de aumento.
- Con la propuesta de los indicadores de mantenimiento se podrá medir el progreso de esta gestión según el tiempo que se requiera ya sea semanal quincenal o mensual, tal y como se ve reflejado en la tesis *“PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA MANTENIBILIDAD DE EQUIPOS DE ACARREO DE UNA EMPRESA MINERA DE CAJAMARCA”*, que estableció indicadores para medir la gestión de mantenimiento en equipos de acarreo: Mantenibilidad, Disponibilidad Mecánica, Backlogs, Costo de Variación de mantenimiento.
- Mediante la simulación del plan de mantenimiento propuesto se llegaría a reducir los costos de operación en un 10.77%, comparando estos resultados en un estudio similar titulado *“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD PARA LA DISMINUCIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN DE LA MAQUINARIA PESADA DE LA EMPRESA CHIMU AGROPECUARIA S.A.”* que el autor concluyo que con la simulación de su plan de mantenimiento los costos de operación llegarían a reducirse en un 20%.

## **V. CONCLUSIONES**

- Se llegó a determinar mediante la simulación del plan de mantenimiento propuesto la producción promedio de las cosechadoras aumentara en un 15% anual.
- La Disponibilidad promedio de las cosechadoras aumentara en un 11% según los resultados de la simulación del Plan de Mantenimiento Propuesto.
- Se Estableció los Indicadores de Gestión como la disponibilidad, confiabilidad, eficacia de órdenes de trabajo y la eficacia global de equipos (OEE) para que sean evaluados mensualmente y así ver el rendimiento del mantenimiento propuesto.
- Mediante la simulación del plan de mantenimiento se evaluó los costos operativos de las cosechadoras de caña y se concluyó que disminuirán en un 10.77% en un mismo periodo de evaluación igual al del plan de mantenimiento actual.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Tomando como referencia la muestra del cálculo de los indicadores de gestión de mantenimiento propuesto se recomienda establecer los mismos para toda la flota de equipos que tiene a cargo el área de Taller Agrícola.
- Se sugiere que las rutas a las cosechadoras de caña se realicen una vez por semana a cada equipo con el formato establecido en esta investigación.
- Se sugiere contactar a la empresa proveedora de los lubricantes MOBIL para que tome muestras de los aceites sintéticos en cada cambio para poder evaluar el desempeño y quizá poder prolongar su periodo de cambio. Los costos de los análisis de aceites serán cubiertos por la empresa proveedora MOBIL.
- Se recomienda llevar un minucioso control en las actividades de mantenimiento aplicados a las cosechadoras de caña para obtener un amplio registro del comportamiento de estas y determinar las condiciones en que se encuentran los mismos, con el propósito de evitar que reaparezcan las fallas identificadas en este estudio.

## REFERENCIAS

1. HERNÁNDEZ CRUZ, Eugenio. *Controlando y Evaluando la Gestión de Mantenimiento. Revista N°4. Marzo 2001.*
2. DUFFUAA, S., RAOUF, A. y CAMPBELL, J. *Sistemas de Mantenimiento. Planeación y Control.* 1ª edición, Editorial LIMUSA. México 2000.
3. PRANDO, Raul. *Manual Gestión de Mantenimiento a la Medida.* 1ª edición, Editorial Piedra Santa. Guatemala 1996.
4. COVENIN Norma Venezolana 3049-93, *Mantenimiento. Definiciones.* Venezuela (1993).
5. A.M. del Castillo-Serpa, M.L. Brito-Ballina, E. Fraga-Guerra. Facultad de Ingeniería Mecánica. Vol. 12. No.3, septiembre-diciembre de 2009, Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría” – ISPJAE
6. LEONARDO MONTAÑA, Riveros, *Diseño de un Sistema de Mantenimiento con Base en Análisis De Criticidad y Análisis de Modos y Efectos de Falla en la Planta de Coque de Fabricación Primaria en la Empresa Acerías Paz del Río S.A. , 2006.*
7. EÑAUT LABAIEN. *Mantenimiento Predictivo.* Predictove ingenieros s.l-2009
8. Metodología Análisis de Criticidad, SCO (Sistema de Confiabilidad Operacional) aprendizaje.virtual@pemex.com
9. LEAL, S. Y ZAMBRANO, S. *Fundamentos Básicos de Mantenimiento.* 1ª Edición, Fondo Editorial 2011
10. PORTAL LATINOAMERICANO DE MANTENIMIENTO, Mantenimiento Mundial, Disponible en web: <[www.mantenimientomundial.com](http://www.mantenimientomundial.com)>



11. PHD. PARRA MÁRQUEZ, Carñps & PHD. CRESPO MÁRQUEZ, Adolfo *Técnicas de Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad aplicados en el proceso de Gestión de Activos*. Nota técnica 5: Métodos de Análisis de Criticidad y Jerarquización de Activos. INGEMAN
12. ANGEL PARTIDA, *9 claves a la hora de implementar un sistema de mantenimiento* [en línea], 18 de noviembre del 2012. Disponible en web: <<http://mantenimiento-mi.es/2012/9-claves-a-la-hora-de-implementar-un-sistema-de-mantenimiento>>
13. EDUARDO R. ROMERO, PATRICIA A. DIGONZELLI, JORGE SCANDALIARIS, *Manual del Cañero*, Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, 2009. 232 p.
14. JOHN DEERE, *Manual técnico de diagnóstico de cosechadoras de caña de azúcar John Deere 3520 y 3522*, John Deere Thibodaux, 30 de Noviembre del 2010. 604p.
15. DEERE & COMPANY, *Cosechadora de caña John Deere 3520*, Febrero del 2010. Disponible en web: <[www.deere.com/wps/dcom/es\\_LA/products/equipment/sugarcane\\_harvester/harvester\\_3520/harvester\\_3520.page](http://www.deere.com/wps/dcom/es_LA/products/equipment/sugarcane_harvester/harvester_3520/harvester_3520.page)>
16. NAVARRO ELOLA, Luis; *Gestión Integral del Mantenimiento*, Mar combo Boixareu Editores, Barcelona, 1997.
17. EMERSON PROCESS MANAGEMENT, *Introducción a la Efectividad General del Equipo*, 2002. 3p. Disponible en web: <[www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/PM%20Central%20Web%20Documents/BusSch-OEE\\_101es.pdf](http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/PM%20Central%20Web%20Documents/BusSch-OEE_101es.pdf)>
18. M. SC. Q. GUSTAVO PIGNALOSA; M. SC. Q. CARLOS MANTERO; M. SC ING. LEONARDO DELLA MEA; BR. ING. RICARDO MOSQUER, *Mantenimiento proactivo en base a análisis de aceite lubricante*. Montevideo – Uruguay. 2004.

## ANEXOS

### ANEXO N° 1

#### Sistema Típico del Mantenimiento



### ANEXO N° 2

#### Imagen de la primera cosechadora de caña en 1980



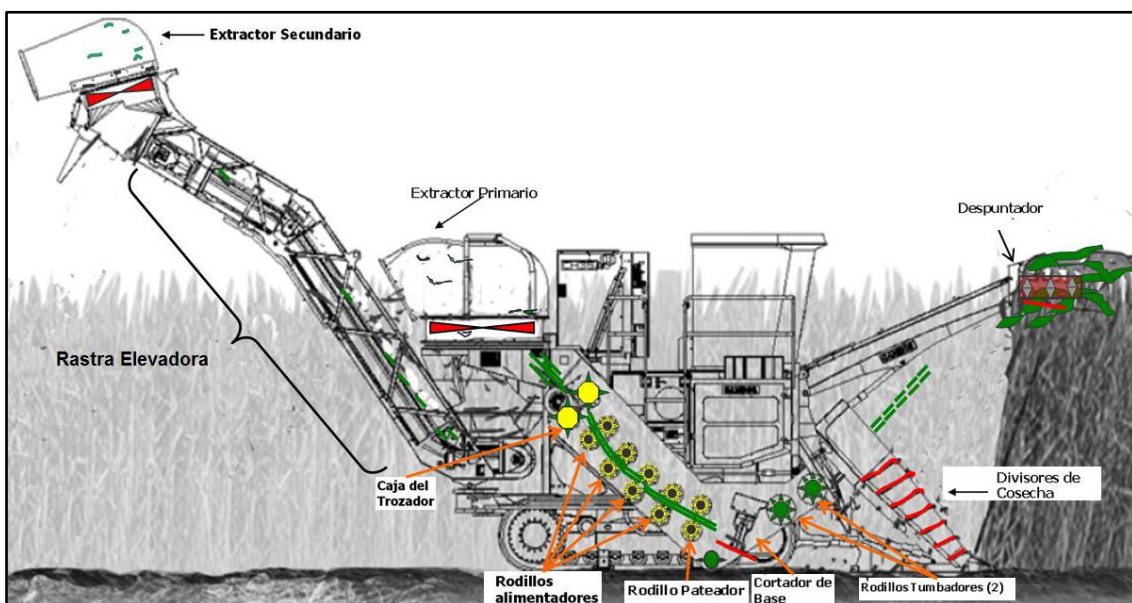
### ANEXO N° 3

Foto Real de la operación de la cosechadora de caña en campo Arena Dulce, Alto Salaverry.



