



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA
INGENIERIA INDUSTRIAL**

Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo a los tractores agrícolas en la empresa Agrícola Santa Luisa, S. A. ubicada en Chinandega Nicaragua.

AUTOR:

Br.: Fabio Espinoza Molina
Br.: José David Rodríguez Delgado
Br.: Walter José Rojas Vanegas

TUTOR:

Ing.: Marlon Efrén Suarez Dávila

Managua 7 de marzo 2023.



Facultad de
Tecnología de
la Industria

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

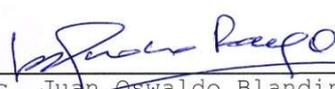
El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

ESPINOZA MOLINA FABIO

Carné: **2005-20704** Turno: **Nocturno** Plan de Asignatura: **971A** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**, y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente **CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los catorce días del mes de noviembre del año dos mil veinte y dos.

Atentamente,


Msc. Juan Oswaldo Blandino Rivas
Secretario de Facultad



☎ (505) 2241 1433 - (505) 2248 6079
(505) 2251 8271 - (505) 2251 8276

⑨ Recinto Universitario Pedro Arráiz Palacios
Cuarto Sur de Villa Program
Managua, Nicaragua



Facultad de
Tecnología de
la Industria

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

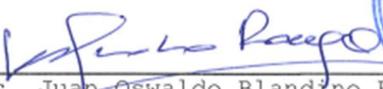
El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

RODRÍGUEZ DELGADO JOSÉ DAVID

Carné: **2006-23458** Turno: **Nocturno** Plan de Asignatura: **2015** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**, y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente **CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los veinte y cuatro días del mes de noviembre del año dos mil veinte y dos.

Atentamente,


Msc. Juan Oswaldo Blandino Rayo
Secretario de Facultad



☎ (505) 2241 1635 - (505) 2241 6079
(505) 2251 8271 - (505) 2251 8276

📍 Decento Universitario Pedro Anzures Palacios
Calle Sur de Villa Progreso,
Managua, Nicaragua

F-8: CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA

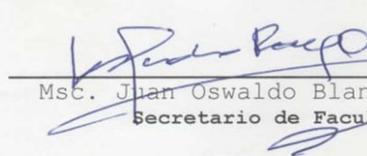
El Suscrito Secretario de la FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA hace constar que:

ROJAS VANEGAS WALTER JOSE

Carné: 2001-10268 Turno: Nocturno Plan de Asignatura: 2015 de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, ha aprobado todas las asignaturas correspondientes a la carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**, y solo tiene pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio.

Se extiende la presente **CARTA DE FINALIZADO PLAN DE ASIGNATURA**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los veinte y cinco días del mes de noviembre del año dos mil veinte y dos.

Atentamente,


Msc. Juan Oswaldo Blandino
Secretario de Facultad



La Oficina de Culminación de Estudios

Hace constar que el tema del trabajo monográfico:

Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo a los tractores agrícolas en la empresa Agrícola Santa Luisa, S.A ubicada en Chinandega Nicaragua

Propuesto por el (la) (los) o (las) bachiller(es):

Nombre Completo del Estudiante	Carrera	Modalidad
Fabio Espinoza Molina	Ingeniería-Industrial-RUPAP	Nocturno
José David Rodríguez Delgado	Ingeniería-Industrial-RUPAP	Nocturno
Walter José Rojas Vanegas	Ingeniería-Industrial-RUPAP	Nocturno

Tutor: Ing. Marlon Efrén Suárez Dávila

Ha Sido

• Aprobado: _____

Cordialmente,


MSc. Luis Alberto Chavarría Valverde
Decano

Managua, 20 enero de 2023

Managua, sábado 04 de marzo 2023

MSc. Luis Alberto Chavarría Valverde
Decano FTI
Sus manos

Estimado Ingeniero Chavarría

Reciba un cordial saludo de mi parte. Por medio de la presente hago constar que he revisado detalladamente el tema monográfico **"Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo a tractores agrícolas en la empresa Agrícola Santa Luisa, S. A. ubicada en Chinandega Nicaragua."** elaborada por los bachilleres

Br. Fabio Espinoza Molina	2005-20704
Br. José David Rodríguez Delgado	2006-23458
Br. Walter José Rojas Vanegas	2001-10268

Como tutor de este tema monográfico considero que el mismo cumple con los requisitos técnicos y académicos establecidos por la facultad y nuestra Alma Mater, por lo cual solicito la programación de defensa de la monografía antes mencionadas.

Agradeciéndole de antemano a la presente, le saludo cordialmente deseándole éxito en sus funciones.

Atentamente



Ing. Marlon Eren Suárez Dávila
Docente de FTI
Departamento Mecánica Teórica y Aplicada

Cc. Archivo

Dedicatoria

A Dios padre por habernos permitido abrirnos paso a explorar nuevos horizontes logrando realizar nuestros estudios y culminándolos en esta prestigiosa universidad, dándonos salud, sabiduría y fortaleza.

A nuestros padres

Por darnos la mejor educación que un ser humano puede recibir en la vida, que es por medio del núcleo familiar, enseñándonos a valorar todas las cosas buenas, mejorar cada día más, y por su apoyo durante nuestros estudios desde los primeros pasos hasta llegar a este punto de la vida.

Índice

1. Introducción.....	1
2. Objetivos.	2
2.1 Objetivo General:.....	2
2.2 Objetivos Específicos:.....	2
3. Marco teórico.....	3
3.1 Mantenimiento.	3
3.2 Gestión de mantenimiento.	3
3.3 Planeación de mantenimiento.....	3
3.4 Programación de mantenimiento.	4
3.5 Ejecución de mantenimiento.....	5
3.6 Control de mantenimiento.....	5
3.7 Mantenimiento preventivo (MP).	5
3.8 Pasos en la elaboración del plan de mantenimiento.....	6
3.9 Inventario de las instalaciones.	6
3.10 Identificación del equipo.....	6
3.11 Registro de las instalaciones (elección de formatos estándar).	7
3.12 Mantenimiento basado en las instrucciones de fabricantes.	7
3.13 Mantenimiento basado en protocolo genérico y experiencia técnica. .	7
3.14 Mantenimiento legal.	8
3.15 Análisis de fallos de cada uno de los sistemas.	8
3.16 Programa específico de mantenimiento.....	8
3.17 Especificación del trabajo.....	8
3.18 Programación y control del mantenimiento.	9
3.19 Sistema de órdenes de trabajo de mantenimiento.	10
3.20 Diseño de la orden de trabajo.	10
3.21 Gestión de repuestos.	11
3.22 Categorías de repuestos.	11

4.	Diseño metodológico.....	13
4.1	Enfoque de la investigación.....	13
4.2	Tipo de estudio.	13
4.3	Corte de la investigación.....	13
4.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	13
4.5	Observación directa, entrevistas y encuesta.	14
4.6	Población, muestra y muestreo.	14
5.	Desarrollo	15
5.1	Generalidades de ASL.....	15
5.1.1	Marco Espacial.	15
5.1.2	Empresa Agrícola Santa Luisa. S.A.....	15
5.1.3	Aspecto organizacional de ASL.....	16
5.1.4	Aspecto económico de ASL.....	17
5.1.5	Aspecto agrícola de ASL.	17
5.1.6	Aspecto Logístico y operacional de ASL.	18
5.1.7	Área de producción (Finca La Cruz).....	18
5.1.8	Descripción del proceso productivo.....	19
5.1.9	Estructura del proceso de producción.	20
5.1.10	Esquema del proceso productivo.....	22
5.1.11	Plan de trabajo de ASL.	24
5.1.12	Cronograma de actividades.	26
5.1.13	Recursos de operaciones de ASL.....	27
5.2	Situación Actual.	29
5.2.1	Mantenimiento actual aplicado a los tractores de ASL.	29
5.2.2	Descripción de la situación actual de los tractores.	31
5.2.3	Identificación de los sistemas y subsistemas del tractor.....	34
5.2.4	Análisis del estado físico y operacional de los tractores.....	37
5.2.5	Diagnósticos de averías de los tractores.	38
5.3	Propuesta del plan de mantenimiento preventivo.	42
5.3.1	Organización estructural.....	42

5.3.2	Capacitación de personal.....	43
5.3.3	Mejorar la calidad de los insumos de los equipos.....	44
5.3.4	Carga de trabajo de los equipos.....	47
5.3.5	Fichas Técnicas (Propuesta).....	48
5.3.6	Selección de equipos.....	55
5.3.7	Cálculo de la carga de trabajo por equipo.....	57
5.3.8	Programación de MP.....	58
5.3.9	Ejecución Mantenimiento Preventivo.....	72
5.3.10	Orden de Trabajo (Propuesta).....	74
5.3.11	Ficha Historial de la Máquina (Propuesta).....	77
5.3.12	Costo del Plan de MP (Propuesto).....	80
5.3.13	Costo de Mano de obra.....	80
5.3.14	Costo de los MTP y reparaciones (propuesto).....	81
6.	Conclusiones.....	82
7.	Recomendaciones.....	83
8.	Bibliografía.....	84
9.	Cronograma de ejecución.....	85
10.	Anexos.....	86
10.1.1	Entrevista.....	86
10.1.2	Análisis de la entrevista.....	86
10.1.3	Análisis de las encuestas.....	87
10.1.4	Población.....	87
10.1.5	Muestra.....	87
10.1.1	Encuesta.....	87
10.1.2	Componentes del tractor.....	89
10.1.3	Fotografías de Campo.....	91

1. Introducción.

El plan de mantenimiento preventivo se propone a la flota de tractores agrícolas de la empresa Santa Luisa S.A, la producción de esta empresa es constante, lo cual conlleva a gran uso de sus maquinarias, las oportunidades para ejecutar un programa de mantenimiento son bastantes restringidas, en cuanto a empleo de tiempo, principalmente, en tiempos de producción, por lo que se necesita lograr la disponibilidad de operación del equipo en su labor y su conservación, así como minimizar considerablemente los paros y los fallos en los equipos.

Este estudio abarca el inventario actual de los tractores tanto la detección de averías, estado de los equipos según la condición, con la ayuda de herramientas de control y ejecución de procedimientos que conlleva al análisis de los parámetros asociados para la planificación apropiada del mantenimiento preventivo, para lograr así alargar la vida útil de los equipos, esto se traduce en un aumento en la productividad de agrícola.

2. Objetivos.

2.1 Objetivo General:

Proponer un plan de mantenimiento preventivo que permita una mayor disponibilidad de la flota de tractores agrícolas en la empresa Agrícola Santa Luisa, S.A. ubicada Chinandega, Nicaragua.

2.2 Objetivos Específicos:

1. Realizar un inventario físico de los tractores agrícolas según sus especificaciones técnicas con que cuenta en la actualidad la empresa Agrícola Santa Luisa.
2. Identificar respectivamente las diferentes fallas que afectan físicamente a los equipos en el transcurso de su proceso operativo incurriendo en tiempo muertos.
3. Elaborar un plan de mantenimiento preventivo que se acople a los objetivos de la empresa Agrícola Santa Luisa, S.A.
4. Crear herramientas técnicas de control para la recopilación y manejo de información oportuna para la planificación apropiada del mantenimiento que se brindara correspondientemente a los tractores agrícolas.

3. Marco teórico.

3.1 Mantenimiento.

Es toda actividad encaminada a conservar las propiedades físicas de una institución o empresa a fin de que esté en condiciones para operar en forma satisfactoria y a un costo razonable (Medrano, 2017).

La función principal del mantenimiento en una empresa es conservar la planta física en óptimas condiciones de operación y, a la vez garantizar que la producción no sea interrumpida por paros imprevistos.

3.2 Gestión de mantenimiento.

Dentro de las actividades de gestión del mantenimiento generalmente incluye las siguientes:

3.3 Planeación de mantenimiento.

Es el proceso mediante el cual se determina y preparan todos los elementos requeridos para efectuar una tarea antes de iniciar el trabajo. Este proceso comprende las funciones relacionadas con la preparación de la orden de trabajo, lista de materiales, la requisición de compras, los planos de la mano de obra, estándares de tiempo y todos los datos necesarios para programar y liberar la orden de trabajo. Un procedimiento de planeación eficaz deberá incluir los siguientes pasos (Duffaa, 2007):

- a) Determinar el contenido de trabajo (puede requerir visitas al sitio)
- b) Desarrollar un plan de trabajo.
- c) Establecer el tamaño de cuadrilla para el trabajo.
- d) Planear y solicitar las partes y los materiales.
- e) Verificar si se necesitan equipos y herramientas especiales y obtenerlos.
- f) Asignar a los trabajadores con las destrezas apropiadas.
- g) Revisar los procedimientos de seguridad.

- h) Establecer prioridades (de emergencia, urgente, de rutina y programado) para todo el trabajo de mantenimiento.
- i) Asignar cuenta de costo.
- j) Completar la orden de trabajo.
- k) Revisar los trabajos pendientes y desarrollar planes de control.
- l) Predecir la carga de mantenimiento utilizando una técnica eficaz de pronósticos.

3.4 Programación de mantenimiento.

Es el proceso de asignación de recursos y personal para los trabajos que tienen que realizarse en ciertos momentos. Es necesario asegurar que los trabajadores, las piezas y los materiales requeridos estén disponibles antes de poder programar una tarea de mantenimiento. Los siguientes requerimientos son necesarios para una correcta programación (Duffaa, 2007):

- a) Las órdenes de trabajo deberán explicar con precisión el trabajo que se va realizar, los métodos a seguir, los técnicos por especialidad necesarios, las refacciones que se necesitan y la prioridad.
- b) Estándares de tiempo que se basan en las técnicas de medición del trabajo.
- c) Información acerca de la disponibilidad de técnicos por especialidad para cada turno.
- d) Existencia de refacciones e información para su reabastecimiento.
- e) Información sobre la disponibilidad de equipo y herramientas especiales, necesarias para el trabajo de mantenimiento.
- f) Acceso al programa de producción de la planta y conocimiento del momento en que las instalaciones estarán disponibles para servicio, sin interrupción del programa de producción.
- g) Prioridades bien definidas para el trabajo de mantenimiento. Estas prioridades deben desarrollarse con una estrecha coordinación entre mantenimiento y producción.

3.5 Ejecución de mantenimiento.

Es poner en funcionamiento todo lo planeado y organizado hasta el momento. Dado que el único recurso variable de una empresa es el talento humano, a él se debe orientar dicha ejecución. (Duffaa, 2007)

3.6 Control de mantenimiento.

Es la comprobación de que lo planeado se está llevando a cabo; si existe una desviación, mostrarla y poner en movimiento las acciones necesarias para hacer las correcciones del caso. Las etapas para ejercer el control son: Medir, Comparar, Analizar y Corregir.

Ante todo, es necesario determinar qué se va a controlar, esto lo dirá la experiencia, criterio y la observación, de esta manera es factible dictar los parámetros (cantidad, calidad, tiempo, etc.) de control esencial de la administración científica.