### ANEXO N° 4

Esquema de una Cosechadora de caña en la Actualidad



## ANEXO N° 5

### Cosechadora de caña John Deere 3520



## ANEXO N° 6

### Capacidades de la Cosechadora de caña

Componente	Capacidad aproximada	
	3520	3522
Depósito de combustible diésel	568 L (150 U.S. gal)	568 L (150 U.S. gal)
Depósito de aceite hidráulico—Aceite para motores diésel de servicio intensivo de muy altas prestaciones SAE 10W30	400 L (106 gal US) modelo mundial	397 L (105 gal US) modelo mundial
Refrigerante del radiador—50% de agua limpia y 50% de etilenglicol	69,6 L (16.5 U.S. gal)	69,6 L (16.5 U.S. gal)
Reducción final (orugas)—Aceite 85W/140 ó 80W/140 sintético	4,2 L (1.1 U.S. gal)	4,2 L (1.1 U.S. gal)
Reducción final (ruedas)—Aceite 85W/140 ó 80W/140 sintético	4,2 L (1.1 U.S. gal)	4,2 L (1.1 U.S. gal)
Caja de engranajes del picador—Aceite 85W/140 ó 80W/140 sintético	11,01 L (2.9 U.S. gal)	11,01 L (2.9 U.S. gal)
Caja de engranajes de la cortadora de base—Aceite 85W/140 ó 80W/140 sintético	Seco 12.74 L (3.37 U.S. gal)	Seco 13,5 L (3.5 U.S. gal)
Caja de engranajes de bomba—Aceite 85W/140 ó 80W/140 sintético	7,1 L (1.87 U.S. gal)	7,1 L (1.87 U.S. gal)
Motor John Deere 6090—Aceite SAE	29,5 L (7.8 U.S. gal)	29,5 L (7.8 U.S. gal)
Refrigerante R134A para sistema de aire acondicionado	3,4 kg (7.5 lb) 118 ml (4.oz)	3,4 kg (7.5 lb) 118 ml (4.oz)
Aceite de compresor R134A		
Peso aproximado de la cosechadora	19050 kg (42000 lb)	19780 kg (43600 lb)

**ANEXO N° 7**

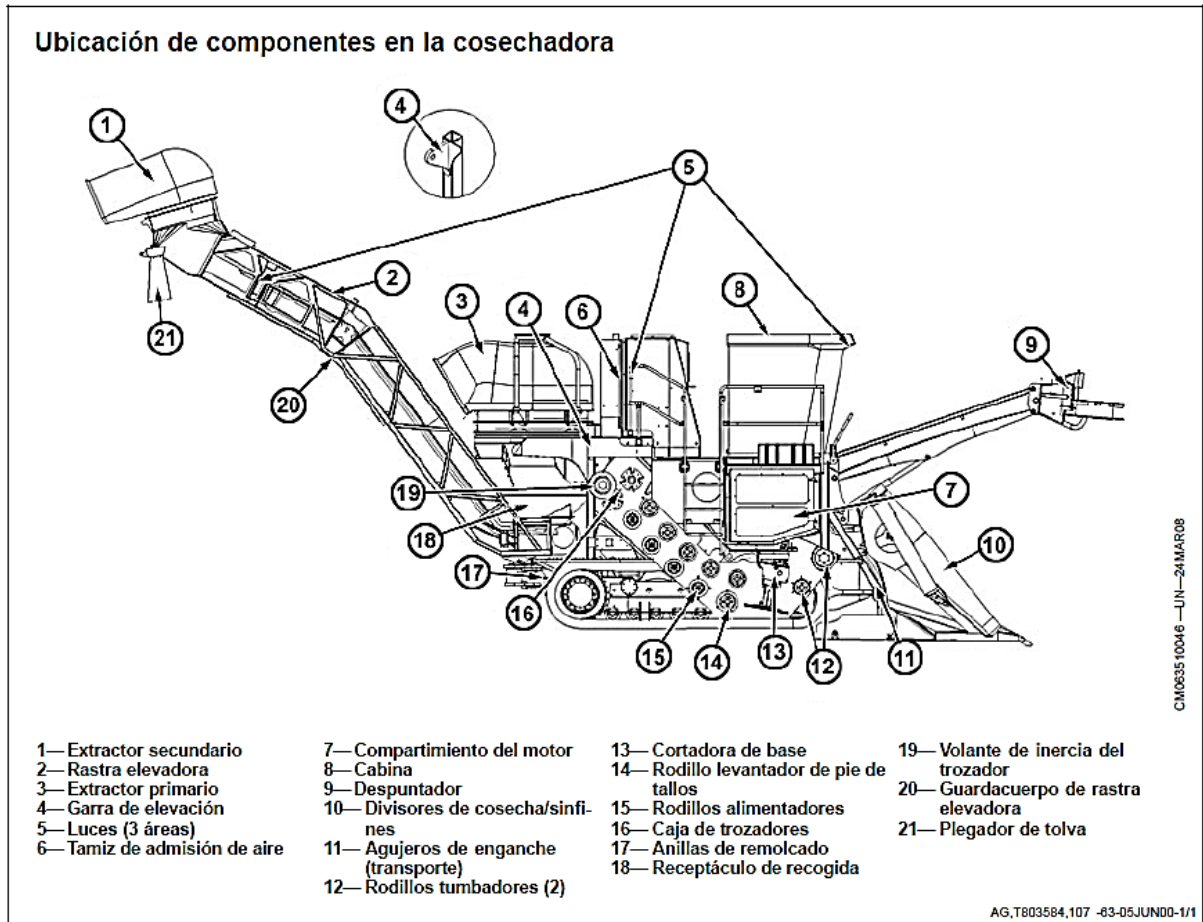
**Protocolo de Actividades del Plan de Mantenimiento**

<p><b>MANTENIMIENTO DIARIO - REVISAR</b></p>	<p><i>Nivel de aceite del Motor.</i>  <i>Nivel de aceite del Depósito Hidráulico.</i>  <i>Nivel del tanque de combustible.</i>  <i>Nivel del depósito radiador.</i>  <i>Correa del Motor.</i>  <i>Aspas del Ventilador del Extractor Primario.</i>  <i>Aspas del Ventilador del Extractor Secundario.</i>  <i>Cuchillas del Cortador de Base.</i>  <i>Cuchillas del Trozador.</i>  <i>Sincronización de las Cuchillas del Trozador.</i>  <i>Drene el Separador de Combustible/Agua.</i>  <i>Extintor de incendios – Llene y cargue</i>  <i>Pedales – Libertad de movimientos.</i>  <i>Palancas e Interruptores en NEUTRAL o desactivados.</i>  <i>Freno de Estacionamiento – Funcione bien.</i>  <i>Acondicione y Revise si hay piezas sueltas o faltantes.</i>  <i>Sistema Eléctrico – Cables Desgastados o Dañados y Conexiones Seltas o Corroídas.</i>  <i>Sistema Hidráulico – Abrazaderas con fugas, faltantes o sueltas; Mangueras y tuberías dañadas; Mangueras que rozan unas con otras o con otras piezas</i>  <i>Presión de las llantas, pernos de montaje de las llantas.</i></p>
<p><b>MANTENIMIENTO A1: CADA 25 HORAS</b></p>	<p><i>Lubrique los siguientes puntos</i>  <i>Ensamble del Despuntador – 6 graseras</i>  <i>Divisores de Cosecha – 10 graseras</i>  <i>Cilindros de Levante: Orugas – 4 graseras</i>  <i>Cilindros de Levante: Ruedas – 10 graseras</i>  <i>Mesa de Giro del Elevador – 9 graseras</i>  <i>Ventilador del Extractor Primario – 5 graseras</i>  <i>Ventilador del Extractor Secundario – 3 graseras</i>  <i>Soportes de los Rodillos Alimentadores – 10 graseras</i>  <i>Poleas del Soporte del Elevador – 2 graseras</i>  <i>Cilindros de Dirección: Ruedas – 4 graseras</i></p>
<p><b>MANTENIMIENTO A2: CADA 50 HORAS</b></p>	<p><i>Lave completamente la cosechadora.</i>  <i>Revise el desgaste de los topes de caucho de los soportes de los rodillos</i>  <i>Revise el nivel de aceite de los mandos finales planetarios y de la caja portabombas.</i>  <i>Apriete la tuerca superior del pasador de la mesa de giro del elevador a 600 lb-ft.</i>  <i>Apriete la tuerca inferior del pasador de la mesa de giro del elevador a 300 lb-ft.</i>  <i>Revise el torque de los pernos de las ruedas.</i>  <i>Inspeccione el cable del elevador y el de seguridad.</i></p>
<p><b>MANTENIMIENTO A3: CADA 100 HORAS.</b></p>	<p><i>Inspeccione el ensamble del despuntador.</i>  <i>Inspeccione los pernos de montaje de la caja de engranes del cortador de base. Si están sueltos, limpie los pernos y apriete a 250 Nm (180 lb-ft).</i>  <i>Inspeccione los pernos de montaje de las tablillas del elevador y la alineación.</i>  <i>Inspeccione el ensamble del extractor primario.</i></p>