3.7 Mantenimiento preventivo (MP).

Se define como una serie de tareas planeadas previamente, que se llevan a cabo para contrarrestar las causas conocidas de fallas potenciales de las funciones para las que fue creado un activo. Puede planearse con base en el tiempo, el uso o la condición del equipo (Duffaa, 2007). Este tipo de mantenimiento se deriva del mantenimiento planeado.

a) Mantenimiento Preventivo con base en el tiempo o en el uso.

Es cuando se lleva a cabo de acuerdo con las horas de funcionamiento o un calendario establecido. Requiere un alto nivel de planeación. Las rutinas específicas que se realizan son conocidas, así como sus frecuencias (Conocer acerca de la distribución de falla o la confiabilidad de equipos).

b) Mantenimiento Preventivo con base a las condiciones (Mantenimiento Predictivo).

Este mantenimiento preventivo se lleva a cabo con base en las condiciones conocidas del equipo. La condición del equipo se determina vigilando los parámetros clave del equipo cuyos valores se ven afectados por la condición de éste.

3.8 Pasos en la elaboración del plan de mantenimiento.

Es el conjunto de tareas preventivas a realizar en una instalación o equipo con el fin cumplir unos objetivos de disponibilidad, de fiabilidad, de coste y con el objetivo final de aumentar al máximo posible la vida útil de la instalación o equipo. (RENOVETEC, 2015)

Se debe tomar en cuenta las instrucciones de fabricantes, el mantenimiento genérico, la experiencia de técnicos y un análisis de fallos (averías); lo que conduce a un trabajo de mantenimiento que se realiza con una planeación, previsión, control y registro por adelantado.

3.9 Inventario de las instalaciones.

Es una lista de todas las instalaciones, incluyendo todas las piezas, de un sitio. Se deberá elaborar una hoja de inventario de todo el equipo que muestre la identificación de este, descripción de la instalación, su ubicación, tipo y prioridad.

3.10 Identificación del equipo.

Se deberá establecer un sistema de código que ayude en este proceso de identificación. Este deberá indicar la ubicación, tipo y número de máquina. Este sistema de códigos deberá diferir de planta a planta y su diseño reflejará la naturaleza de la instalación. Es esencial desarrollar un sistema mediante el cual se identifique de manera única cada pieza del equipo. (RENOVETEC, 2015)

3.11 Registro de las instalaciones (elección de formatos estándar).

Es un archivo que contiene los detalles técnicos acerca de los equipos incluidos en el plan de mantenimiento. Estos datos son los primeros que deben alimentarse al sistema de información de mantenimiento. El registro del equipo debe incluir el número de identificación, ubicación, tipo de equipo, fabricante, fecha de fabricación, número de serie, especificaciones, tamaño, capacidad, velocidad, peso, energía de servicio, detalles de conexión, detalles de cimentación, intercambiabilidad con otras unidades, etc. (RENOVETEC, 2015)

3.12 Mantenimiento basado en las instrucciones de fabricantes.

Consiste en recopilar todas las instrucciones técnicas de cada fabricante, y esto no siempre es fácil. En segundo lugar, cada fabricante elabora sus instrucciones de mantenimiento en formatos completamente distintos. Además, asegurar completamente las garantías de los equipos, ya que los fabricantes exigen, para el mantenimiento de dichas garantías, que se cumpla estrictamente lo indicado en el manual de operación y mantenimiento que ellos elaboran. (RENOVETEC, 2015)

3.13 Mantenimiento basado en protocolo genérico y experiencia técnica.

En los equipos que no tienen ningún plan de mantenimiento implantado, se pueden preparar un conjunto de tareas genérica que les serian de aplicación. Con esta recopilación, el plan de mantenimiento no está completo. Es conveniente contar con la experiencia de los responsables y de los propios técnicos, para completar las tareas que pudieran no estar incluidas en la recopilación de recomendaciones de fabricantes.

Es posible que algunas tareas que pudieran considerarse convenientes y no estén incluidas en las instrucciones del fabricante o que el mismo, propone un

plan tan exhaustivo que contempla la sustitución o revisión de un gran número de elementos.

3.14 Mantenimiento legal.

Es necesario cumplir con las diversas normas reglamentarias vigentes en cada momento. Por ello, el plan debe considerar todas las obligaciones legales relacionadas con el mantenimiento de determinados equipos. Son sobre todo tareas de mantenimiento relacionadas con la seguridad. (Garrido, Mantenimiento Industrial, 2009 -2012)

3.15 Análisis de fallos de cada uno de los sistemas.

Abarca los sistemas que componen el equipo o instalación, este análisis permitirá que se proponga mejoras que eviten esos fallos, crear procedimientos de mantenimiento o de operación y seleccionar el repuesto necesario. La especificación de la pieza (equipo), ubicación de la misma, referencia del programa de mantenimiento, número de referencia de especificación del trabajo, frecuencia del trabajo, detalle de la tarea, componente que se van a reemplazar, herramientas y equipos especiales, planos de referencia, y manuales de procedimiento de seguridad a seguir. (Duffaa, 2007)

3.16 Programa específico de mantenimiento.

El programa es una lista completa de las tareas de mantenimiento que se van a realizar en el equipo. El programa incluye el nombre y número de identificación del equipo, ubicación, número de referencia del programa, lista detallada de las tareas que se llevaran a cabo (inspecciones, mantenimiento preventivo, reemplazos), frecuencia de cada tarea, tipos de técnicos requeridos para realizar la tarea, tiempo para cada tarea, herramientas especiales, materiales y detalles acerca de cualquier arreglo de mantenimiento por contrato.

3.17 Especificación del trabajo.

Es un documento que describe el procedimiento para cada tarea. Su intención es proporcionar los detalles de cada tarea en el programa de

mantenimiento. La especificación del trabajo deberá indicar el número de identificación de la pieza (equipo), ubicación de la misma, referencia del programa de mantenimiento, frecuencia de trabajo, tipo de técnicos requeridos para el trabajo, detalles de la tarea, componentes que se van a reemplazar, herramientas y equipo especiales necesarios, planos de referencia, y manuales y procedimientos de seguridad a seguir.

3.18 Programación y control del mantenimiento.

Debe realizarse una coordinación a fin de balancear la carga de trabajo y cumplir con los requerimientos de producción. Es esencial una vigilancia estrecha para observar cualquier desviación con respecto a lo planeado. (Duffaa, 2007).

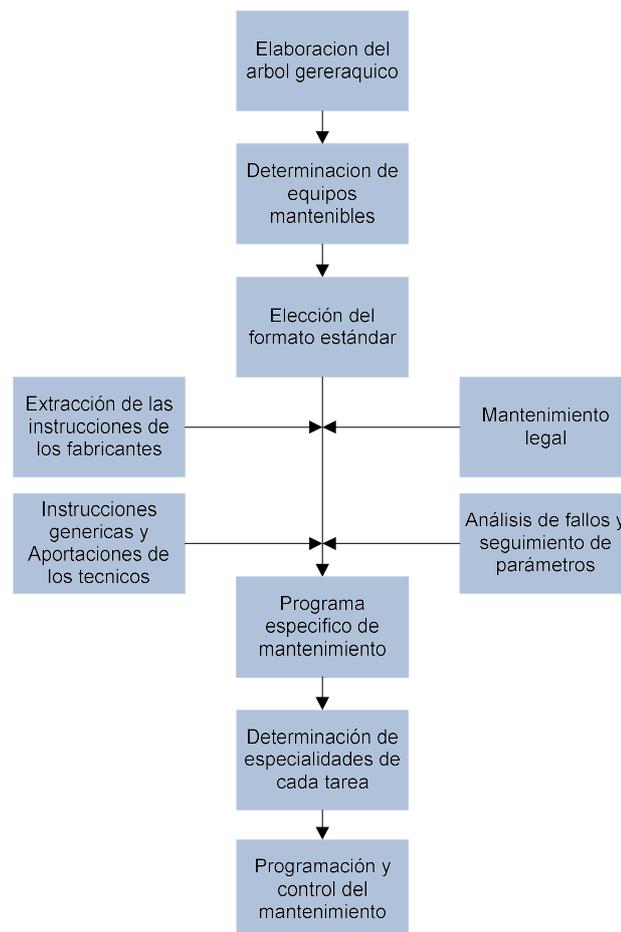


Figura 1. Pasos en la elaboración del plan de mantenimiento.

3.19 Sistema de órdenes de trabajo de mantenimiento.

El propósito del sistema de órdenes de trabajo es proporcionar medios para:

- a) Solicitar por escrito el trabajo que va a realizar el departamento de mantenimiento.
- b) Seleccionar por operación el trabajo solicitado.
- c) Asignar el mejor método y los trabajadores más calificados para el trabajo.
- d) Reducir el costo mediante una utilización eficaz de los recursos.
- e) Mejora la planeación y la programación del trabajo de mantenimiento.
- f) Mantener y controlar el trabajo de mantenimiento.
- g) Recopilación de datos mediante la orden de trabajo influye en la mejora continua del mantenimiento. (Aenor, 1998)

3.20 Diseño de la orden de trabajo.

La orden de trabajo puede ser utilizada como una forma de solicitud de trabajo, un documento de planeación, una gráfica de asignación de trabajos, un registro histórico, una herramienta para monitoreo y control, y una notificación de trabajo completado. La orden de trabajo debe contener dos informaciones: la información requerida para planear y programar, y la información necesaria para el control. La información requerida para la planeación y la programación:

- a) Número del inventario, descripción de la unidad y ubicación.
- b) Persona o departamento que solicita el trabajo.
- c) Descripción del trabajo y estándares de tiempo.
- d) Especificación del trabajo y número de código.
- e) Prioridad del trabajo y fecha en que se requiere.
- f) Habilidades y conocimientos requeridos.
- g) Refacciones y materiales requeridos.
- h) Herramientas especiales requeridas.
- i) Procedimientos de seguridad.
- j) Información técnica. (planos y manuales)

La información necesaria para el control:

- k) Tiempo real consumido.
- l) Códigos de costos para las habilidades y conocimientos.
- m) Tiempo muerto u hora en que se terminó el trabajo.
- n) Causa y consecuencia de la falla.

3.21 Gestión de repuestos.

La gestión de los repuestos consiste en la planificación de compra de repuestos, a fin de mantener un stock óptimo, en función al grado de criticidad del repuesto, criticidad del equipo, costos, disponibilidad, tiempos de entrega, negociaciones con el proveedor, entre otros. (Garrido, 2009 -2012)

3.22 Categorías de repuestos.

Según su necesidad en planta tenemos:

- Repuestos que son necesarios mantener en stock dentro de planta.
- Repuestos que no son necesarios tener en stock, pero si es necesario tener identificado al proveedor, plazos de entrega, disponibilidad, costo, etc.
- Repuestos indiferentes, que no es necesaria una planificación en torno a ellos.

Según su facilidad de adquisición tenemos:

- Repuesto genérico, es aquel que puede ser reemplazado por otras opciones o por otros proveedores.
- Repuesto estándar, es aquel que puede comprarse a varios proveedores especializados.
- Repuesto específico, es aquel que solo lo vende el fabricante del equipo.
- Repuesto alternativo, es un repuesto específico que puede ser replicado o fabricado a medida por otra empresa.

Vida útil: es el periodo durante la maquinaria cumple con su objetivo determinado, bajo un costo aceptable para la organización u empresa. (Lexus, 2014)

Periodo de desgaste: son fallas debido a fatigas, erosión, corrosión, desgastes mecánicos, etc. Su principal característica es que el índice de fallas aumenta a medida que transcurre el tiempo Cuando un equipo entra en este periodo, debe someterse a una reparación general e idealmente se analizan las fallas en función de los costos asociados a la reparación.

Mano de obra: Conjunto de obreros disponibles para un trabajo.

Parada de equipos: Es un período durante el cual la planta se encuentra fuera de servicio, permitiendo efectuar tareas de mantenimiento como inspecciones, reparaciones generales, sustituciones, rediseños de máquinas. (Aguado., 2021)

Costos directos del mantenimiento: Los costos directos de mantenimiento se definen como el valor del conjunto de bienes y servicios que se consumen para adelantar una tarea de mantenimiento. Se encuentran conformados por los costos de suministros y los costos de mano de obra que incluyen los costos de operación

4. Diseño metodológico.

4.1 Enfoque de la investigación.

La línea de investigación de este estudio corresponde al área de administración del mantenimiento industrial. Es un estudio de tipo mixto porque se utiliza el análisis cualitativo y cuantitativo. En la parte cuantitativa, es necesario obtener información precisa para determinar el estado técnico de las máquinas. En el apartado cualitativo el análisis se hace teniendo en cuenta tanto por observación directa del operador técnico del equipo, así como entrevista con el jefe mecánico para la investigación del equipo más completo.

4.2 Tipo de estudio.

El presente estudio se realizó como una investigación no experimental de tipo descriptivo-analítico. Es no experimental debido a que no existió manipulación en forma deliberada de la variable independiente, simplemente se procedió a realizar observaciones de situaciones ya existentes. Es de carácter descriptivo, porque permitió describir y conocer el funcionamiento cada uno de los tractores que componen la flota de la ASL y dado que uno de sus objetivos consistió en determinar la factibilidad de un plan de mantenimiento preventivo.

4.3 Corte de la investigación.

Esta investigación corresponde a un diseño de corte transversal, debido a que la información fue extraída de manuales y catálogos suministrados por los proveedores; además de la revisión de trabajos anteriores y también de visitas en el sitio en el transcurso del período.

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Las técnicas de recolección de datos son diferentes formas o modos de obtener información, ya que las herramientas son los medios físicos utilizados para recolectar y almacenar datos. (Arias, 2006) La revisión de material bibliográfico incluye la revisión de: manuales y catálogos suministrados por los proveedores, la consulta a referencias electrónicas y la revisión de planes de

mantenimiento preventivo realizados a equipos similares, contribuyeron a complementar y sustentar teóricamente la propuesta.

4.5 Observación directa, entrevistas y encuesta.

La observación directa permitió conocer e identificar cada una de las actividades, tecnología, metodologías y procedimientos. Se realizaron entrevistas y al jefe de taller de mantenimiento y personal que labora en el taller de vehículos con la finalidad de obtener información acerca de las fallas, labores de mantenimiento y funcionamiento de los tractores, para realizar un diagnóstico de la situación actual. (ver en anexo pág.86-87)

4.6 Población, muestra y muestreo.

Para efectos del presente estudio se considerarán la definición de población y muestra definida según (Weiers, 1989). La población “es el total de elementos sobre el cual queremos hacer una inferencia basándonos en la información relativa o la muestra”. Y la muestra “la define como la parte de la población que seleccionamos, medimos y observamos.”

El universo corresponde a la empresa Agrícola Santa Luisa, S.A. el estudio se realizará en el área de producción ubicada en Finca La Cruz en el departamento de Chinandega. En la cual, la población está constituida por veinte tres (23) tractores. De los cuales se estudiarán los sistemas: Motor, Dirección, Sistema de combustible, Sistema eléctrico, Sistema hidráulico, Sistema caja de velocidad, Puentes y cubos motrices.

La muestra por conveniencia corresponde a 23 tractores para lograr inferir en una mejor información de los datos. El tipo de muestreo del estudio es no probabilístico debido a que no manipulamos ninguna variable al azar.

5. Desarrollo

5.1 Generalidades de ASL.

5.1.1 Marco Espacial.

Agrícola Santa Luisa, S.A. se ubica en el kilómetro 134 carretera hacia el Guasauble, Chinandega. Se presenta el mapa espacial obtenido de Google Mapas.

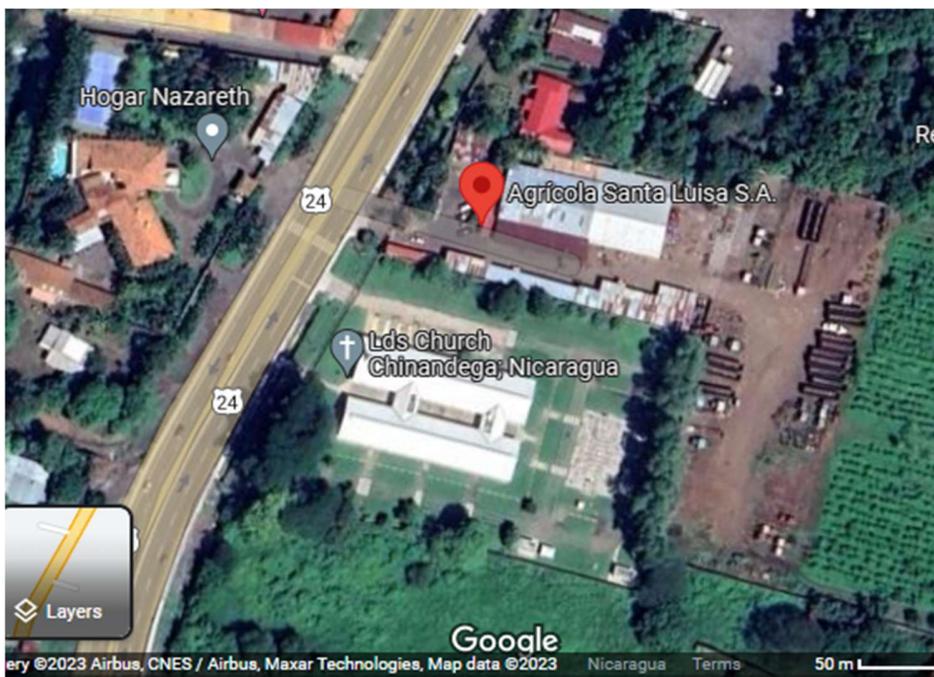


Figura 2. Mapa espacial de Agrícola Santa Luisa, S.A.

5.1.2 Empresa Agrícola Santa Luisa. S.A.

Agrícola Santa Luisa, SA (ASL), Es una empresa agrícola especializada en producir y comercializar cultivos tradicionales y no tradicionales dentro un proceso de alta calidad como es la práctica de una agricultura moderna acompañada de una gestión que busca la rentabilidad de cada operación maximizando su desarrollo y una coexistencia de beneficios con los accionista,

empleados, acreedores y proveedores mediante la atención y satisfacción de las diferentes demandas de los mercados nacionales e internacionales.

5.1.3 Aspecto organizacional de ASL.

Agrícola Santa Luisa, S.A. está compuesta por una junta directiva (dueños de la compañía) el cual delega las responsabilidades y funciones administrativa a la gerencia general esta a su vez tiene bajo su liderazgo cinco gerencias de líneas fundamentales, entre ellas gerencia agrícola, contable, comercial, RRHH, logística y operaciones. Seguidamente, existen diez subdepartamentos de áreas que sirven de apoyo a dichas gerencias de líneas, esto se debe al volumen de actividades que realizan.

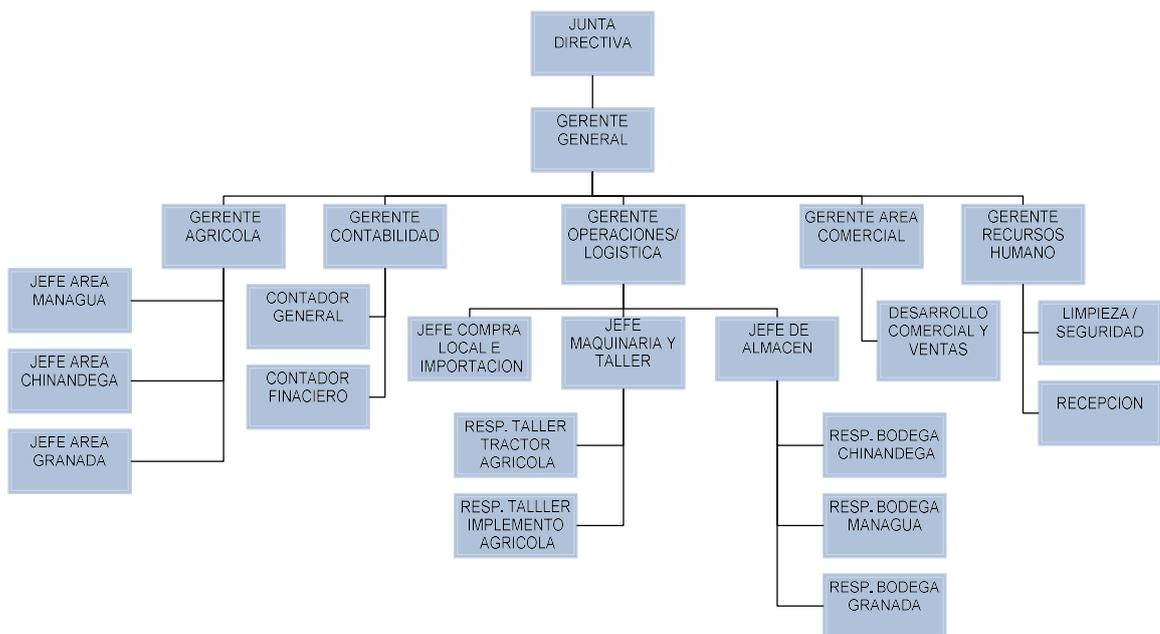


Figura 3. Estructura organizacional de la empresa Agrícola Santa Luisa, S.A.

5.1.4 Aspecto económico de ASL.

Al ser una empresa agrícola se dedica a diferentes rubros como: cultivo de maní, caña de azúcar, arroz seco siendo el primero el producto estrella (debido a los precios de ventas que se mueve en los mercados nacionales e internacionales) y los demás se desarrollan en menor escala.

5.1.5 Aspecto agrícola de ASL.

La capacidad de área instalada que posee ASL se estima en 2,400.00 manzanas de tierra aptas para cultivos, ubicada en diferentes departamentos: Chinandega, León, Managua, Masaya y Granada.

Área (Mz) disponible para cultivo de ASL		
Dpto. Chinandega - León	Dpto. Managua – Masaya	Dpto. Granada - Nandaime
1,000.00	800.00	600.00

Tabla 1. Área disponible para cultivo de ASL. Fuente (ASL)

Según el programa tentativo de cultivo de este ciclo 2023-2024 abarcará las siguientes áreas como se presenta en el siguiente recuadro; donde el cultivo de maní representa el 42%, Caña de azúcar el 33.3% y Arroz seco el 24.7% del total. En referente a la selección de la ubicación de dichas áreas de cultivos se le hacen diversos análisis (por gerencia agrícola) tales como: edáficos, climáticos, hídricos, fenológicos, fitosanitarios, rendimiento técnico y económico según sea el cultivo.

Cultivo	Ubicación	Área (Mz)	Porcentaje (%)
Maní	Chinandega-León	1,000.00	42.0
Caña de Azúcar	Managua-Masaya	800.00	33.3
Arroz seco	Granada-Nandaime	600.00	24.7
	Total	2,400.00	100.0

Tabla 2. Áreas para cultivo de ASL. Fuente (ASL)

5.1.6 Aspecto Logístico y operacional de ASL.

Un aspecto vital para el cumplimiento del programa de cultivo del ciclo 2023-2024 de ASL, es la creación del plan de trabajo y el control de sus interfaces, este se realiza en conjunto con gerencia agrícola, logística y operaciones, A posteriori, logística y operaciones planifica, organiza y suministra de manera óptima los recursos necesarios para la ejecución en cada una de sus operaciones según la planificación.

En los recursos necesarios que debe suministrar esta la disponibilidad de tractores e implementos agrícolas, operadores calificados, insumos (combustible, lubricantes, refacciones para dichos equipos).

5.1.7 Área de producción (Finca La Cruz).

El área de producción de ASL se encuentra entre Chinandega y León ubicado en la finca La Cruz propiedad de la empresa, se estima un área de 1,000 manzanas que se asignara al cultivo de maní, este rubro requiere de una mayor mecanización en sus operaciones refiriéndose a equipos como: tractores e implementos agrícolas.

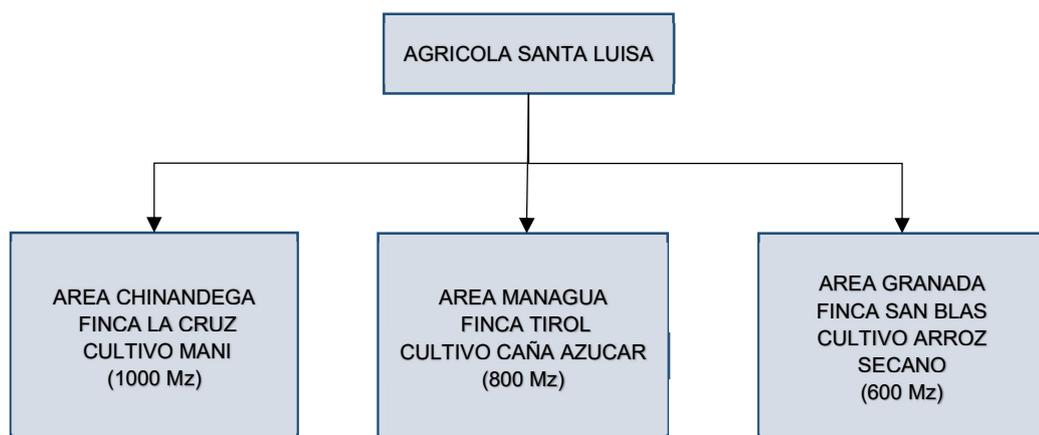


Figura 4. Área de Producción Finca La Cruz. Fuente. (Elaboración propia)

5.1.8 Descripción del proceso productivo.

Proceso productivo (cultivo de maní) se desarrollan con el inicio de las labores culturales, un conjunto de actividades entre ellas se encuentra: arado, subsuelo y romplow que se encargan de romper, voltear, profundizar el suelo para un control de maleza, plagas, infiltración del agua, aeración, se deja un tiempo prudente para la buena incorporación de la materia orgánica.

A posteriori, sigue con 1 y 2 pase de rastra (grada) afinadora para allanar, nivelar, deshacer terrones del suelo ocasionado por las actividades anteriores, una condición imperante con esta labor es la presencia de humedad relativa en la tierra que facilite su ejecución como tal, después se proseguí con la actividad PSI (pulverización al suelo e incorporar) que es aplicar (pulverizar) agroquímicos al suelo con la finalidad de hacer un mejor control de maleza, plaga y enfermedad basal e incorporarlo con un pase de rastra adicional el resultado preparar así un área (terreno) y dejarlo en condiciones idónea (para poder fijar la semilla) para la siembra.

El proceso de producción se realizará las actividades como muro que es la que prepara la cama siembra que favorece la optimización del área sembrada con el manejo del agua y compactación del suelo, para luego caer con la siembra que es la puesta de una determinada cantidad de semilla a cierta profundidad del suelo, así como distancia entre ellas, y tapado de las misma (estos parámetros se deben tener cuenta para una buena densidad población de plántulas).

Cuando se ha terminado la operación siembra se dará comienzo con las aplicaciones fitosanitarias al cultivo (estas tendrán una duración de 120 días por ciclo fenológico de la planta, para fertilizar a las plántulas y controlar plagas y algunas malezas).

Cosecha es el último proceso que se realiza en el cultivo de maní y este se hará una vez (el parámetro a tener en cuenta para saber el inicio de dicha operación

es la maduración de las capsulas de la planta de maní), Se da con el inicio de la actividad arranque de maní que es desenterrar la plántula (paridad de capsula), invertirla (las baquetas en posición arriba) y dejarla expuesta al sol en una cama de hilera (andana) esperar un aproximado 5 días; después empezaría la combinada que es la recolección mecánica de la andana, trillar, separar la capsula de maní, almacena y descarga para su envase para su finalización de comercializar con la venta y traslado a COMASA (Comercializadora de maní, SA).

Elaboración de pacas, esta inicia una vez terminada la combinada, la finalidad de esta labor es crear pacas a base de rastrojo (broza) de maní mediante el procedimiento de embalaje que luego se comercializan al mercado local (criadores de semovientes).

El acarreo es una actividad que se encuentra en todos los procesos de cultivo de maní inicia al igual que labores culturales y finaliza con la cosecha, aquí en esta actividad se trasladan equipos como cisternas, tráileres, graníferos y otros equipos que demanden las operaciones de dichos procesos.

5.1.9 Estructura del proceso de producción.

En el área de Chinandega será cultivo de maní y está formado por 3 procesos (Labores culturales, Producción y Cosecha) y 12 subprocesos (Arado, Subsuelo, Romplow, Grada pase 1, Grada pase 2, PSI incorporado, Muro, Siembra, Aplicación Fitosanitaria, Arranque, Combina, Elaboración de pacas) en cual cada subproceso lo define el nombre de los implementos (I) que se usen en el periodo establecido. Se observa que en todas las operaciones se hace uso del tractor agrícola (T).

Proceso de producción.				
Proceso	Subproceso	Equipos		Definición
Labores Culturales	Arado	T	I	Rompen, invertir la tierra para producir aireación y mejórala, así como control de plaga y maleza.
	Subsuelo	T	I	Rompen, desmenuza y profundiza la tierra para mejorar la infiltración y penetración de aire en lugares compactados.
	Romplow	T	I	Rompen, invertir, incorpora materia orgánica de la tierra, reduce la erosión.
	Grada 1	T	I	Deshace terrones, tapa surcos, allana la tierra mejora la aeración y textura para siembra.
	Grada 2	T	I	pulveriza, afina, allana la tierra mejora la aeración y textura para la siembra.
	PSI	T	I	Incorpora agroquímicos al suelo con pulverizador seguido con una grada afinadora Control maleza, plaga, enfermedades basales
	Producción	Muro	T	I
Siembra		T	I	Colocar de forma precisa la cantidad semilla, entre distancia, a la profundidad indicada, taparla, para producción de plantas.