<b>MANTENIMIENTO B:</b> <b>CADA 250 HORAS</b>	<i>Los (2) rodamientos sellados de los divisores de cosecha.</i> <i>Los (5) rodamientos sellados de los rodillos alimentadores del lado izquierdo.</i> <i>Los (4) rodamientos sellados de los rodillos alimentadores del lado derecho.</i> <i>Los (2) rodamientos de soporte de los ejes trozadores.</i> <i>Los (4) rodamientos sellados del elevador.</i> <i>Cambio de Filtro de Aceite y Filtro Elemento.</i> <i>Cambio de Filtro de Combustible.</i>
<b>MANTENIMIENTO C:</b> <b>CADA 500 HORAS</b>	<i>De servicio al tanque de combustible: drene el agua y los sedimentos y limpie el cedazo de succión.</i> <i>Revise la solución del refrigerante, analice y agregue acondicionador según se</i> <i>Revisar vibración en el Damper.</i> <i>Repita el Mantenimiento B.</i> <i>Cambio del Filtro Primario de Aire del Motor.</i>
<b>MANTENIMIENTO D:</b> <b>CADA 750 HORAS</b>	<i>Cambio de Aceite de Motor.</i> <i>Realizar un Análisis del Aceite de Motor.</i> <i>Repita el Mantenimiento B.</i>
<b>MANTENIMIENTO E:</b> <b>CADA 1500 HORAS</b>	<i>Repita el Mantenimiento D.</i> <i>Cambio de Filtro de Seguridad de Aire del Motor.</i>
<b>MANTENIMIENTO F:</b> <b>CADA 3000 HORAS</b>	<i>Repita el Mantenimiento D y E.</i> <i>Cambio de Aceite de la Caja de Bombas.</i> <i>Cambio de Aceite de la Caja de Engranajes del Trozador.</i> <i>Cambio de Aceite de la Caja de Engranajes del Cortador de base.</i> <i>Realizar un análisis del Aceite de caja de Bombas, Trozador y Cortador de base.</i> <i>Cambio de Filtros Hidráulicos.</i>
<b>MANTENIMIENTO G:</b> <b>CADA 4500 HORAS</b>	<i>Repita el Mantenimiento F.</i> <i>Reemplazar Damper del Motor.</i>
<b>MANTENIMIENTO H:</b> <b>CADA 9000 HORAS</b>	<i>Repita el Mantenimiento H y J.</i> <i>Realizar un análisis de Aceite Hidráulico.</i> <i>Cambio de Aceite Hidráulico.</i>

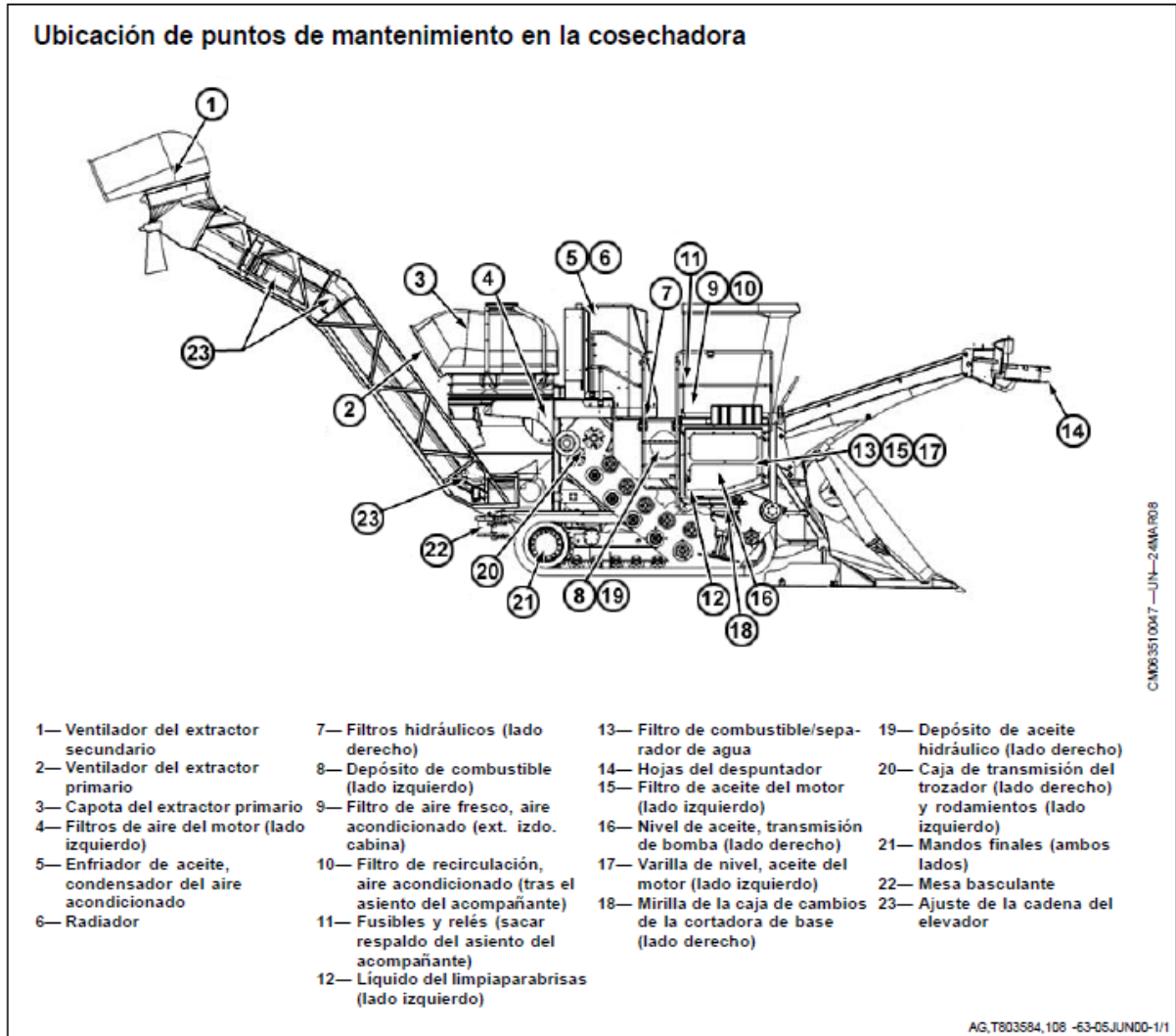
## ANEXO N° 8

### Ubicación de Componentes en la Cosechadora de caña John Deere 3520



## ANEXO N° 9

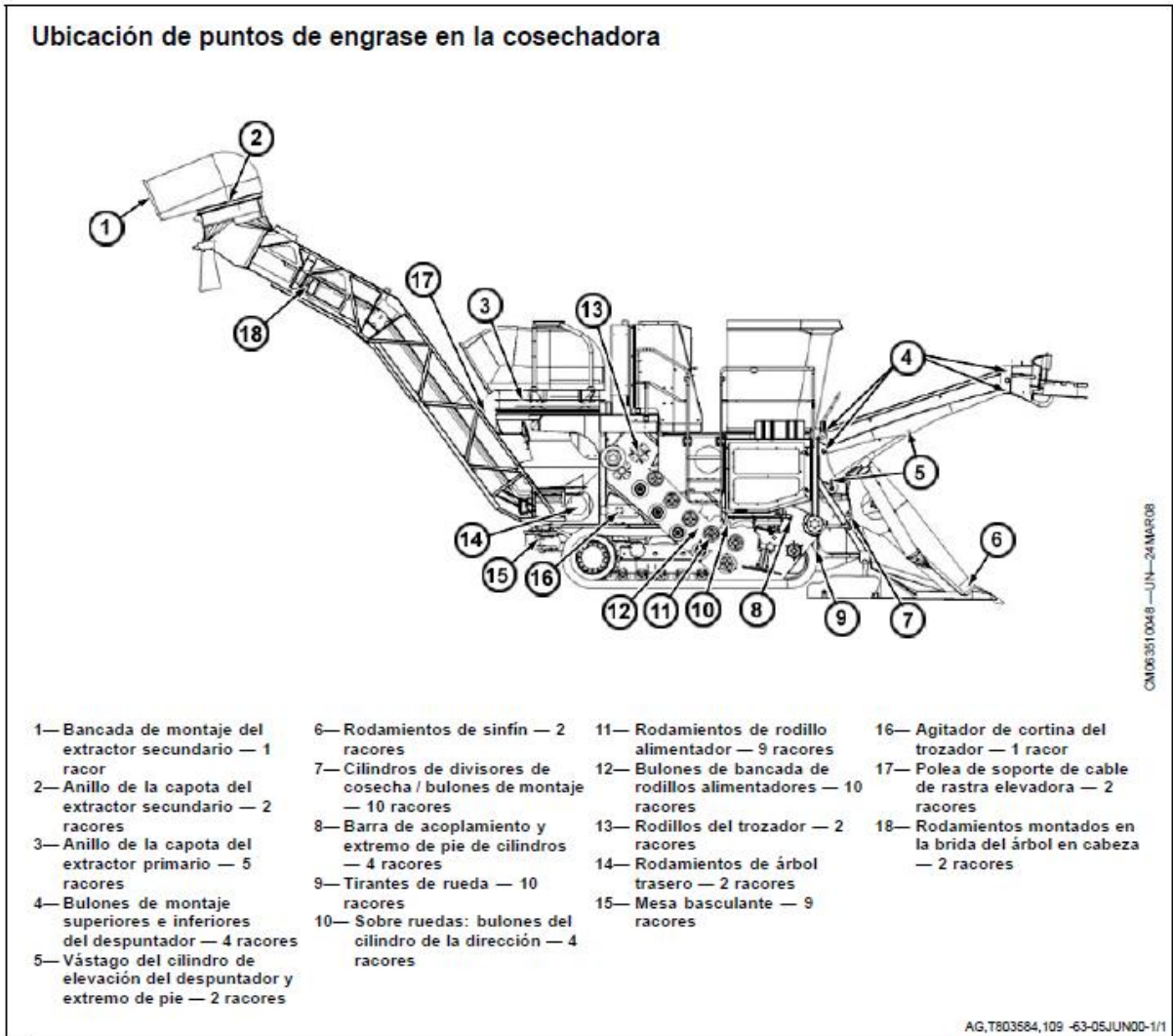
### Ubicación de los puntos de mantenimiento de la Cosechadora de Caña John Deere