	Ap. Fitosan.	T	I	Pulverización agroquímicos a los cultivos de plantas según diagnósticos fitosanitario agronómico,
Cosecha	Arranque	T	I	Arranca, invertir, hace andana de plantas de maní, cuando se ha alcanzado la madurez fenológica de la planta.
	Combina	T	I	Recolecta, trilla, separa la capsula de maní, almacena y descarga para su envase.
	Elaboración de Pacas	T	I	Recolecta, embalaje de rastrojo de maní.
Acarreo	Chamela	T	I	Traslada implementos (Cisternas, Tráiler y Granífero).

Tabla 3. Proceso de producción (cultivo de maní). Fuente. (Elaboración propia)

5.1.10 Esquema del proceso productivo.

Al definirse el proceso de producción (cultivo de maní) se procedió a realizar un diagrama de proceso para ofrecer una representación visual de las secuencias de las actividades y tener una mejor comprensión de la participación de los equipos (tractores e implementos agrícola).

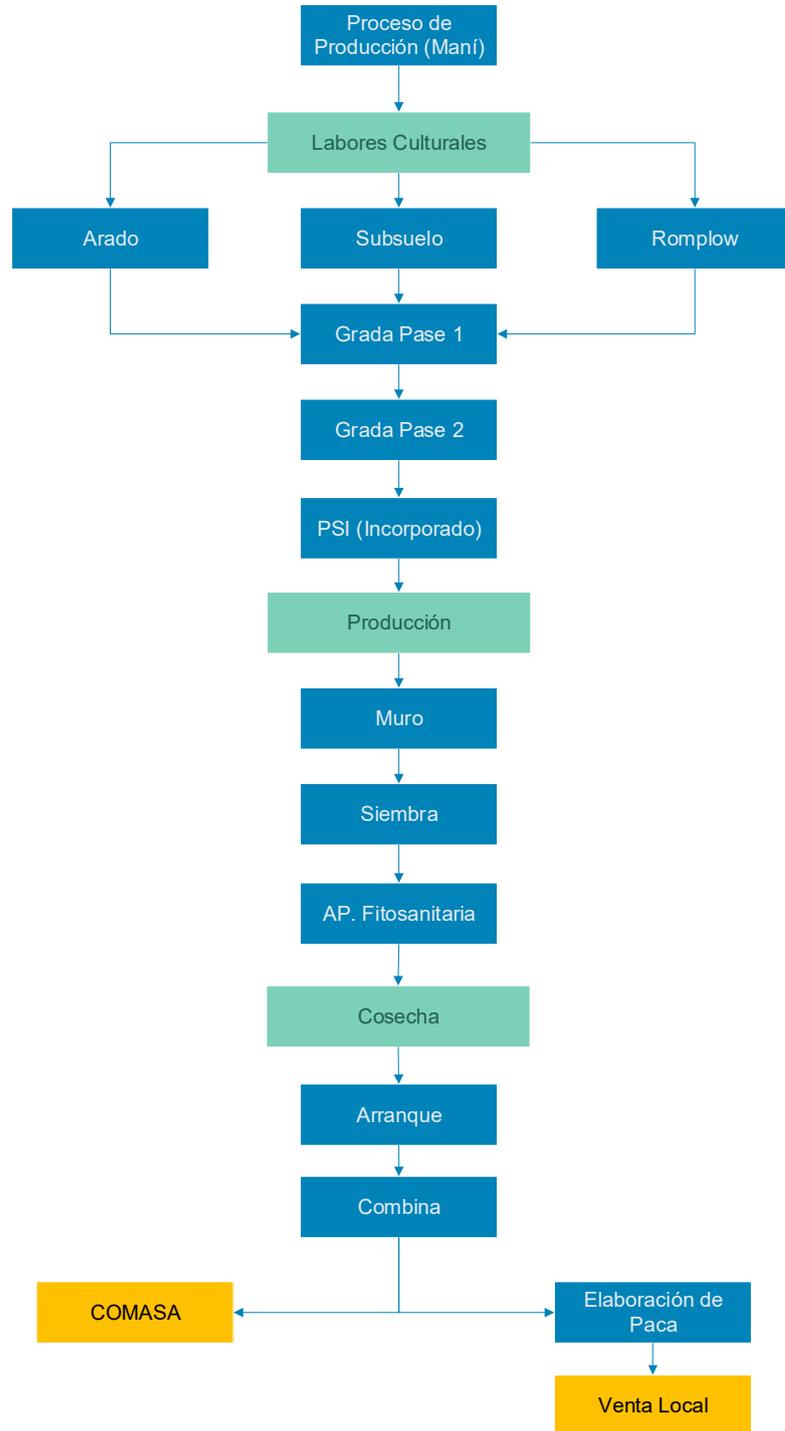


Figura 5. Esquema de proceso productivo. Fuente (elaboración propia).

5.1.11 Plan de trabajo de ASL.

Las gerencias de línea presentan el plan de trabajo (2023-2024) para el cultivo de maní para un estimado de 1,000 manzanas, se especifica en él, las operaciones y sub-operaciones que se realizan, así como los Kpi (Área, Equipos, Capacidad del equipo, Capacidad total por los equipos y Duración) para calcular los días para ejecutar las actividades, se aprecian las fechas inicio y finalización.

Para una comprensión más clara del plan, se definirán los índices de producción (Kpi) y determinar por análisis los cálculos efectuados. (Hunt, 1983)

- Área: Superficie de tierra a labrar, sembrar, cosechar unidad de medida en manzana (Mz).
- Equipos: Conformado mecánicamente por un tractor e implementos agrícola, unidad de medida (TI).
- Capacidad por equipo (Ce): Cantidad de área realizada en una unidad de tiempo, unidad de medida en área/hora (Mz/h).
- Capacidad total (Cte): Cantidad de área realizada por un determinado número de equipos en una unidad de tiempo, unidad de medida en área/hora*maquina (Mz/h*equipo).
- Norma de producción (Np): Área planteada a cumplir como objetivo en un periodo de tiempo, unidad de medida área (Mz).
- Do: Tiempo que tarda en hacer una actividad en este caso área, unidad de medida Jornada laboral (JI).
- Sistema de medida (equivalencias).
1 Manzana (Mz) = 0.7026 Hectáreas = 7026 mt².
1 Jornada laboral (JI) = 10 horas*hombre*equipo.

Con el siguiente ejemplo se efectuará el cálculo para determinar el tiempo de duración de cada una de las suboperaciones, para posteriormente crear un diagrama de Gantt.

En la actividad arado que pertenece a labores culturales el tiempo de duración será el siguiente.

Ce (arado) = 0.6 Mz/h.

Equipos = 5 TI.

Jornada laboral = 10 h.

Cte (arado) = Ce*TI = (0.6 Mz/h) * (5 TI) * (10 h/JI) = 30 Mz/JI*TI.

Do (arado) = Cte/Np = (300 Mz) / (30 Mz/JI*TI) = 10 JI*TI.

Do (arado) = 10 JI*TI; su equivalente sería (10) * (10 h) *(5) = 500 h*equipo.

Plan de Trabajo (cultivo de maní) ASL 2023-2024							
Área Chinandega - León, Finca La Cruz							
Operaciones	Np	Equipos	Ce	Cte	Do	F. Inicio	F. Fin
	(Mz)	(TI)	(Mz/JI)	(Mz/JI*TI)	(JI*TI)		
1. Labores culturales					81	21/04/23	09/07/23
1.1 Arado	300	5	6	30	10	21/04/23	30/04/23
1.2 Subsuelo	500	5	7.14	35.7	14	21/04/23	04/05/23
1.3 Romplow	200	3	8	24	8	21/04/23	28/04/23
1.4 Grada 1 (Afinadora)	1000	3	14.75	44.25	23	05/05/23	27/05/23
1.5 Grada 2 (Afinadora)	1000	3	14.75	44.25	23	28/05/23	19/06/23
1.6 PSI (Incorporado)	1000	2	25	50	20	20/06/23	09/07/23
2. Producción					131	22/06/23	31/10/23
2.1 Muro	1000	3	17.25	51.75	19	22/06/23	10/07/23
2.2 Siembra	1000	4	10	40	25	23/06/23	17/07/23
2.3 Aplicación Fitosanitaria*	1000	6	25	150	7	18/07/23	31/10/23
3. Cosecha					50	07/11/23	26/12/23
3.1 Arranque	1000	8	4	32	31	07/11/23	08/12/23
3.2 Combinada	1000	12	2	24	42	14/11/23	15/12/23
3.3 Elaboración de Pacas	200	1	20	20	10	16/12/23	26/12/23
4. Acarreo		2			262	01/04/23	26/12/23

Tabla 4. Plan de Trabajo (cultivo de maní) ASL 2023-2024. Fuente. (ASL).

* Se realizan 7 aplicaciones fitosanitaria durante el tiempo fenológico del cultivo de maní al área de siembra de 1000 Mz, el intervalo por aplicación es 15 días; los equipos de su operación Ap. Fitosanitaria realizan la actividad en aproximadamente 7 días por ende tiene una holgura de 8 días para la próxima aplicación.

5.1.12 Cronograma de actividades.

Se encuentran los procesos (subprocesos) a realizar de forma cronológica útil para dar un seguimiento al cumplimiento al plan de trabajo ciclo 2023-2024. La fecha de inicio de labores culturales es 21 de abril con una duración de este proceso de 81 días (Jornada laboral) su fecha de finalización tentativamente es 9 de julio.

En el proceso de producción se inicia el 22 de junio con una duración de 131 días su fecha de finalización es 31 de octubre, la cosecha que inicia el 7 de diciembre con una duración de 50 días para finalizar el 26 de diciembre, por último, acarreo que inicia en la fecha igual que labores culturales con una duración de 262 días y finaliza el 26 de diciembre con cosecha.

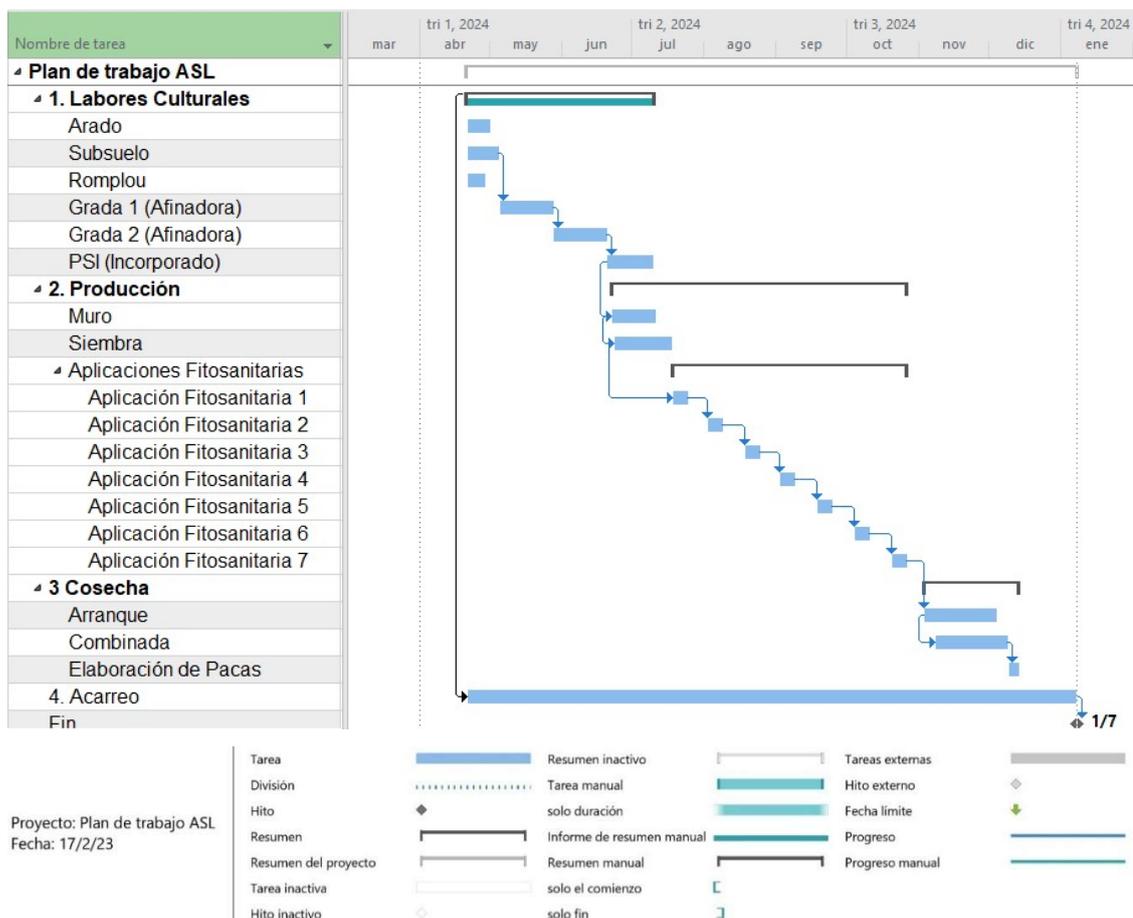


Figura 6. Cronograma de actividades ciclo agrícola 2023-2024. Fuente (Elaboración Propia).

5.1.13 Recursos de operaciones de ASL

Los elementos necesarios para llevar a cabo las operaciones del plan de trabajo con que cuenta la empresa se detallan como: los trabajadores, los equipos (tractores e implementos agrícolas), las áreas físicas (producción) e insumos (Combustibles, Lubricantes y Refacciones).

- Personal: Son los recursos humanos encargados de las diferentes labores que componen el área de producción en este caso finca La Cruz. Para un total de 24 personas. A continuación, se describe los cargos y cantidad (Tabla 5) y su estructura organizacional (Fig. 17).

Personal Finca La Cruz	Cantidad
Técnico Agrícola	1
Supervisor Logística/ Operaciones	1
Responsable Bodega	1
Mecánico Tractor	2
Ayudante mecánica Tractor	2
Mecánico Implemento	1
Ayudante mecánica implemento	1
Operador Tractor	15

Tabla 5. Personal Finca La Cruz. Fuente (Elaboración Propia)



Figura 7. Organización Personal Finca La Cruz. Fuente (Elaboración propia).

- Equipos: Son las maquinas conformada por tractores e implementos agrícolas que se dedican a ejecutar los diferentes procesos de producción (labores culturales, producción y cosecha) para llegar al producto terminado que es la producción de maní. A continuación, se describe el inventario de equipos agrícolas en Finca la Cruz (Tabla 6).

Equipos	Cantidad	Equipos	Cantidad
Tractor	23	Sembradora	4
Arado	5	Pulverizador	6
Subsuelo	5	Arrancador	8
Romplow	3	Combina	18
Grada o Rastra (Afinadores)	3	Tráiler	2
Muro	3	Cisterna	2
Granifero	3	Embaladora	1

Tabla 6. Inventario de Equipos Agrícolas. Fuente (Elaboración propia).