ANEXO N° 10

Ubicación de los puntos de Engrase de la Cosechadora de Caña John Deere




**ANEXO N° 11**

**Orden de Trabajo Planeada**

		EMPRESA AGROINDUSTRIAL LAREDO S.A.A. - TALLER AGRÍCOLA					ORDEN DE TRABAJO N°:	
UBICACIÓN					E/S	EST	TIPO	
SISTEMA ASOCIADO					No: SERIE			
CENTRO DE COSTOS					PRIORIDAD			
SOLICITUD	FECHA	HORA	REQUERIDA			HORA		
VARIABLE DE CONTROL		VALOR PROYECTADO			VALOR REAL			
ACTIVIDAD ESTANDAR		FRECUENCIA			No. P.M.			
DESCRIPCIÓN CORTA					O.T. ASOCIADA			
MOTIVO DE SOLICITUD								
SOLICITADA POR		PLANEADOR		APROBADA				
TRABAJO A REALIZAR								
INICIACIÓN	FECHA	HORA	FINALIZACIÓN			HORA		
TIEMPO	EJECUCIÓN	DESPLAZAMIENTO		PARO				
TIPO DE PARO		TIPO DE TRABAJO		RESPONSABLE				
TAREAS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADAS								
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN			# EJE	T. EJE	ZONA	SEGURIDAD	FALLA
MANO DE OBRA								
FECHA	EMPLEADO	NOMBRE DE EMPLEADO			# HORAS	# HORAS REALES		
REPUESTOS / MATERIALES								
FECHA	ALMACEN	CODIGO	DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	UND.	CANT. REAL	
HERRAMIENTAS								
FECHA	HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN			CANTIDAD	# HORAS	# HORAS REAL	
MATERIALES DE CARGO DIRECTO - SERVICIOS DE MANTENIMIENTO								
FECHA	DESCRIPCIÓN				CANTIDAD	UND.	CANT. REAL	
_____		_____			_____			
RESPONSABLE		APROBADOR			RECIBE A SATISFACCIÓN			


**ANEXO 12**

**Orden de Trabajo Urgente**

		<b>ORDEN DE TRABAJO URGENTE</b>				
N° DE OT		Empresa	<i>Agroindustrial Laredo S.A.A.</i>		TIPO	<i>U</i>
EQUIPO			CODIGO			
DESCRIPCIÓN DE TRABAJO						
ACTIVIDAD						
DESCRIPCIÓN CORTA						
MOTIVO DE ORDEN DE TRABAJO						
SOLICITADA POR						
DATOS DE PLANEACIÓN						
FECHA INICIO			HORA DE INICIO			
FECHA DE FINALIZACIÓN			HORA DE FINALIZACIÓN			
TIPO DE PARO						
TRABAJO REALIZADO						
TAREAS ASOCIADAS						
FECHA	TAREA	CAUSA DE FALLA	TIPO DE TRABAJO	SINTOMA	# EJE	T. EJE
MANO DE OBRA						
FECHA	EMPLEADO	NOMBRE DE EMPLEADO			# HORAS	
REPUESTOS / MATERIALES						
FECHA	ALMACEN	CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UND.	CANT. REAL
HERRAMIENTAS						
FECHA	HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	# HORAS	# HORAS REAL
OBSERVACIONES						
<hr/> <b>RESPONSABLE</b>		<hr/> <b>APROBADOR</b>		<hr/> <b>RECIBE A SATISFACCIÓN</b>		


ANEXO N° 13

Revisión de Neumáticos de la Cosechadora de caña

				HOJA REVISION TECNICA LLANTAS - COSECHADORA				FECHA			
								HOROMETRO			
TALLER AGRICOLA											
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; width: 60px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; font-size: 24px;">2</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; width: 180px; height: 60px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; font-size: 36px;">4</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; width: 60px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; font-size: 24px;">1</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; width: 180px; height: 60px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; font-size: 36px;">3</div> </div>				TAPA VALVULA		L L A N T A	D E S G · I R R E G U L A R	R E N C A U C H A R	R E E M P L A Z A R	MARCAR	
				S I	N O						
N° COSECHADORA:				PRESIÓN		PROF. (mm)					
N°	MEDIDA	MARCA	SERIE	ACTUAL	RECOMEN.	ACTUAL	ORIGINAL				
DELANTERAS											
1					100					7-8 mm	
2					100					7-8 mm	
POSTERIORES											
3					110					5-6 mm	
4					110					5-6 mm	
OBSERVACIONES:											
Responsable de la Revision:						Firma del Jefe:					

**ANEXO N° 14**

**Ruta de Inspección Propuesta**



**SAGARPA  
LAREDO**

**Ruta de inspección para Cosechadoras de Caña**

Cosechadora de caña N° 117-00\_\_

Horómetro:

Fecha:

Ítem	Descripción del trabajo	Se realizó		Observaciones
		Si	No	
1	Revisar estado de estructura del conjunto despuntador			
2	Revisar fugas de aceite en el conjunto despuntador			
3	Revisar estado de los rolos tumbadores			
4	Revisar todos los niveles de aceite en la cosechadora			
5	Revisar estado de los cilindros de suspensión, dirección, rotulas y terminales			
6	Revisar estado de tuercas y pernos de ruedas delanteras y posteriores			
7	Revisar estado y fugas de mangueras del sistema hidráulico			
8	Revisar fugas de aceite en las bombas hidráulicas en general			
9	Revisar fugas de aceite en los motores hidráulicos en general			
10	Revisar el estado del sistema de luces			
11	Revisar el estado de los armazones y rolos alimentadores			
12	Revisar la estructura del extractor primario			
13	Revisar estado de poleas pines y cable de acero en el giro del extractor primario			
14	Revisar estado de la olla receptora de caña			
15	Revisar estado 4 pines de pivote de tornamesa y cilindros de giro			
16	Revisar estado de la cadena de la rastra elevadora			
17	Revisar estructura del extractor secundario			
18	Revisar estado de los capuchones de los extractores			

Recomendaciones: .....

.....

Detallar los trabajos que se programaran:

- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....

ANEXO N° 15

Formato de Toma de Presiones en los diferentes sistemas de la cosechadora de caña

117-.....		RANGOS (PSI)	LECTURA
Horómetro	FECHA		
<b>MANDO DE TRANSMISION</b>			
Derecha	Avance	6000 +/- 100	
	Retroceso	6000 +/- 100	
	Presión de Carga	360 +/- 10	
Izquierda	Avance	6000 +/- 100	
	Retroceso	6000 +/- 100	
	Presión de Carga	360 +/- 10	
<b>BOMBA DE EXTRACTOR PRIMARIO</b>			
Presión de carga		360 +/- 10	
Válvula de alivio		1000 +/- 100	
Presión de trabajo		6000 +/- 100	
<b>TROZADOR</b>			
Bomba	Presión de Carga	360 +/- 10	
	presión de trabajo	5000 +/- 100	
Motor Hidráulico	Presión de trabajo	5000 +/- 100	
<b>CORTADOR DE BASE</b>			
Bomba	Presión de Carga	360 +/- 10	
	presión de trabajo	5000 +/- 100	
Motor Hidráulico	Presión de trabajo	5000 +/- 100	
<b>DESPUNTADOR</b>			
Disco		3000 +/- 100	
Tambor recolector		2500 +/- 100	
<b>GIRO ELEVADOR</b>			
Derecho		2600 +/- 100	
Izquierda		2600 +/- 100	
<b>DIVISOR DE COSECHA</b>			
Izquierdo	subir	2600 +/- 100	
	bajar	2600 +/- 100	
Derecho	subir	2600 +/- 100	
	bajar	2600 +/- 100	
<b>CAPUCHON DEL EXTRACTOR PRIMARIO</b>			
Derecho		2500 +/- 100	
Izquierdo		2500 +/- 100	
<b>BRAZO DESPUNTADOR</b>			
Subir		2600 +/- 100	
Bajar		2600 +/- 100	
<b>CORTADOR DE BASE</b>			
Subir		2600 +/- 100	
Bajar		2600 +/- 100	
<b>VALVULAS</b>			
Rodillos Alimentadores		2750 +/- 100	
Rodillos tumbadores		2750 +/- 100	
Divisores de cosecha		2750 +/- 100	
Ventilador paquete de enfriamiento		3000 +/- 100	
Alivio principal del elevador		3500 +/- 100	
Presión Alivio BIN FLAP		2500 +/- 100	
Capuchón Extractor Secundario		2000 +/- 100	
<b>BLOK DE VALVULAS DEL ELEVADOR</b>			
Elevador	Subir	2000 +/- 100	
	Bajar	2000 +/- 100	
Válvula de Prioridad		2500 +/- 50	



## ANEXO N° 17

### Guía de Entrevista Usada para la Recolección de Datos.

#### ENTREVISTA – TALLER AGRÍCOLA

Nombres:

\_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Para conocer acerca de las actividades de mantenimiento de las cosechadoras de caña, se desarrolló la siguiente encuesta en la que se agruparon preguntas según algunos aspectos importantes. Estos son:

1. Organización de la empresa
2. Documentación y análisis de equipos
3. Planeación y programación de mantenimiento
4. Trabajo por parte del operario
5. Gestión de repuestos
6. Registro de mantenimiento

Algunas preguntas son de selección múltiple, mientras que en otras deberá escribir según sea el caso. De antemano se le agradece por su participación y por la veracidad de la información.

#### 1. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA:

1. ¿Dentro del Departamento de Taller Agrícola se cuenta con un organigrama establecido?

- ❖ Si
- ❖ No

2. Si la respuesta anterior es negativa, califique de 1 a 5 el grado de importancia que consideraría el tener un organigrama.

- ❖ 1
- ❖ 2
- ❖ 3
- ❖ 4
- ❖ 5



3. ¿Quién es o quien sería el encargado de liderar el Departamento de Taller Agrícola?

- ❖ Un ingeniero
- ❖ El gerente de la empresa
- ❖ Algún operario
- ❖ Una empresa externa
- ❖ Otro: \_\_\_\_\_

4. Cuando se presenta una avería o falla en algún equipo, ¿existen procesos y procedimientos que indiquen qué hacer?

- ❖ Sí, existen formatos en donde se tiene un programa de qué hacer y cuáles son los recursos necesarios.
- ❖ No, se resuelve según lo que diga el encargado de mantenimiento.

5. ¿Cuál o cuáles de los siguientes tipos de mantenimiento aplica en el Departamento de Taller Agrícola? ¿Cuál es el que más usan?

- ❖ Mantenimiento correctivo
- ❖ Mantenimiento preventivo
- ❖ Mantenimiento predictivo
- ❖ Mantenimiento Productivo Total
- ❖ Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad
- ❖ Ninguno de los anteriores

6. ¿Alguna vez ha realizado auditorías de mantenimiento?

- ❖ Nunca
- ❖ Cada mes
- ❖ Cada 6 meses
- ❖ Cada año

7. Califique de 1 a 5 el grado de importancia que considera tener una gestión de mantenimiento en el Departamento de Taller Agrícola.

- ❖ 1
- ❖ 2
- ❖ 3
- ❖ 4
- ❖ 5

8. ¿Tiene alguna base de datos o plataforma que le permita guardar información acerca del mantenimiento de sus equipos, como la planificación de las actividades o el seguimiento de las fallas registradas?

- ❖ Si

❖ No

9. ¿Conoce el número de cosechadoras de caña con los que cuenta la Empresa Agroindustrial Laredo actualmente? Por favor especifique el número

❖ Si

❖ No

❖ Número de equipos: \_\_\_\_\_

10. Califique de 1 a 5 el grado de conocimiento que tiene sobre cada una de las cosechadoras, como su ciclo de vida, sus componentes, su costo, nivel de riesgo, actividades de mantenimiento.

❖ 1

❖ 2

❖ 3

❖ 4

❖ 5

11. Califique de 1 a 5 el grado de conocimiento que tienen las personas que manejan los equipos, el responsable de la producción o incluso el gerente de la compañía sobre las condiciones bajo las cuales operan los equipos como la presión adecuada y temperatura permitidos.

❖ 1

❖ 2

❖ 3

❖ 4

❖ 5

12. Califique de 0 a 5 el grado de conocimiento que tiene sobre una hoja de ruta ¿Cuenta con una?

❖ 0

❖ 1

❖ 2

❖ 3

❖ 4

❖ 5

13. Cuando adquiere un equipo, pide de su proveedor:

❖ El manual de operación

❖ El manual de mantenimiento

❖ El manual de componentes

❖ Ninguno de los anteriores

14. ¿Su empresa paga seguros por alguno de sus equipos en contra de accidentes, robos o averías significativas? Explique el por qué, si lo hace

- ❖ Si
- ❖ No
- ❖ ¿Por qué?: \_\_\_\_\_

## 2. PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO:

15. Califique de 0 a 5 el grado de planeación de mantenimiento en el Departamento de Taller Agrícola.

- ❖ 0
- ❖ 1
- ❖ 2
- ❖ 3
- ❖ 4
- ❖ 5

16. ¿Se hace la planeación de los recursos necesarios de las actividades de mantenimiento?

- ❖ Si
- ❖ No
- ❖ ¿Por qué? \_\_\_\_\_

17. ¿Tienen en cuenta las fallas registradas?

- ❖ Si
- ❖ No

18. ¿Tiene en cuenta las condiciones de operación?

- ❖ Si
- ❖ No

19. ¿Al tener la planeación de las actividades de mantenimiento se comunica al personal de producción para que sepan estas actividades?

- ❖ Si
- ❖ No
- ❖ ¿Por qué? \_\_\_\_\_

20. ¿Cuáles de estas actividades realizan?

- ❖ Lubricación
- ❖ Inspección
- ❖ Overhaul
- ❖ Calibración

❖ Otros: \_\_\_\_\_

21. ¿La empresa realiza el mantenimiento de las cosechadoras o las hacen subcontratación?

❖ La empresa realiza el mantenimiento

❖ Subcontratación.

❖ Otro: \_\_\_\_\_

22. ¿Se conoce el tiempo estimado del arreglo de las fallas?

❖ Si

❖ No

### **3. TRABAJO POR PARTE DEL OPERARIO/EQUIPO:**

23. Califique de 1 a 5 el grado de dedicación de los operarios en las tareas de mantenimiento.

❖ 1

❖ 2

❖ 3

❖ 4

❖ 5

24. Califique de 1 a 5 el grado de acceso a la información técnica sobre las máquinas que tienen sus compañeros o trabajadores.

❖ 1

❖ 2

❖ 3

❖ 4

❖ 5

25. Si se maneja algún tipo de indicador que indique las incidencias de las averías en la producción o en los gastos operativos de la empresa, ¿conocen los empleados sobre ellos para que se tomen medidas correctivas?

❖ Si

❖ No

### **4. GESTIÓN DE REPUESTOS**

26. La empresa cuenta con una bodega para las herramientas y repuestos de mantenimiento

❖ Si

❖ No

27. ¿La empresa cuenta con una clasificación de los repuestos?

❖ Si

❖ No

28. Si la respuesta a la pregunta anterior es sí, nombre cuales son las clasificaciones que tienen los repuestos, de lo contrario explique las razones por las cuales no hace dicha clasificación.

---

29. ¿cuál es la política de inventario de repuestos que maneja su empresa?

---

30. ¿El encargado de mantenimiento cuenta con una lista de los proveedores de repuestos?

❖ Si

❖ No

31. El tiempo de entrega desde que se hace la orden de pedido hasta que llega el repuesto por parte del Logística es:

❖ 1 día – 3 días

❖ 4 días – 1 semana

❖ 1 semana – 4 semanas

❖ 4 semanas – 7 semanas

❖ 7 semanas en adelante.

32. Bajo qué criterios de selección se determinan los proveedores de repuestos (por ejemplo: calidad, costo, distancia, garantías, entre otros).

---

---

## 5. REGISTRO DE MANTENIMIENTO

33. ¿Cada vez que se planea o ejecuta una actividad de mantenimiento, se documenta en órdenes de trabajo?

❖ Si

❖ No

❖ ¿Por qué? \_\_\_\_\_

34. Si respondió sí a la pregunta anterior, identifica en estas órdenes de trabajo ¿quién va a realizar el trabajo y cómo quedó la máquina después del trabajo elaborado en ella?

❖ Si

❖ No

35. Cuando los trabajos de mantenimiento son subcontratados, ¿realiza usted algún control o inspección posterior del trabajo realizado?