- Insumos: Estos son los recursos que se le suministra a los equipos para su funcionamiento y explotación. John Deere, Manual del Operador. pág. 80)

El combustible gasóleo (diésel) este tiene que presentar propiedades en su composición como un índice cetánico mínimo de 40, el contenido de azufre debe estar en el rango menor de 0.05 por ciento, una lubricidad adecuada para optimizar un buen desempeño en los inyectores, en los motores de combustión.

Los lubricantes deben poseer una viscosidad adecuada en función de las temperaturas que debe haber en el intervalo hasta el siguiente cambio de aceite, se recomienda el uso de aceites para motores diésel multigrado (SAE15W40), Aceite hidráulico de baja viscosidad (HY), las grasas (lubricante semisólido) HD resistente al agua, Lithium y Polyurea.

Los repuestos o las piezas de recambios que se emplea para sustituir la original por desgaste, deterioro o avería debe ser fabricadas para

garantizar su funcionamiento correcto, para alargar la vida del componente, es mejor acudir con el fabricante del equipo ya que dispone de inventarios.

5.2 Situación Actual.

5.2.1 Mantenimiento actual aplicado a los tractores de ASL.

Según los resultados obtenidos en el área de producción finca La Cruz, Chinandega de la estructura organizacional que ven a los tractores (jefe de área, supervisor de operaciones, división del taller, operadores de quipos), estos poseen un conocimiento general del mantenimiento que se le aplica a los tractores.

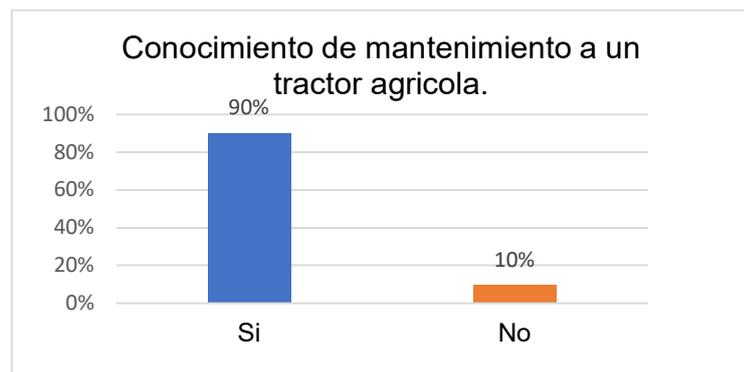


Figura 8. Conocimiento de mantenimiento a un tractor agrícola.

Fuente. (Elaboración propia).

Ese mantenimiento que actualmente efectúa la división el taller se define como mantenimiento correctivo en la mayor parte de las veces y en menor el mantenimiento preventivo.

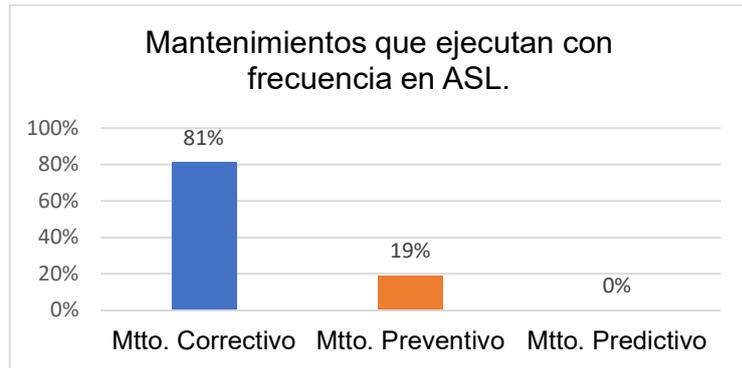


Figura 9. Mantenimientos que ejecuta ASL. Fuente. (Elaboración propia).

Por lo cual existen discrepancia al momento de ejecutar los mantenimientos de los tractores, mostrando que el mantenimiento correctivo se aplica de manera semanal a los tractores caso contrario el mantenimiento preventivo, no se sigue un régimen estable para ejecutar cada tipo de operación con respecto al mantenimiento que aplica.

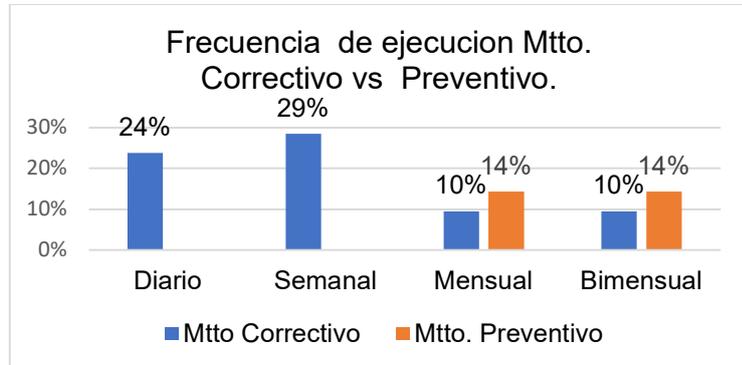


Figura 10. Ejecución Mtto correctivo vs preventivo. Fuente. (Elaboración propia).

En la actualidad el mantenimiento que se brinda no es confiable porque permite un mayor tiempo fuera de servicio y se incurre en costo altos traduciéndose en un mantenimiento inadecuado para los equipos.

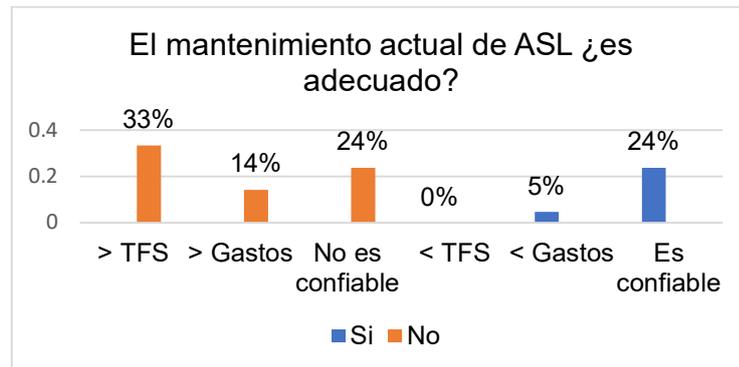


Figura 11. Realidad del mantenimiento de ASL. Fuente. (Elaboración propia).

Esto pasa, cuando se daña un tractor en plena operación inmediatamente se procede a sacarlo de su actividad, lo que resulta en una afectación de tiempo en el proceso productivo, (se incurre en horas adicionales) para cumplir con el plan de trabajo.

En la división de taller no lleva ningún registro físico, ni electrónico de las fallas de los equipos, solamente verbal haciendo que la información que ellos brindan no sea fiable, no cuentan con un formato estándar necesario a la hora de efectuar la corrección, No existe un plan elaborado de mantenimiento que permita una mejor recepción de fallas, por lo tanto, no se cuenta con los materiales y repuesto necesarios para resolver el problema de forma inmediata.

5.2.2 Descripción de la situación actual de los tractores.

El estudio abarco a veintitrés (23) tractores de la empresa ASL, que se encuentran localizados en el área agrícola finca La Cruz en Chinandega, Nicaragua.

A continuación, se detalla en la siguiente tabla (tabla 7) el inventario actualizado de los tractores que posee la empresa ASL; Se agrupo por Marca, Modelo, código chasis, código motor, y código interno de la empresa. El resultado

es que la empresa tiene 4 tractores CASE modelo FARMALL 90, 8 tractores John Deere modelo 5615, 2 tractores John Deere modelo 6403 y 9 tractores Belarus modelo 820.

Inventario de tractores						
Ítem	Marca	Modelo	Chasis	Motor	Placa	Código
1	CASE	FARMALL 90	HFJ081064	206168	CH 17308	ASL-57
2	CASE	FARMALL 90	HFJ080170	204508	CH 17306	ASL-58
3	CASE	FARMALL 90	HFJ080135	204456	CH 17309	ASL-59
4	CASE	FARMALL 90	HFJ080240	204696	CH 17307	ASL-60
5	JOHN DEERE	5615	P05615X006277	PE4045D727587	CH 13012	ASL-44
6	JOHN DEERE	5615	P05615X005999	PE4045D120265	CH 11573	ASL-45
7	JOHN DEERE	5615	P05615X006268	PE4045D727583	CH 13000	ASL-46
8	JOHN DEERE	5615	P05615X006406	PE4045D747070	CH 12998	ASL-48
9	JOHN DEERE	5615	P05615X006404	PE4045D747073	CH 13001	ASL-49
10	JOHN DEERE	5615	P05615X006402	PE4045D747066	CH 13004	ASL-50
11	JOHN DEERE	5615	P05615X006381	PE4045D741512	CH 13013	ASL-51
12	JOHN DEERE	5615	P05615X006403	PE4045D747068	CH 13002	ASL-52
13	JOHN DEERE	6403	1P06403XVCT021956	PE4045T902836	-	ASL-66
14	JOHN DEERE	6403	1P06403XVCT021958	PE4045T903405	-	ASL-67
15	BELARUS	820	599307	08102701	CH 00603	ASL-11
16	BELARUS	820	599013	08102864	CH 00128	ASL-12
17	BELARUS	820	621033	08113903	CH 00060	ASL-21
18	BELARUS	820	637621	80804278	CH 01010	ASL-28
19	BELARUS	820	637625	80804277	CH 01011	ASL-29
20	BELARUS	820	636612	80804354	CH 01009	ASL-30
21	BELARUS	820	685049	80822255	CH 07622	ASL-32
22	BELARUS	820	685041	80822068	CH 07621	ASL-33
23	BELARUS	820	393870	80875857	CH 13014	ASL-47

Tabla 7. Inventario actual de tractores Finca "La Cruz" Chinandega ASL.

Estos tractores son utilizados por la empresa para las operaciones que contempla el plan de trabajo (Tabla 4) del ciclo 2023-2024, que será establecer un cultivo de maní en un área de 1,000 manzanas en un periodo trabajo de 262 días de labor, la demanda diaria es de 15 tractores por lo cual la división de taller necesita mantener con una disponibilidad esa cantidad para los dos primeros procesos (labores culturales y producción) porque en la cosecha se requerirá a los 23 equipos.



Figura 12. Demanda diaria de tractores para las operaciones ASL. Fuente: (Elaboración propia).

Otro aspecto a considerar es el tiempo que tarda en originarse una falla porque así deducimos (ver figura 13) el tiempo que permanece en operación el equipo como es el caso de la flota de tractores que tiene un periodo de 1 semana de trabajo para que luego se averíe (aparezca la avería). Si la avería no es grave (una reparación leve) este puede incorporarse a sus labores nuevamente, caso contrario el tiempo estimado (fuera de servicio) que tarda en volver a su periodo de explotación oscila en el menor de los casos de 1 a 3 días y mayor de 4 a 7 días (ver figura 14).



Figura 13. Periodo entre fallas en los tractores ASL. Fuente: (Elaboración propia).



Figura 14. Tiempo fuera de servicio de un tractor en ASL. Fuente: (Elaboración propia).

5.2.3 Identificación de los sistemas y subsistemas del tractor.

Es necesario antes de iniciar cualquier diagnóstico para identificar las fallas que posee el tractor tener un completo conocimiento del equipo al cual se procederá a analizar. A continuación, se realiza una caracterización generalizada de los tipos de componentes que pueden tener.

Para analizar esta caracterización, primero se debe dividir el equipo de trabajo, en sistemas y subsistemas principales, lo cual servirá como una guía que permitirá comprender, sin obviar ningún componente principal y el funcionamiento de estos.

El Tractor es una máquina que tiene la capacidad de generar tracción (el acto de tirar de una cosa para desplazarla). Con respecto al origen etimológico del término, algunos expertos aseguran que se encuentra en el vocablo latino tractus, mientras que otros apuntan al verbo latino trahere, que puede traducirse como «tirar». (Lexus, 2014)

El tractor agrícola se compone del motor, el embrague, la caja de velocidades, la transmisión, las ruedas, el sistema hidráulico y el eléctrico, el eje de toma de fuerza, la barra de tiro y el enganche integral, se describen a continuación. (Ver anexos. Componentes del tractor pág. 78)

1. Sistema de Motor: Está constituido por el bloque, el sistema de alimentación o combustible, el sistema de lubricación y el sistema de enfriamiento.
2. Sistema de Transmisión: Transmite el movimiento de la caja de velocidades a las ruedas motrices. Este movimiento es transmitido por un eje de salida donde viene seleccionada la velocidad requerida, al grupo diferencial, y éste permite a las ruedas girar a distintas velocidades en las curvas. El movimiento que sale del diferencial pasa a los reductores laterales, que son muy útiles para el aprovechamiento eficiente de la potencia del motor a las ruedas motrices.
3. Sistema de Corriente Eléctrica: Comprende un sistema de carga, en el cual un generador (alternador) aprovecha el movimiento de una polea del motor para producir corriente eléctrica y almacenarla en un acumulador de energía (batería), y éste, a la vez, abastece de energía a los diferentes circuitos que componen el tractor. Al sistema de ignición, que se encarga de mover el motor de arranque para dar inicio al encendido del motor, a las luces, la bocina, las válvulas electrohidráulicas, y a los sensores de temperaturas y de presión de aceite de motor e hidráulico.

4. Sistema de Dirección motriz: podemos decir que son lo que nos permite controlar la trayectoria fácilmente. Se trata de un conjunto de mecanismos cuya finalidad es orientar las ruedas delanteras para que el tractor pueda girar sin ningún problema.
5. Sistema de Frenos: En los tractores existen dos sistemas de frenado, el de servicio, que se accionan con los pedales de freno, y el de estacionamiento, que se acciona manualmente.
6. Sistema de Embrague: Cumple con la función de conectar o desconectar el motor de la caja de velocidades y a través de ésta, de la caja con los mandos de las ruedas u orugas. La conexión puede hacerse con platos de fricción o con mecanismos hidráulicos.
7. Sistema de Suspensión: Los sistemas de suspensión, al menos en el eje delantero, complementada con la suspensión de la cabina y del propio asiento del conductor.
8. Sistema de Ruedas: Están compuestas por el rin y la llanta. Ésta puede tener diferentes configuraciones de acuerdo con las labores de campo que se tengan previstas. Las ruedas motrices reciben la energía del motor a través de los mecanismos de transmisión, y por adherencia al terreno, empujan el tractor; las delanteras dirigen la marcha por medio del sistema de dirección que es manipulado por el operador.
9. Sistema Hidráulico: Su función es usar la energía mecánica en diferentes lugares y puntos del tractor, sin necesidad de acudir a transmisiones mecánicas. Esta energía se transmite por medio de un fluido a alta presión. Con el sistema hidráulico se pueden levantar y bajar implementos con el enganche en tres puntos, controlar la profundidad de una labor por medio

de toma hidráulica, accionar botellas hidráulicas de implementos agrícolas, controlar frenos y dirección. El sistema hidráulico está compuesto por un depósito de aceite, unos filtros, una bomba, válvulas, distribuidores y botellas hidráulicas.