❖ Si

- ❖ No
- ❖ ¿Por qué sí o por qué no? \_\_\_\_\_

36. Califique de 1 a 5 el grado de importancia de las fallas o averías de las cosechadoras de caña.

- ❖ 1
- ❖ 2
- ❖ 3
- ❖ 4
- ❖ 5

37. ¿Bajo qué lineamientos hace la clasificación de averías?

- ❖ Seguridad industrial
- ❖ Calidad de la pieza
- ❖ Importancia de la máquina en el proceso productivo
- ❖ Falta de recursos
- ❖ Otro: \_\_\_\_\_

38. ¿Si identifica fallas en sus equipos, las clasifica como urgente, importante o programable para mantenimiento?

- ❖ Si
- ❖ No
- ❖ ¿Por qué? \_\_\_\_\_

39. ¿Existe algún indicador que mida el % de dinero sobre las ventas netas que se gasta en mantenimiento por accidentes o reparaciones urgentes o actividades planificadas?

- ❖ Si
- ❖ No

40. ¿Conoce usted los indicadores OEE (Eficiencia General de los Equipos), MTTR (Tiempo medio de reparaciones) y el MTBF (Tiempo medio entre fallas) ?, ¿Tiene registro de ellos en sus operaciones? ¿Por qué sí o por qué no?

---

---

**ANEXO N° 18****Entrevista al personal de Taller Agrícola para medir los tiempos de reparación de las fallas con el mantenimiento propuesto****ENCUESTA – TALLER AGRÍCOLA**

Nombres: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Usted que rangos de tiempo de reparación les puede dar a las siguientes fallas según el mantenimiento mejorado que se le presentó anteriormente, en base a su experiencia en el mantenimiento de las cosechadoras de caña en la Empresa Agroindustrial Laredo S.A.A.

<b>N°</b>	<b>SISTEMA</b>	<b>FALLAS</b>	<b>TIEMPO REPARACIÓN (h)</b>
1	SISTEMA DE CORTE	Caja de cortador de base con vibración.	
2	SISTEMA DE ROLOS	Problemas en los rolos.	
3	SISTEMA HIDRAULICO	Rotura de la rótula de la suspensión.	
4	SISTEMA ELECTRONICO	Código de falla en Pantalla.	
5	SISTEMA DE CORTE	Calibración de las cuchillas Trozadoras.	
6	SISTEMA DE ELEVADOR	Descarrilamiento de Cadena de capuchón secundario.	
7	SISTEMA DE ELEVADOR	Anillo de tornamesa de la rastra elevadora desgastada.	
8	SISTEMA HIDRAULICO	Rotura de manguera.	
9	SISTEMA HIDRAULICO	Fuga de aceite hidráulico por caja de cortador de base.	
10	SISTEMA ELECTRONICO	Despuntador no activa y gira a un solo lado.	
11	SISTEMA HIDRAULICO	Fuga de aceite por el motor hidráulico.	
12	SISTEMA HIDRAULICO	Problemas en pistón de la suspensión.	
13	SISTEMA DE ORUGA	Desgaste de eslabones o pernos de cadena.	
14	SISTEMA HIDRAULICO	Bajo nivel de aceite hidráulico.	
15	SISTEMA HIDRAULICO	Problemas en los Motores Hidráulicos.	
16	SISTEMA DE ELEVADOR	Problemas en el extractor primario.	
17	SISTEMA DE NEUMATICOS	Rotura de pernos de llanta delantera.	
18	SISTEMA HIDRAULICO	Problemas en las Bombas Hidráulicas.	
19	SISTEMA HIDRAULICO	Retenes de la caja Trozadora con fuga de aceite.	

**Personal evaluado con la encuesta**

N°	Nombre	Cargo
1	Avalos Valencia Andrés	Operador Mecánico Automotores
2	Corcuera Chávez Juan Santos	Operador Mecánico Soldador
3	Díaz Mora Juan Francisco	Operador Mecánico Electricista Automotriz
4	Peláez Serin Armando Roger	Operador Mecánico Automotores
5	Rodríguez Ávila Simón	Supervisor Taller Agrícola
6	Córdova Zamudio Leocadio	Operador Mecánico Soldador
7	Vásquez Lázaro Eliezer Lucio	Operador Mecánico Llantero
8	Zavaleta Pereda Luis Enrique	Operador Mecánico Llantero
9	Reyes Rodríguez Wilson Domingo	Operador Mecánico Automotores
10	Palma Coral Néstor Serafín	Jefe Taller Agrícola
11	Rodríguez Cruz Mariano Enrique	Operador Mecánico Automotores
12	Pretel Guarniz José Edilberto	Operador Mantenimiento Maq. Agrícola
13	Caritimari Tapullima Koychi	Operador Mantenimiento Maq. Agrícola
14	Isuiza Mozombite Eusebio	Operador Mantenimiento Maq. Agrícola
15	Florián Gamboa Henry	Operador Mecánico Electricista Automotriz
16	Saldivar Chigne Romy Jackson	Operador Mecánico Automotores
17	Zavaleta Ocampo Juan Carlos	Operador Mantenimiento Maq. Agrícola



## Resultados de la encuesta

SISTEMA	FALLAS	RESPUESTA DEL ENTREVISTADO																	PROMEDIO
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
SISTEMA DE CORTE	Caja de cortador de base con vibración.	9	10	11	11.5	10	10	10.5	10.5	10.5	11	10.5	9.5	11	10	11.5	10	11.5	<b>10.5</b>
SISTEMA DE ROLOS	Problemas en los rolos.	6	6.5	6	5	6.5	6	6	6	5.5	6.5	6	6.5	5	6	6.5	5	6.5	<b>6.0</b>
SISTEMA HIDRAULICO	Rotura de la rótula de la suspensión.	10.5	11	10.5	9.5	11	10	11.5	10	11.5	9	10	11	11.5	10	10	10.5	10.5	<b>10.5</b>
SISTEMA ELECTRONICO	Código de falla en Pantalla.	10	11.5	10	11.5	9	10	11	10.5	11	10.5	9.5	11	10	10.5	10.5	11.5	10	<b>10.5</b>
SISTEMA DE CORTE	Calibración de las cuchillas Trozadoras.	2	3	4	3	4	4.5	3.5	3	3.5	2.5	4	3.5	3	4	4	4	3.5	<b>3.5</b>
SISTEMA DE ELEVADOR	Descarrilamiento de Cadena de capuchón secundario.	8.5	6.5	7	7.5	8	7.5	8	9	8.5	7	7	7	8	7	7.5	7	7	<b>7.5</b>
SISTEMA DE ELEVADOR	Anillo de tornamesa de la rastra elevadora desgastada.	14	11	12.2	11.5	11.5	12.5	11.5	12	11	12	12	12.5	12	13.5	11.5	11.5	11	<b>12.0</b>
SISTEMA HIDRAULICO	Rotura de manguera.	2.5	2.5	3.5	3.5	2.5	3	2.5	3	3	3	3	3	3	3	3.5	3	3	<b>3.0</b>
SISTEMA HIDRAULICO	Fuga de aceite hidráulico por caja de cortador de base.	6	5.5	5.5	6	5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	6	6	5.5	5	5.5	5.5	5	<b>5.5</b>
SISTEMA ELECTRONICO	Despuntador no activa y gira a un solo lado.	8.5	7.5	7.5	8.5	7	9	7	8	8	7.5	7.5	7.5	7.5	6	7	8	5	<b>7.5</b>
SISTEMA HIDRAULICO	Fuga de aceite por el motor hidráulico.	4.5	5	5	4	4.5	4	4	4.5	4	4	5.5	5	4.5	4	5.5	4	5	<b>4.5</b>
SISTEMA HIDRAULICO	Problemas en pistón de la suspensión.	6	5.5	5	5.5	5.5	6	7	7	6	6.5	6	6	6	6	6	7	6	<b>6.1</b>
SISTEMA DE ORUGA	Desgaste de eslabones o pernos de cadena.	7	6.5	6.5	7	7	6.5	7	6.5	7.5	7	7	7.5	7.5	6.5	7	7.5	7	<b>7.0</b>
SISTEMA HIDRAULICO	Bajo nivel de aceite hidráulico.	2	2.5	2.5	2.5	3	2.5	3	2.5	2.5	2	2.5	2.5	3	3	2	2.5	2.5	<b>2.5</b>
SISTEMA HIDRAULICO	Problemas en los Motores Hidráulicos.	8	7.5	7.5	7	8.5	7	8	7.5	8	7	8	7	8	7.5	7	7	7	<b>7.5</b>
SISTEMA DE ELEVADOR	Problemas en el extractor primario.	7.5	7.5	7	6.5	7	7	7.5	6	7.5	6	6	6.5	6	6.5	7.5	6	7	<b>6.75</b>
SISTEMA DE NEUMATICOS	Rotura de pernos de llanta delantera.	2	2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3	2.5	2	3	3	2.5	2.5	2.5	<b>2.5</b>
SISTEMA HIDRAULICO	Problemas en las Bombas Hidráulicas.	8	7	8	7	8	7.5	7	7	7	8	7.5	7.5	7	8.5	7	8	7.5	<b>7.5</b>
SISTEMA HIDRAULICO	Retenes de la caja Trozadora con fuga de aceite.	9	8.5	9.5	9	8	9	8.5	8.5	7	9	7.5	8.5	7.5	9	8.5	8.5	8.5	<b>8.5</b>

## Copia del Consumo Horario de Combustible de la Cosechadora de caña John Deere

Grupo 10  
EspecificacionesEspecificaciones — Motor John Deere 6090  
PowerTech™

Medida	Especificaciones
Tipo	John Deere 6090H, 9.0 l
Cantidad de cilindros	6
Modelo	609HT803 Tier III 609HT804 Tier II Sin EGR
Potencia	337 hp a 2100 r/min 375 hp a 2100 r/min
Toma de aire	Turbocompresor y enfriado intermedio aire-aire
Capacidad de aceite	Carga máx. 29,5 l (7.8 U.S.gal)
Capacidad de refrigerante	69,6 litros (18.4 U.S. gal)
Filtro de combustible primario	Elemento atornillable
Filtro final de combustible	Elemento atornillable
Tensión (sistema eléctrico)	Batería de 12 voltios (se usan 2)

PowerTech es una marca registrada de Deere &amp; Company

QB52027,0000550 -63-26MAR06-1/1

## Intervalos de mantenimientos preliminares

Tras las primeras 100 horas de funcionamiento o tras remozar el motor, proceda del siguiente modo:

1. Cambie el aceite del motor y el filtro.
2. Cambie los filtros de combustible.

En lo sucesivo, cada 250 horas de funcionamiento proceda del siguiente modo:

1. Cambie el aceite del motor y el filtro.
2. Cambie los filtros de combustible.

*NOTA: Consulte la sección de "Mantenimiento" para obtener información acerca de todos los intervalos de mantenimiento.*

OUC6083,000073A -63-26APR04-1/1

## Piezas consumibles comunes

Elemento combustible preliminar — RE522687  
Elemento combustible final — RE522688Filtro de aceite — RE509672  
Correa (eje cigüeñal) — R135604

OUC6083,00004F0 -63-18MAR03-1/1

## Consumo Horario de Combustible

Consumo	litro	gal. EE.UU
Bajo	27.5 – 33.0	7.3 – 8.7
Medio	40.5 – 44.5	10.6 – 11.8
Alto	46.5 – 51.0	12.3 – 13.5

OUC6083,00004F0 -63-18MAR03-1/1

Especificaciones de Aceite Sintético para motor

# Mobil Delvac Elite 15W-40

## Super Premium Diesel Engine Oil

### Product Description

Mobil Delvac Elite 15W-40, as a synthetic blend heavy duty diesel engine oil that meets the CJ-4 specification, provides the highest level of protection in severe on and off highway applications to modern, high performance diesel engines with Exhaust Gas Recirculation (EGR) and Aftertreatment Systems with Diesel Particulate Filters (DPFs) and Diesel Oxidation Catalysts (DOCs). Mobil Delvac Elite 15W-40 exhibits outstanding low temperature fluidity, high temperature viscosity retention, and piston deposit control. Mobil Delvac Elite 15W-40 is highly recommended by various engine builders for use in all high performance diesel engines.

### Features and Benefits

Today's low emission engines place increasing demands on engine lubricants. Also engine designs change in response to tougher emissions restrictions imposed by the EPA, the performance demand on engine lubricants likewise increases in order to compensate for the harsher environments that new engine designs bring with them. New engines (model-year 2007 and beyond) will come equipped with aftertreatment devices installed in the engine exhaust stream which will require the use of both API CJ-4 oils and ultra-low sulfur fuels to function properly. Additionally, new engines using EGR will generate even higher levels of acid, soot and heat than older EGR engines due to substantially increased EGR rates compared to previous EGR designs.

The quality and reliability built into Mobil Delvac Elite 15W-40, as a CJ-4 oil, delivers the highest level of protection in both new diesel engines, as well as older models. The key benefits include:

- Oxidation performance superior to most conventional oils
- Excellent anti-wear and anti-scuff properties
- Extended drains beyond conventional oils
- Excellent low temperature performance allows oil flow to critical bearing surfaces at start-up and controls low-temperature sludge formation in stop-and-go service
- Stay-in-grade shear stability protects engine parts at high operating temperatures and reduces oil consumption

### Applications

- Naturally aspirated and turbo-charged diesel powered engines
- On-highway light and heavy duty trucking including, mixed fleets
- Off-highway industries including: mining, construction, quarrying, and agriculture

### Specifications and Approvals

---

**Mobil Delvac Elite Meets or Exceeds the following 15W-40 industry and builder specifications:**

---

API CJ-4/CI-4 PLUS/CI-4/CH-4/CG-4/CF/SM/SL X

---

<b>Mobil Delvac Elite Meets or Exceeds the following industry and builder specifications:</b>	
Caterpillar ECF-3	X
ACEA E7	X

<b>Mobil Delvac Elite 15W-40 has the following builder approvals:</b>	
Cummins CES 20081	X
Detroit Diesel Power Guard Oil Specification 93K218, 93K214	X
Mack EO-O Premium Plus, EO-N Premium Plus 03	X
Volvo VDS-4, VDS-3	X
Mercedes Benz 228.3	X

### Typical Properties

<b>Mobil Delvac Elite</b>	
SAE Grade	15W-40
Viscosity, ASTM D 445	
cSt @ 40°C	111
cSt @ 100°C	15.2
Viscosity Index, ASTM D 2270	140
Sulfated Ash, wt%, ASTM D 874	0.9
Total Base Number, mg KOH/g, ASTM D 2896	10.7
Pour Point, °C, ASTM D 97	-36
Flash Point, °C, ASTM D 92	241
Density @15 °C kg/l, ASMT D 4052	0.872

### Health and Safety

Based on available information, this product is not expected to produce adverse effects on health when used for the intended application and the recommendations provided in the Material Safety Data Sheet (MSDS) are followed. MSDS's are available upon request through your sales contract office, or via the Internet. This product should not be used for purposes other than its intended use. If disposing of used product, take care to protect the environment.

*The Mobil logotype, the flying horse design, and Delvac Elite are trademarks of Exxon Mobil Corporation, or one of its subsidiaries.*



# Mobil 1 10W-30

## Most Advanced Performance Synthetic Engine Oil

### Product Description

Mobil 1 10W-30, Multi-vehicle Formula, is the most advanced performance synthetic engine oil designed to provide the maximum cleaning power, wear protection and performance reserve to keep engines all types of cars running smooth and clean. Mobil 1 10W-30 exceeds the requirements of the industry standards required for both new and older gasoline and diesel powered automobile engines. Mobil 1 10W-30 is approved for all type of vehicle models and types of driving.

### Features & Benefits

Mobil 1 10W-30 is made with a proprietary blend of ultra high performance synthetic basestocks fortified with the most advanced additive system available today. Mobil 1 10W-30 is uniquely designed providing unsurpassed levels of extended performance, cleaning power and the highest levels of engine protection. It exceeds the API and OEM ILSAC GF3 fuel economy service fill standards Mobil 1 10W-30, Multi-vehicle Formula, is the best selling viscosity grade, perfectly balanced for lubricant film thickness protection and saves fuel through its friction fighting additive system. This oil is the ideal oil for everyday driving. Key features and benefits include:

Features	Advantages and Potential Benefits
Active cleaning agents	Prevents and reduces deposits and sludge build-up to extend engine life
Outstanding thermal and oxidation stability	Reduces oil ageing allowing extended drain interval protection
Enhanced frictional properties	Greater fuel economy
Excellent low temperature capabilities	Quick cold weather starting for fast protection Extended engine and electrical system life
High Viscosity Index and the Supersyn Antiwear Technology	Excellent overall lubrication and wear protection performance for all driving styles

### Applications

Mobil 1 10W-30 is recommended for all types of modern vehicles, including high-performance turbo-charged, supercharged gasoline and diesel multi-valve fuel injected engines found in passenger cars, SUVs, light vans and trucks.

- Mobil 1 10W-30 is general purpose engine oil for all types of cars, exceeding the needs of 2001 newer gasoline cars
- Mobil 1 is not recommended for 2-Cycle or aviation engines, unless specifically approved by the manufacturer



## Specifications & Approvals

**Mobil 1 10W-30 has the following industry specifications:**

ACEA	A1, B1, A5,B5
API	SL,SJ, EC,CF
ILSAC	GF3

**Mobil 1 10W-30 has the following builder approvals:**

Daimler Chrysler	MS- 9615
General Motors	GM471 8M

## Typical Properties

Filling	RN 4711 AC
<b>Mobil 1 10W-30</b>	
SAE Grade	10W-30
Viscosity, ASTM D 445	
cSt @ 40° C	62
cSt @ 100° C	10.0
Viscosity Index, ASTM D 2270	147
Sulfated Ash, wt%, ASTM D 874	1.2
HTHS Viscosity, mPa-s @ 150° C, ASTM D 4683	3.17
Pour Point, °C, ASTM D 97	-45
Flash Point, °C, ASTM D 92	244
Density @15° C kg/l, ASTM D 4052	0.872

## Health & Safety

Based on available information, this product is not expected to produce adverse effects on health when used for the intended application and the recommendations provided in the Material Safety Data Sheet (MSDS) are followed. MSDS's are available upon request through your sales contract office, or via the Internet. This product should not be used for purposes other than its intended use. If disposing of used product, take care to protect the environment.