10. Sistema de Enganche de tres puntos: Enganche de tres puntos, este acople lo utilizan para los implementos que requieren este tipo de enganche, algunos cinceles, rastrillos pulidores, boleadoras, etc. En relación con sus dimensiones, este tipo de enganches se ha normalizado, de acuerdo con la potencia del tractor, por categorías.

11. Sistema de toma de fuerza: Es un eje cuya función es imprimir rotación a algunos implementos agrícolas (fumigadoras, corta malezas, abonadoras, etc.) utilizadas en las labores de campo. Las tomas de fuerza pueden ser hidráulicas o mecánicas. Los tractores modernos vienen contruidos con tomas fuerza hidráulicas.

12. Sistema de Cabina de Operador: La utilización de cabinas especiales se hace inherente al tractor estrecho para garantizar la protección del operador ya que la otra alternativa es obligar al operador a “ir vestido de astronauta”.

5.2.4 Análisis del estado físico y operacional de los tractores.

En la finca La Cruz se encontró en funcionamiento un 70% de los tractores, de los cuales 61% presentaban fallas mecánicas en ciertas partes de sus componentes, pero seguían operativo a pesar de ello. Solamente un 9% están en buen estado. (no se detectaron fallas mecánicas). En la división de taller hay 17% que están en proceso de mantenimiento y un 13% está fuera de servicios (fallas mecánicas considerables).

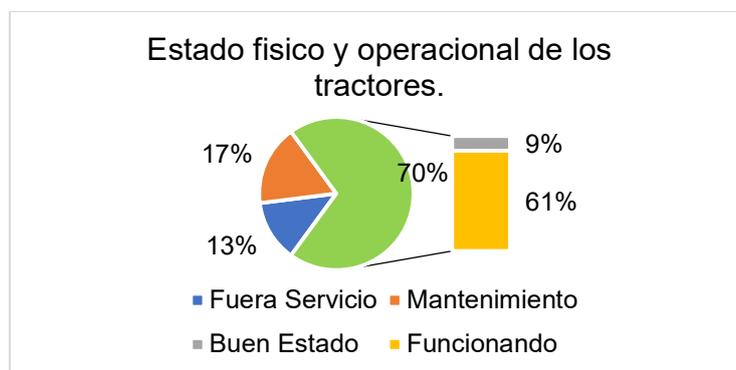


Figura 15. Análisis estado físico y operacional de los tractores ASL.
Fuente: (Elaboración propia).

5.2.5 Diagnósticos de averías de los tractores.

Se parte de la observación directa a los tractores y entrevista que se realiza a la división del taller, junto con el supervisor de operaciones para recopilar información necesaria y así estructurar una tabla (tabla 9) que describa las fallas y frecuencia (fig. 19) en que se presentan.

Código	Diagnóstico de falla
ASL-57	Funcionando, tipo de mantenimiento que se realiza: correctivo, cambio de aceite 250 horas.
ASL-58	Inactivo, tipo de mantenimiento que se realiza: correctivo, cambio de aceite 1000 horas.
ASL-59	Inactivo, tipo de mantenimiento que se realiza: correctivo, cambio de aceite 1000 horas.
ASL-60	Inactivo, tipo de mantenimiento que se realiza: correctivo, cambio de aceite 1000 horas.
ASL-44	Fuera de servicio, tipo de mantenimiento que se realiza: correctivo, daño en válvula de control distribuidor hidráulico.

ASL-45	Funcionando, tipo de mantenimiento que se realiza: correctivo, cambio aceite 500 horas, revisión de sistema eléctrico.
ASL-46	Funcionando, tipo de mantenimiento que se realiza: correctivo, cambio aceite 500 horas, Desgaste disco embrague.
ASL-48	Fuera de servicio, tipo de mantenimiento que se realiza: correctivo cambio aceite 250 horas, daño en motor, recalentamiento de culata.
ASL-49	Funcionando, tipo de mantenimiento: correctivo, daño en sistema de toma de fuerza.
ASL-50	Buen estado, tipo de mantenimiento que se realiza: correctivo.
ASL-51	Fuera de servicio, tipo de mantenimiento que se realiza: correctivo, rotura del colector múltiple escape, rotura balinera collarín, rotura en la base del filtro de combustible.
ASL-52	Fuera de servicio, tipo de mantenimiento que se realiza: correctivo, daño en la bomba de agua, daño en bomba central hidráulica.
ASL-66	Buen estado, tipo de mantenimiento que se realiza: correctivo.
ASL-67	Funcionando, tipo de mantenimiento que se realiza: correctivo, cambio aceite 250 horas, desgaste en los discos frenos.
ASL-11	Funcionando, tipo de mantenimiento que se realiza: correctivo, cambio de aceite 250 horas, rotura de las tuberías hidráulicas del cilindro de la dirección, desgaste disco freno.
ASL-12	Funcionando, tipo de mantenimiento que se realiza: correctivo, cambio de aceite 250 horas, desgaste de la correa de alternador.
ASL-21	Funcionando, tipo de mantenimiento que se realiza: correctivo, cambio de aceite 250 horas, chequeo de los inyectores sistema de combustible.
ASL-28	Funcionando, tipo de mantenimiento que se realiza: correctivo, cambio de aceite 250 horas, desgaste en disco de embrague.

ASL-29	Funcionando, tipo de mantenimiento que se realiza: correctivo, cambio de aceite 250 horas, oxidación del mofle y múltiple de escape.
ASL-30	Funcionando, tipo de mantenimiento que se realiza: correctivo, cambio de aceite 250 horas, batería esta caduca (ligada).
ASL-32	Funcionando, tipo de mantenimiento que se realiza: correctivo, cambio de aceite 250 horas, rotura balinera de collarín, desgaste en disco de embrague.
ASL-33	Funcionando, tipo de mantenimiento que se realiza: correctivo, cambio de aceite 250 horas, daño en manómetros de temperatura y presión de aceite.
ASL-47	Funcionando, tipo de mantenimiento que se realiza: correctivo, cambio de aceite 250 horas, desgaste de correa de alternador, desgaste en disco de embrague (patinando).

Tabla 8. Diagnósticos de las fallas presentadas por los tractores en el estudio.

Fuente (Elaboración propia).

Al realizar un análisis exhaustivo a los tractores se determinó que al menos el 70% de ellos necesitan algún cambio aceite (según sea el intervalo de servicios).

En las frecuencias de averías (figura.16) las que más predomina es en el sistema de embrague con un 29%, seguido por sistema eléctrico y sistema de motor que representan cada una un 19% y con el sistema hidráulico un 14%. Estas averías representan el 80% (acumulado), de las causas que permiten los paros no programados de los tractores.



Figura 16. Frecuencia de averías en los sistemas de los tractores ASL. Fuente: (Elaboración propia).

Los tractores agrícolas se exponen a averías frecuente en sus sistemas que compone al equipo, es necesario hacer un análisis minucioso para dar con las causas probables, para proceder a controlarla y/o eliminarla. Entre las causas se encuentra con un 33% el mantenimiento inadecuado, seguido por 29% el Método de trabajo (la labor que hace el equipo) y un 24% la baja calidad de los insumos como: El combustible, lubricantes y refacciones; aunque en menor frecuencia esta la incorrecta manipulación de los equipos con un 14% efectuado por operarios.

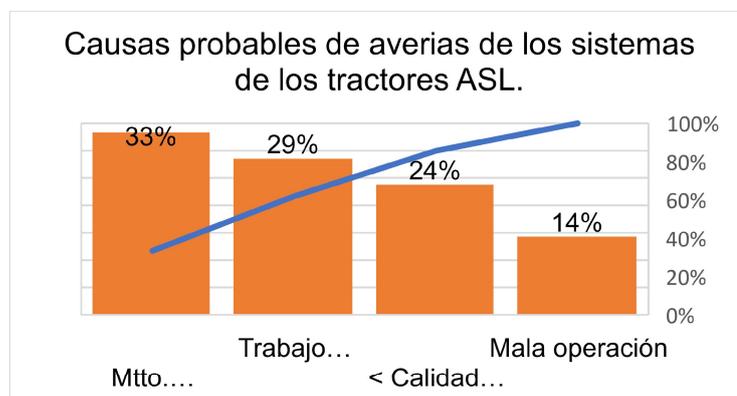


Figura 17. Causas probables de averías de los sistemas de los tractores ASL. Fuente: (Elaboración propia).

Es importante al elaborar una propuesta de un plan de mantenimiento preventivo tener en cuenta las causas probables de averías, saber cómo superarlas al crear acciones correctivas, porque solamente así la planificación de

mantenimiento tendrá éxito y se acoplará a la realidad de ASL lo que determinará su ciclo de vida a largo plazo.

5.3 Propuesta del plan de mantenimiento preventivo.

La propuesta del plan de MP está orientada a los tractores agrícola de la finca La Cruz; que son parte fundamental y se les considera dentro de ASL como “el motor que mueve los engranajes de las operaciones agrícola de la compañía”. Pero en la implementación se involucrará la división de taller de tractores ya que prácticamente tienen bajo su responsabilidad el funcionamiento y conservación de estos equipos.

En la búsqueda de que los trabajos se efectúen de forma eficiente hay que controlar y planificar las acciones en el plan MP para reducir costes en mano de obra en cuanto a personal o horas extras, tiempo fuera de servicio del equipo y la confiabilidad de la ejecución del mantenimiento que se haga (en los mantenimientos técnicos y reparaciones).

La propuesta está enfocada en los siguientes aspectos que se debe cambiar:

- Recursos Humanos.
- Mejorar calidad de insumos de los equipos.
- Carga de trabajo de los equipos.
- Programación del MP.
- Ejecución del MP.

5.3.1 Organización estructural.

A continuación, se presenta la propuesta de una nueva estructura de personal donde se modificó la cantidad de personal en la división de taller tractor agrícola y a los operadores de equipos en finca La Cruz, Chinandega. Se acopla con las necesidades de ASL.

Personal Finca La Cruz, ASL	Cant. Fija	Cant. Temporal	Periodo (Meses)	
Técnico Agrícola	1		F	
Supervisor Logística/ Operaciones	1		F	
Responsable Bodega	1		F	
Mecánico Tractor	1	1		4
Ayudante mecánica Tractor	1	1		4
Mecánico Implemento	1		F	
Ayudante mecánica implemento	1		F	
Operador Tractor		15		9

Tabla 9. Personal Finca La Cruz. Fuente (Elaboración Propia)

Con esta propuesta se busca optimizar la cantidad de personal según se desarrolle el plan de trabajo (Tabla 4), porque el análisis que se hace es que la demanda diaria de equipos en las dos operaciones de labores culturales y producción es aproximadamente de 15 tractores, el cual se puede encargar un mecánico categoría A y un mecánico categoría C (ayudante).

En la última operación cosecha (posee una tasa de trabajo alto) la demanda de uso de equipos aumenta un 30%; el cual por una valoración exhaustiva sería conveniente contratar por un periodo temporal de cuatro meses (noviembre a febrero) a un mecánico categoría B y un mecánico categoría C (ayudante), tiempo suficiente para terminar la última operación y a la vez participar en los mantenimientos de todos los tractores para el nuevo ciclo.

Referente a los operarios de tractores le conviene a la empresa mantenerlo en un estatus temporal (por contrato temporal) por un periodo de nueve meses comprendiendo las fechas que están estipulado en el plan de trabajo de ASL, así se reduciría los costes referentes a salarios y prestaciones sociales.

5.3.2 Capacitación de personal.

Para aumentar el desempeño y las destrezas del personal es necesario invertir en capacitaciones (cursos y talleres) enfocados en nuevas tecnologías y

métodos de trabajo que permitan hacer diagnósticos y reparaciones más confiable. Esto se puede lograr si la empresa mantiene buenas relaciones comercial con sus suplidores de servicios, así también, relaciones sociales excelente con instituciones de enseñanza técnicas y superiores.

Entre las capacitaciones se debe considerar los siguientes aspectos:

- Actualizaciones en conocimientos en sistemas y subsistema de las maquinarias.
- Talleres en nuevos métodos de mantenimiento y reparación según el fabricante del equipo.
- Talleres en manipulación de equipos para su operación.
- Cursos en administración de taller de mecánica.
- Cursos en administración de maquinarias.
- Cursos en normas de seguridad industrial.
- Cursos en primeros auxilios.
- Curso en preservación de medio ambiente.

5.3.3 Mejorar la calidad de los insumos de los equipos.

El asegurar una mejor calidad en los insumos que necesitan los equipos para su funcionamiento y explotación se debe seguir los siguientes parámetros para su adquisición (compra). Esto puede que conlleve a poner a un lado la política de compra selección de precio más económico, porque sacrifica así la calidad de estos (insumos) que a largo plazo se traduce en deterioro en los componentes del tractor.

Entre los parámetros a tener en cuenta:

1. El combustible gasóleo (diésel) utilizado por los 23 tractores, este tiene que presentar propiedades en su composición como: graduación de cetano (es una clasificación que se da para la habilidad que tiene los combustibles

diésel de quemarse sin detonar), un índice cetánico mínimo de 40-55, el contenido de azufre (es la impureza más seria del combustible, puede formar un poderoso ácido si se combina con agua y oxígeno) debe estar en el rango menor de 0.5 por ciento y tener una lubricidad adecuada para optimizar un buen desempeño en los inyectores, en los motores de combustión.

Propiedades del combustible diésel para tractores.					
Gravedad API, grado	Masa por volumen, kg/l	Energía por masa, Mj/kg	Energía por vol. Mj/m ³	N° de octano, promedio	Relación compresión Práctica.
35	0.85	45.46	38,676	55	20.0:1

Tabla 10. Propiedades de combustible diésel. Fuente. (Donnel Hunt, 1983, pág.284)

El combustible de los motores diésel debe mantenerse limpio (libre de sedimentos) y los medios apropiados para el almacenamiento del diésel son una parte del buen manejo de la potencia.

2. Los lubricantes que se deben adquirir para motores diésel, para trabajo severo, sobrealimentado (turbo-cargador) en trabajo de alto rendimiento, deben poseer una viscosidad (resistencia al flujo) adecuada en función de las temperaturas que debe haber en el intervalo hasta el siguiente cambio de aceite, de debe evitar la mezcla de aceite de marcas o tipos diferente porque puede inferir en el funcionamiento del equipo y degenerar el rendimiento del lubricante.

Se recomienda el uso de aceites para motores diésel multigrado (SAE15W40, SAE-40) desarrollado para un arranque fácil en clima frío, pero con la viscosidad suficiente cuando el motor este caliente y bajo carga (la temperatura de estos aceites para su desempeño oscila el rango -17°C a 98°C), efectivo para el evitar desgaste y acumulaciones de partículas (sedimentos), también se complementa con el uso de combustible de un amplio rango de calidad.

Aceite hidráulico usado para la lubricación de las transmisiones, no es exigente como la del cárter del motor, este debe ser de baja viscosidad que brinde una mayor protección a los dientes de los engranes y no se degrade al ser sometido a altas temperaturas, Aceite ISO-68, HD68, HY-Gard (68 grados) entran en el rango para ser utilizado.

las grasas lubricantes semisólido, Alta temperatura, resistente al agua, (clasificación de consistencia NLGI GC-LB), necesarias para la lubricación de los puntos de acople, torsión y giro continuo sometido a exposición fuerte.

3. Filtros usados para tamizar las partículas grandes que se drenan hacia debajo de las paredes de los cilindros como sales de plomo, suciedad, partículas de metal, agua, productos de la combustión y ácidos. Filtro aire debe sacar todo el polvo del aire y al mismo tiempo debe presentar la mínima obstrucción al flujo de aire, se debe usar únicamente los filtros que cumplan las especificaciones (eficiencia 99%= 40-48 micras) del fabricante de y cambiarlo periódicamente de acuerdo con los intervalos de servicios.
4. Refrigerantes usados para motores enfriados por liquido tal caso los tractores de ASL, su principal función es hacer funcionar el motor con la temperatura más eficiente para la potencia, la economía, y cantidad de desgaste. Se debe usar refrigerante de 50/50 (mezcla igual de concentración / agua blanda y limpia)

Temperatura eficiente motor diésel.			
Temp. Del enfriante °C (°F)	Potencia, % de la máxima	Consumo de comb, % del min.	Desgaste del cilindro % de min
80°C (180°F)	100	100	100

Tabla 11. Efecto de las temperaturas del enfriante. Fuente. (Donnel Hunt, 1983, pág.309)

5. Acumuladores (Baterías) un punto central de todos los sistemas eléctricos de los tractores, está compuesto por placas de plomo y de óxido de plomo suspendido en una solución de ácido sulfúrico y agua. Para desarrollar 12 voltios se necesita una cantidad de 6 celdas y que cada celda produzca 2 voltios, La carga de la batería tiene que estar en un nivel de la gravedad específica de la solución en 1.29-1.09 (mediante un hidrómetro). Entre más placas tenga un acumulador mayor será su salida de potencial. La clasificación se da en amperes-hora. Se recomienda batería en 1000 amperes-horas, 12 voltios, con una vida útil de 2 años.

6. Los repuestos o las piezas de recambios que se emplea para sustituir la original por desgaste, deterioro o avería debe ser fabricadas para garantizar su funcionamiento correcto, para alargar la vida del componente, es mejor acudir con el fabricante del equipo ya que dispone de inventarios.

5.3.4 Carga de trabajo de los equipos.

Para determinar la carga de trabajo de los equipos en cada una de las operaciones (labores culturales, producción y cosecha) primero se lleva a cabo un análisis sobre la selección del equipo si presenta la capacidad mecánica para hacer dichas actividades, lo que conlleva a tener presente los datos técnicos de los equipos para hacer la selección, por tanto, es necesario crear una ficha técnica a cada tractor que contemple marca, modelo y sus características técnicas propias según el fabricante. A continuación, se presentan el formato y como se debe editar.

5.3.5 Fichas Técnicas (Propuesta).

Ficha técnica (propuesta)			
Nombre del equipo	Tractor	Código	ASL-11
Marca	Belarus	Modelo	820
MOTOR			
Tipo	Diesel en línea, sin turbosupercompresión, de cuatro tiempos de con inyección directa de combustible		
Modelo	D-243		
capacidad, KW (caballos de fuerza)	60(81)		
Frecuencia de rotación nominal del árbol cigüeñal, Rev./Min.	2200		
Cantidad de cilindros, piezas	4		
Diámetro de cilindros/paso del pistón, mm	110 x115		
Volumen de explotación de cilindros, l	4,5		
Momento de torsión máximo, N.m	298		
Factor de reserva del momento de torsión, %	15		
Capacidad de depósito de combustible, l	130		
DIMENSION Y PESO			
Longitud total, mm	4120		
Anchura, mm	1970		
Altura en cabina, mm	2800		
Base del tractor, mm	2450		
Rodada, mm: por las ruedas delanteras por las ruedas traseras	1430-1990 1400-2100		
Huelgo agrotécnico, mm	645		
Radio mínimo de viraje, m	4,5		
Peso de explotación, kg	4000		
Dimensiones neumáticas(estándar): ruedas delanteras ruedas traseras	11,2-20 15,5R38		
TRASMISION			
Manguito de embrague	seco, de un disco, constantemente cerrado		
Caja de velocidades	9/2, mecánica, escalonada		

Reductor	mecánico, doble la cantidad de transmisiones
Cantidad de transmisiones: adelante/atrás	8./4
Velocidades del desplazamiento, km/h: Adelante Atrás	1,9-34,3 4,09-22
Árbol de toma de fuerza trasero: independiente, I, rev./min. Independiente, II, rev./min.	540 1000
Sincrónico, rev./m de marcha	3,4
SISTEMA HIDRAULICO SUSPENDIDO	
Capacidad de carga en el eje de la suspensión, Kg	3200
Presión máxima, MPa	20
Rendimiento de la bomba; l/min	45
Capacidad del sistema hidráulico, l	25

Tabla 12. Ficha técnica propuesta. Fuente: (Elaboración propia).

Ficha técnica (propuesta)			
Nombre del equipo	Tractor	Código	ASL-44
Marca	John Deere	Modelo	5615
MOTOR			
Potencia al rpm	81 hp		
Nominales	(60.4 KW)		
velocidad nominal del motor	4200 rpm		
Par Máximo	292 Nm, 1200 rpm		
Cilindros	4		
Aspiración	Natural		
Cilindrada	4,5 L(276 plg ³)		
Relación de compresión	17.6:1		
Bomba de inyección	Rotativa		
TRANSMISION			
Estándar	Sincronizada		
Velocidades	9 avances/ 3 de reserva		
EMBRAGUE			
Tipo	seco		
Material	Cerametálico		
Diámetro	279 mm (11 plg)		
TOMA DE FUERZA			

Potencia máxima a la TDF	70.3 hp (52.4 KW)
Tipo	Independiente
Velocidad	540 rpm
EJE TRASERO	
Traba del diferencial	Mecánica por pedales
Freno	Multidisco húmedo, autoajustables
Accionamiento	Hidráulico
SISTEMA HIDRAULICO	
Circuito	Centro abierto
Bomba	De engranaje
Caudal al implemento	56.9 L/min (15 gpm)
Presión máxima al implemento	19 lbs (2755 plg ²)
Capacidad de levanta -a las eferas - a 610mm	1772.40 KgF 1527.40KgF
Sensibilidad del sistema	3 er. Punto
Categoría de enganche	II
Válvula de control selectivo	1(2da. Opcional)
DIRECION	
Tipo	Hidroestática
Columna de dirección	24.9 l/min
SISTEMA ELECTRICO	
Alternador	70 A
Motor de arranque	3.39 hp (2.5 kW)
CAPACIDADES	
Depósito de combustible	95 L
Sistema de enfriamiento	10.8 L
Aceite de motor	8.5 L
Aceite de transmisión, diferencial y sistema hidráulico	38 L
RODADOS	
Delantero estándar (TS/DT)	10.0-16 /ND
Trasero estándar	15.5-38
Delantero opcional (DT)	N/D
Trasero opcional	18.4-30
DIMENCIONES	
Distancia entre ejes	2180 mm(86 plg)

Largo (sin enganche ni contrapeso delantero)	3510 mm (1138 plg)
Rango de trocha delantera	1310 a 1930 mm
Rango de trocha trasera	1490 a 1800 mm
Altura a la parte superior de ROPS	12480 mm (98 plg)
Altura al volante	1690 mm (67plg)
Peso aproximado del embrague (TS/DT)	2600 Kg / 2790 Kg
EQUIPO BASICO	
Trampa de agua en el sistema de combustible	Triángulo de seguridad
Prefiltro de combustible	Acelerador de pie
Filtro de doble elemento Barra de tiro con horquilla	2 lámpara delantera
Asiento de operador con cinturón	1 lámpara de trabajo trasero
Protector contra volcadura	Manual del operador
ESTRURA DE OPERACIÓN	
ROPS abatible	APY16549
EQUIPO OPCIONAL	
Prelimpiador	Toldo
Contrapeso delantero	Salpicadora delante
Contrapeso trasero	Reductor de velocidad (creeper)
Caja de herramientas	2 válvulas de control selectivo
VELOCIDADES	
De avance a 2400 rpm	
A1	2.1 Km/h - 1.3 mph
A2	3.1 km/h 1.9 mph
A3	4.2 Km/h 2.6 mph
B1	5,0 km/h 3.1 mph
B2	7.2 km/h 4 m.5ph
B3	9.9 km/h 6.1 mph
C1	13.8 km/h 8.6 mph
C2	19.9 km/h 12.4 mph
C3	27.1 km/h 16.9 mph
R1	3.6 km/h 2.2 mph
R2	8.4 km/h 5.2mph
R3	23.2 km/h 14.4 mph

Tabla 13. Ficha técnica propuesta. Fuente: (Elaboración propia).

Ficha técnica (propuesta)			
Nombre del equipo	Tractor	Código	ASL-44
Marca	John Deere	Modelo	6403
POTENCIA			
Potencia nominal del motor (HP ISO) por la norma 97/68/EC	109 hp		
Torque máximo del motor	485.8 Nm		
Potencia nominal de la TDF (HP SEA) a velocidad nominal del motor (2200 rpm)	100.1 hp (74.7 KW)		
MOTOR			
Cilindros	4		
Régimen nominal	2200 rpm		
Aspiración	Turbocargado		
Tipo de filtro de aire	Filtro de aire dual core		
Cilindrada	4.5 L (4530 cm ³)		
Relación de compresión	17.0 :1		
SISTEMA DE COMBUSTIBLE			
Descripción	Bomba de inyección rotativa, control mecánico		
Sistema de filtración	Doble filtro, 10 micrones, con separador de agua		
Capacidad del depósito de combustible	152 L; 230 opcional.		
ESTACION DEL OPERADOR			
Opciones	Estación abierta (oos) y cabina		
TRASMISIONES			
Tipo de velocidades	12A/4R SyncShuttle™		
Tipo de embrague	Embrague seco, ceramético, 12 plg (305 mm)		
SISTEMA ELECTRICO			
Motor de arranque	2.5 kW		
Alternador Amp	9. A		
EJE TRASERO			
Freno, tipo y control	Discos húmedos activación mecánica		
EJE DELANTERO			

Tipo	Sencillo (2WD) y doble tracción (MFWD). Activación mecánica
TRABA DE DIFERENCIAL TRASERO	
Tipo	Accionamiento mecánico por pedal
DIRECCION	
Descripción	Dirección asistida hidrostática
SISTEMA HIDRÁULICO	
Descripción	Bomba de engranes, sistema hidráulico de centro abierto
Válvula de control selectivo (VCS)	3 opciones: 1 VCS estándar, 2 VCS estándar y 3 VCS Deluxe
Flujo nominal a velocidad nominal de motor	50 L/min
Presión máxima	19500 Kpa (82830 psi)
ENGANCHE TRASERO	
Descripción	Enganche de 3 punto trasero con 2 cilindro hidráulico externo de 80 mm de diámetro brazos fijos o telescópico. Servicio pesado
Tipo de sensibilidad de carga del control de tiro del enganche	Sensibilidad de carga mecánica
Categoría del enganche (denominación SEA) y tipo	Categoría 2, tipo bola
Capacidad del levante al punto de enganche	3702 Kg
Capacidad de levante a 610 mm atrás del punto de enganche	3420 kg
BARRA DE TIRO	
Categoría de barra de tiro	Categoría 2, con ajuste lateral y longitudinal
TOMA DE FUERZA (TDF)	
Descripción	Independiente, activación mecánica, con guarda de TDF

Velocidad de TDF a velocidad nominal de motor	540/1000 rpm reversible
RODADOS	
Rodados Trasero/delantero	Trasero 18.4-34/ Delantero 14.9-24 Trasero 18.4-34/ Delantero 13.6-24 Trasero460/85R38-R W/ Delantero380/85R24-R W Trasero460/85R34-R W/ Delantero340/85R24 Trasero 320/90R50-R W/ Delantero320/85 R32-R W
DIMENCIONES	
Distancia entre eje	Sencillo: 2417 mm Doble tracción: 2420 mm
Longitud total	4635 mm
Despeje al suelo en la barra de tiro	468 mm con llantas 38 506 mm con llantas 50 Doble tracción: 590 mm
Despeje al suelo en el centro del eje frontal	Llantas R38 Sencillo. 597 mm Doble tracción: 453 mm Llantas R50
PESO	
Peso aproximado de embarque, estación abierta, cabina	Estación abierta y sencillo: 3880 kg Cabina y sencillo: 4025 kg Estación abierta y doble tracción 4160 kg Cabina y doble tracción: 4300kg
CAPACIDAD DE FLUIDOS	
Sistema hidráulico y de la transmisión	58 L(15.3gal)
CARGADOR FRONTAL	
Modelo	563

Tabla 14. Ficha técnica propuesta. Fuente: (Elaboración propia).

5.3.6 Selección de equipos.

A continuación, se presenta en el siguiente cuadro un análisis que se hizo por entrevista directa al jefe de maquinaria y responsable de la división de taller de tractor agrícola, basado en que parámetros utilizan para seleccionar el tractor para la operación correspondiente y se determinó que la potencia hp (caballo de fuerza), toma fuerza (Rpm) y capacidad de levante sistema hidráulico (kg).

Selección de tractores para operaciones			
Sub-operaciones	Potencia caballo fuerza (hp)	TF (Rpm)	Capacidad Carga (kg)
Arado	80-120	540-1000	< 1780
Subsuelo	80-120	540-1000	< 1780
Romplow	80-120	540-1000	< 3700
Grada 1 (Afinadora)	80-120	540-1000	1527-3700
Grada 2 (Afinadora)	80-120	540-1000	1527-3700
PSI (Incorporado)	80-120	540-1000	1527-3700
Muro	70	540-1000	1527-3700
Siembra	70	540-1000	1527-3700
Aplicación Fitosanitaria	70	540-1000	1527-3700
Arranque	70-120	540-1000	< 3700
Combinada	70-120	540-1000	< 3700
Elaboración de Pacas	70	540-1000	< 3700
Acarreo	70	540-1000	< 1780

Tabla 15. Parámetros considerados en selección de tractores para las operaciones. Fuente (Elaboración propia).