The Mobil logotype, the Pegasus design and Mobil 1 with Supersyn are trademarks of Exxon Mobil Corporation, or one of its subsidiaries.

## ANEXO N° 22

### Especificaciones de Aceite Sintético para el Sistema de Transmisión



## Aceite sintético para engranajes Mobil Delvac Synthetic Gear Oil 75W-90, 80W-140

### Lubricantes de desempeño superior para engranajes comerciales

#### Descripción del producto

Los aceites Mobil Delvac Synthetic Gear Oil 75W-90 y 80W-140 son lubricantes sintéticos para trenes de tracción diseñados para cumplir con los más exigentes requisitos de garantías y con los períodos extendidos de cambios de aceite. Estos productos están diseñados para usarse en trenes de tracción de servicio pesado que requieren lubricantes de engranajes con viscosidades relativamente altas y una excelente capacidad de soporte de carga y en los cuales se prevén presiones extremas y cargas de impacto. Los aceites Mobil Delvac Synthetic Gear Oil 75W-90 y 80W-140 incorporan la última tecnología respecto a materiales base sintéticos y aditivos de avanzada los cuales proporcionan significativas ventajas en comparación con los aceites minerales para engranajes.

La tecnología de punta de los aceites Mobil Delvac Synthetic Gear Oil 75W-90 y 80W-140 brinda un desempeño sin igual en las aplicaciones a altas y bajas temperaturas, protección contra la degradación térmica y la oxidación, reducción del desgaste y la corrosión, mejorada estabilidad al cizallamiento, prolongación de la capacidad de servicio, y excelente economía en el consumo de combustible. Estos productos cumplen o exceden los requisitos de la clasificación de servicio API MT-1/GL-5 EP para aceites usados en engranajes y son recomendados por ExxonMobil para utilizarse en aplicaciones que exijan las especificación MIL-PRF-2105E.

El desempeño excepcional de este producto es confirmado por su aprobación para usarse en transmisiones finales cubiertas por las garantías ampliadas de Eaton Roadranger (E500) y ArvinMeritor de 750.000 millas, con intervalos prolongados entre cambios de aceite de 500.000 millas. También están aprobados por las clasificaciones de servicio extendido Mack GO-J Plus (75W-90) y GO-J (80W-140).

#### Propiedades y Beneficios

La tecnología de hoy día ha mejorado inmensamente las capacidades de desempeño en cuanto a la carga, par motor, velocidad, y control de los equipos de servicio pesado en y fuera de las carreteras por medio de los innovadores diseños de los trenes de tracción. Estos diseños han cambiado y elevado los requisitos de los lubricantes para brindar este nivel más alto de desempeño, incrementar la productividad, y reducir los costos operativos. Para las transmisiones finales de servicio pesado, el control de la fricción, la protección contra el desgaste, la estabilidad térmica, la estabilidad al cizallamiento, la prevención de la herrumbre y la corrosión, y la protección de los sellos son funciones que deben ser balanceadas de manera óptima para brindar un alargamiento de la vida útil de los engranajes y los sellos, tener una operación libre de problemas, mejorar la economía en el consumo de combustible y proporcionar una alta capacidad de soporte de carga y par motor alto en una amplia gama de aplicaciones. Entre los beneficios clave de los aceites sintéticos Mobil Delvac Synthetic Gear Oil 75W-90 y 80W-140 se incluyen:

Propiedades	Ventajas y beneficios potenciales
Excepcional estabilidad térmica y resistencia a la oxidación a altas temperaturas.	Vida útil alargada de los engranajes y cojinetes debido a la mínima cantidad de depósitos. Mayor vida útil de las juntas y sellos.
Sobresaliente protección contra el desgaste a baja velocidad/alto par motor y rayado a alta velocidad.	Capacidad incrementada para soportar mayor carga. Reducción de los costos de mantenimiento y mayor vida útil de los equipos.

<b>Propiedades</b>	<b>Ventajas y beneficios potenciales</b>
Excepcional estabilidad al cizallamiento.	Mantiene su viscosidad y la resistencia de la película bajo severas condiciones de funcionamiento para prevenir el desgaste.
Mantiene su viscosidad y la resistencia de la película bajo severas condiciones de funcionamiento para prevenir el desgaste.	Menor desgaste y mayor vida útil de los componentes.
Propiedades de reducción de fricción mejoradas.	Mejoría en el consumo de combustible y reducción de los gastos de operación.
Sobresaliente fluidez a bajas temperaturas en comparación con los aceites minerales.	Reducción del desgaste y facilidad de arranque del motor.
Buena resistencia a la formación de espuma.	Mantiene la resistencia de la película para brindar una lubricación confiable.
Compatible con los sellos y empaquetaduras automotrices típicos.	Minimización de las fugas y contaminación reducida.

## Aplicaciones

### Recomendado por ExxonMobil para el uso en:

- Transmisiones manuales, ejes y transmisiones finales de servicio pesado que requieren un desempeño API GL-5 y MT-1
- En camiones, autobuses y furgonetas, de servicio liviano y pesado en carretera.
- En vehículos fuera de carretera de industrias como: construcción, minería, explotación de canteras y agricultura.
- Otros impulsores de engranajes industriales de servicio pesado, entre ellos engranajes hipoides y helicoidales, que operan bajo condiciones donde prevalecen altas velocidades/cargas de impacto, altas velocidades/bajo torque y/o bajas velocidades/alto torque.
- Diferenciales, mandos finales, cajas de transferencia y para otras aplicaciones de engranajes donde sean recomendados lubricantes de extrema presión que cumplan con la norma MIL-PRF-2105E y el servicio API GL-5.
- Equipos tales como engranajes reductores de gúinches y trenes de engranajes impulsores de vehículos de esteras que están expuestos a temperaturas muy bajas.
- Úselo en transmisiones como un compañero del fluido para transmisiones Mobil Delvac Synthetic Transmission Fluid 50 para una máxima vida útil de los trenes de tracción, eficiencia y mejora en el consumo de combustible.
- Aplicaciones en las que se requieren garantías e intervalos de servicio extendidos.
- No se recomienda para aplicaciones que requieren un nivel de desempeño API GL-4.
- No está diseñado para usarse en transmisiones automáticas, manuales o semiautomáticas para las cuales se recomiendan aceites de motor o fluidos para transmisiones automáticas.

## Especificaciones y Aprobaciones

<b>Mobil Delvac Synthetic Gear Oil atiende o excede los requerimientos de:</b>	<b>75W-90</b>	<b>80W-140</b>
API GL-5/MT-1	X	X
SAE J2360	X	X
Scania STO 1:0	X	X
ZF TE-ML 07A/08	X	X



<b>Mobil Delvac Synthetic Gear Oil tiene las siguientes aprobaciones de fabricantes:</b>	<b>75W-90</b>	<b>80W-140</b>
DANA SHAES 429	X	X
DANA SHAES 256 Rev C	X	
Mack GO-J PLUS	X	
Mack GO-J		X
ArvinMeritor O-76N	X	X
MB-Approval 235.8	X	
International TMS-6816	X	X
ZF TE-ML 05B/12B/16F/19C/21B	X	X
ZF TE-ML 17B	X	
MAN 342 Typ M2	X	
Voith Turbo 3.325-340 / 3.325-342	X	
Flender BA 7302 Table R1	X	

<b>Mobil Delvac Synthetic Gear Oil es recomendado por ExxonMobil para el uso en aplicaciones que requieren:</b>	<b>75W-90</b>	<b>80W-140</b>
DANA SHAES 256 Rev. A	X	X

<b>Mobil Delvac Synthetic Gear Oil tiene el siguiente nivel de calidad militar:</b>	<b>75W-90</b>	<b>80W-140</b>
MIL-PRF 2105E	X	X

### Características típicas

<b>Mobil Delvac Synthetic Gear Oil</b>	<b>75W-90</b>	<b>80W-140</b>
Grado SAE	75W-90	80W-140
Viscosidad, ASTM D 445		
cSt a 40 °C	120	310
cSt a 100 °C	15,9	31,2
Índice de viscosidad, ASTM D 2270	140	139
Punto de fluidez, °C, ASTM D 97	-48	-36
Punto de inflamación, °C, ASTM D 92	205	210
Densidad a 15 °C, kg/l, ASTM D4052	0,859	0,870

### Seguridad e Higiene

Con base en la información disponible, no se espera que este producto cause efectos adversos en la salud mientras se utilice en las aplicaciones para las cuales está destinado y se sigan las recomendaciones de la Ficha de Datos de Seguridad del Material (MSDS). Las Fichas de Datos de Seguridad están disponibles a través del Centro de Atención al Cliente o vía Internet. Este producto no debe utilizarse para otros propósitos distintos a los recomendados. Al deshacerse del producto usado, tenga cuidado de proteger el medio ambiente.