Nomenclatura	Sub-operación	Nomenclatura	Sub-operación
A	Arado	SM	Siembra
S	Subsuelo	APF	Aplicación Fitosanitaria
R	Romplow	AQ	Arranque
G1	Grada pase 1	CM	Combinada
G2	Grada pase 2	AC	Acarreo
PSI	Incorporado	EP	Elaboración Pacas
M	Muro	TD	Tractor Disponible (Repuesto)

Tabla 16. Nomenclatura de sub-operaciones. Fuente (Elaboración propia).

Se procede asignar cada tractor a cada suboperación, se considera los parámetros que deben cumplir para llevarla a cabo.

Código	Parámetros Selección tractor			Operaciones				
	Potencia (HP)	ATF (Rpm)	Cap levante (kg)	Labores Culturales		Producción	Cosecha	
ASL-57	90	540-1000	<3700	AC	PSI			CM
ASL-58	90	540-1000	<3700	R	PSI			CM
ASL-59	90	540-1000	<3700	R	AC			AC
ASL-60	90	540-1000	<3700	R	G1, G2		AQ	CM
ASL-44	81	>540	<1527			M	AQ	AC
ASL-45	81	>540	<1527			M	AQ	TD
ASL-46	81	>540	<1527			M	AQ	EP
ASL-48	81	>540	<1527			S	AQ	CM
ASL-49	81	>540	<1527			S	AQ	CM
ASL-50	81	>540	<1527			S	AQ	CM
ASL-51	81	>540	<1527			S	AQ	CM
ASL-52	81	>540	<1527	AC	AC	AC	AC	AC
ASL-66	109	540-1000	3400-3700	S	G1, G2			CM
ASL-67	109	540-1000	3400-3700	S	G1, G2			CM
ASL-11	81	540-1000	3400	A		APF		CM
ASL-12	81	540-1000	3400	A		APF		CM
ASL-21	81	540-1000	3400	A		APF		CM
ASL-28	81	540-1000	3400	A		APF		CM
ASL-29	81	540-1000	3400	A		APF		CM
ASL-30	81	540-1000	3400	S		APF		CM
ASL-32	81	540-1000	3400	S		AC		CM
ASL-33	81	540-1000	3400	S		AC		CM
ASL-47	81	540-1000	3400	TD		TD		CM

Tabla 17. Análisis de la selección de los tractores en cada una de las sub-operaciones.

5.3.7 Cálculo de la carga de trabajo por equipo.

La jornada laboral en ASL por maquina es de 10 horas y conocemos en el plan de trabajo (Tabla 4) el tiempo estimado que duran las suboperaciones, la cantidad de equipos que demandaran en cada una ellas, entonces procedemos a calcular cuanta hora labora un equipo en determinada actividad y el resultado se muestra en la siguiente tabla. (Tabla. 18)

Código	Hora Maquina / Operaciones			Total
	Labores Culturales	Producción	Cosecha	
ASL-57	402.5	0	420	822.50
ASL-58	280	0	420	700.00
ASL-59	282.5	0	125	407.50
ASL-60	540	0	730	1,270.00
ASL-44	0	190	435	625.00
ASL-45	0	190	310	500.00
ASL-46	0	190	410	600.00
ASL-48	0	250	730	980.00
ASL-49	0	250	730	980.00
ASL-50	0	250	730	980.00
ASL-51	0	250	730	980.00
ASL-52	405	436	250	1,091.00
ASL-66	600	0	420	1,020.00
ASL-67	600	0	420	1,020.00
ASL-11	100	490	420	1,010.00
ASL-12	100	490	420	1,010.00

ASL-21	100	490	420	1,010.00
ASL-28	100	490	420	1,010.00
ASL-29	100	490	420	1,010.00
ASL-30	140	490	420	1,050.00
ASL-32	140	436	420	996.00
ASL-33	140	436	420	996.00
ASL-47	0	0	420	420.00
Carga de trabajo en horas maquina (HM)				20,488.00

Tabla 18. Carga de trabajo (Hora Maquina) / Operaciones. Fuente (Elaboración Propia)

5.3.8 Programación de MP.

Las maquinas salen nuevas de las fábricas o se reparan en los talleres para llevar sus parámetros a los nominales, de una u otra manera esas máquinas tienen que cumplir un periodo determinado de trabajo para repáralas por primera vez o para hacerle la siguiente reparación. Es necesario economizar en todos los órdenes, uno de ellos es la planificación y cumplimiento de los mantenimientos técnicos ya que estos, acompañados de una explotación correcta de las máquinas, garantizan el cumplimiento del periodo de trabajo que cada máquina tiene que cumplir entre las reparaciones. (Acuña, 1978)

En cada mantenimiento técnico se realizan operaciones que son de vital importancia para la vida de las maquinas en cuestión.

Para el Programa de Mantenimiento Preventivo (MP) haremos uso de la terminología de mantenimientos técnicos periódicos (MTP) y reparaciones que se ejecutarán a la flota de tractores se dividirán en los siguientes:

1. Mantenimiento técnico diario (MTD): Se efectuará cada 10 horas por jornada laboral, Consistirá en la limpieza exterior del tractor, la

comprobación de las sujeciones exteriores y su ajuste cuando sea necesario, control de estado del conjunto de pieza y mecanismo, la lubricación y relleno de los niveles de combustible, agua y/o refrigerante.

2. Mantenimiento técnico periódico (MTP): Encierra las operaciones del mantenimiento técnico diario y un conjunto de operaciones complementarias (las cuales esta enumeradas en los mantenimientos de intervalos de servicios MTP1, MTP2, MTP3, MTP4) y reparaciones leves (revisiones cuidadosa y regulación de los mecanismo o conjuntos afectados).
- Mantenimiento técnico periódico 1 (MTP1): Dado su volumen de trabajo, se realizará cada 50 horas, se efectúan las operaciones de MTD, más las correspondientes al MTP1.
 - Mantenimiento técnico periódico 2 (MTP2): Dado su volumen de trabajo, se realizará cada 250 horas, se efectúan las operaciones MTD, MTP1 y las correspondientes al MTP2.
 - Mantenimiento técnico periódico 3 (MTP3): Dado su volumen de trabajo, se realizará cada 500 horas, se efectúan las operaciones de MTD, MTP1, MTP2 y las correspondientes al MTP3.
 - Mantenimiento técnico periódico 4 (MTP4): Dado su volumen de trabajo, se realizará cada 1000 horas... y estará acompañado de un diagnóstico técnico (en el que, sin desarmar el tractor, por medio de la medición de algunos parámetros fundamentales se determinará la necesidad real de la reparación o si puede seguir en explotación hasta la reparación planificada que lo emitirá el mecánico en jefe.

3. Reparaciones corrientes: Se realiza en caso de averías que no estén prevista en el volumen de servicio mantenimiento técnico periódico, y no se planifica como: sustitución de disco de frenos, sustitución de los aros de los émbolos, sustitución de algún cojinete, soldadura del radiador, roturas tubería hidráulicas por mencionar algunos.

4. Reparación general (capital): Consiste en realizar un desmontaje total, reparación o sustitución general y encierra reparaciones corrientes de los demás agregados y mecanismo, el cual no se puede realizar en el mismo lugar, conlleva a un mayor costo en su ejecución y sacar el tractor del periodo de explotación.

Para una comprensión mejor sobre la programación de los mantenimientos técnicos periódicos y las reparaciones no planificadas y planificadas que se ejecutara a los tractores de ASL se representara en la siguiente tabla.

Equipos	Programación mantenimiento preventivo.						
	MTD	Mantenimiento técnico periódico.				Reparaciones.	
		MTP1	MTP2	MTP3	MTP4	Rep. Corriente	Rep. General
Tractores	10 horas	50 horas	250 horas	500 horas	1000 horas	No Planificada	Planificada

Tabla 19. Programación mantenimiento preventivo. Fuente (Acuña, 1978).

Después que tenemos el mapa conceptual de la programación de MP lo primero a planificar son los MTP para cada uno de ellos y luego las reparaciones en este caso planificada ya que a los 23 tractores se le hizo un diagnóstico de falla (ver tabla 8) a cada uno y es de suma importancia que estos equipos estén disponible para iniciar operaciones el 21 de abril del ciclo 2023-2024 para garantizar su explotación de acuerdo con el plan de trabajo (ver tabla 4).

Referente a como ejecutar cada mantenimiento tecnico periodico(MTP) en los tractores de ASL, se creo una tabla de intervalos de servicio, donde cada MTP tiene sus actividades a realizar en su periodo establecido.

Nomenclatura	Actividad	Nomenclatura	Actividad
A	Realizar	I	Inspección, Ajustar o Comprobar
C	Cambiar	L	Lubricar
D	Drenar	P	Limpiar
R	Recoger	V	Verificar, sustituir o revisar

Tabla 20. Nomenclatura de ejecución de intervalos de servicios. Fuente (Elaboración propia).

Tabla de intervalos de servicios para tractores ASL.						
Actividades	MTP	10 hrs	50 hrs	250 hrs	500 hrs	1000 hrs
Ajustar a la fricción del acelerador de mano.	MTD	I	I	I	I	I
Limpiar el pre-limpiador de aire.		P	P	P	P	P
Limpiar el elemento del filtro de aire.		P	P	P	P	P
Revisar el nivel de refrigerante en el depósito de recuperación.		V	V	V	V	V
Revisar el nivel de aceite del motor.		V	V	V	V	V
Llenar el tanque de combustible y agregar acondicionador para diésel.		A	A	A	A	A
Vaciar el agua y sedimentos del tanque de combustible		D	D	D	D	D
Revisar la trampa		V	V	V	V	V
Revisar la limpieza del enfriador de aceite y las paredes del radiador		V	V	V	V	V
Revisar el nivel aceite de la transmisión/sistema hidráulico		MTP1		V	V	V
Revisar el juego libre del pedal del embrague			V	V	V	V
Revisión del recorrido de la palanca TDF.			V	V	V	V
Revisar la presión de los neumáticos.			V	V	V	V
Lubricar el pivote del eje delantero.			L	L	L	L
Lubricar los pivotes de la dirección (con TDM).			L	L	L	L
Lubricar el enganche de tres puntos.			L	L	L	L

Cambiar el filtro y aceite del motor.	MTP2			C	C	C
Inspeccionar en busca de tuerca y tornillos flojos.				I	I	I
Cambiar el filtro de combustible.				C	C	C
Revisar el nivel líquido de la batería.			V	V	V	V
Lubricar los árboles de la dirección (sin TDM).			L	L	L	L
Revisar el aceite en los mandos planetarios de la TDM.				V	V	V
Revisar el nivel de aceite en el eje de la TDM.				V	V	V
Limpiar el respiradero del eje de la TDM.				P	P	P
Revisar el sistema de arranque en neutral.				V	V	V
Sustituir el filtro de la transmisión/sist. Hidráulico.	MTP3				V	
Lubricar los balladeros de las ruedas delanteras (sin TDM).			L	L	L	L
Lubricar los balladeros de los ejes traseros.					L	L
Revisar la banda del ventilador.					V	V
Verificar el funcionamiento del indicador de restricciones de aire.					V	V
Limpiar el tazón de la trampa de agua.					P	P
Cambiar los elementos primarios y secundarios del filtro de aire.	MTP4					C
Revisar que la válvula de descarga del filtro de aire este en buenas condiciones.						V
Cambiar el aceite del sistema hidráulico/transmisión.						C
Limpieza del tamiz de aspiración de aceite del sistema Hidráulico/Transmisión.						P
Empacar los cojinetes de las ruedas delanteras (sin TDM).					A	A
Revisar el juego axial del eje delantero (sin TDM).						V

Cambiar el aceite de los mandos planetarios de la TDM.					C
Cambiar el aceite del eje de la TDM.					C
Ajuste del eje de levante.					V
Apretar las abrazaderas y revisar todas mangueras en busca de fuga.					I
Limpiar el tubo de respiradero del cárter del motor.					P
Cambiar el refrigerante del motor.					C
Cambiar el termostato.					C
Ajustar el juego de válvula del motor.					A
Ajustar los inyectores de combustibles.					A
Revisar las velocidades del motor.					I
Tabla 21: Intervalos de servicios. Fuente (manual de operación tractores John Deere 5615/6403).					

Una vez que se sabe que actividades realizar en cada intervalo de servicio y en que periodo, se procede a programar un tablero de los MTP que se hace a cada tractor en el transcurso del ciclo 2023-2024, así facilitara en que momento oportuno realizar cada mantenimiento sin proceder a sacarlo del proceso productivo y solicitar con tiempo el pedido de suministro para que se realice su adquisición (compra) y este disponible en almacén.

Propuesta MP: Tablero de programa de Mantenimiento tecnicos a realizar a cada uno de los tractores. Ciclo Agricola 2023-2024																																												
Meses	Abril			Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre			Noviembre			Diciembre			Enero											
Sem: 70 Hm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40				
ASL-57				70		70		63			70	70	60																70	70	70	70	70	70										
ASL-58				70	10						70	70	60																															
ASL-59				70	10	70	70	63																							70	55												
ASL-60				70	10	70	70	70	70	70	70	40																	70	70	70	70	30	70										
ASL-44												70	70	50																70	70	70	70	30	70	55								
ASL-45												70	70	50																70	70	70	70	30										
ASL-46												70	70	50																70	70	70	70	30			70	30						
ASL-48												70	70	70	40															70	70	70	70	30	70									
ASL-49												70	70	70	40															70	70	70	70	30	70									
ASL-50												70	70	70	40															70	70	70	70	30	70									
ASL-51												70	70	70	40															70	70	70	70	30	70									
ASL-52				70	70	70	70	55			70	70	70					70	70	16														40	70	70	70							
ASL-66				70	70	70	70	70	70	70	70	40																		70	70	70	70	70	70									
ASL-67				70	70	70	70	70	70	70	70	40																		70	70	70	70	70	70									
ASL-11				70	30									70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70											
ASL-12				70	30									70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70										
ASL-21				70	30									70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70										
ASL-28				70	30									70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70										
ASL-29				70	30									70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70										
ASL-30				70	70									70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70										
ASL-32				70	70									70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70										
ASL-33				70	70							70	70	70	70		70	16										70	70	70	70	70	70	70										
ASL-47												70	70	70	70															70	70	70	70	70	70									

Mantenimiento Tecnico Periodico	
MTP1	
MTP2	
MTP3	
MTP4	

Tabla 22. Programa de mantenimientos tecnicos periodicos para cada uno de los tractores ciclo 2023-2024. Fuente (Elaboracion Propia).

A continuacion se elaboró para cada marca y modelo de tractor una ficha de las refacciones para cambio según el intervalo de servicio que le corresponda . Esta ficha se hizo a los tractores Belarus (modelo 820), John Deere (modelo 5615 y 6403), Case (modelo Farmall 90). En ella incluye la cantidad de filtros, lubricantes a usar por equipos asi como sus coste.

	Tractor BELARUS Modelo 820. Refacciones para cambio / Intervalo de servicio.	U/M	Cantidad	Precio U\$	Monto U\$	Total U\$
MTP1	Intervalo servicio cada 50 horas.					2.40
	Grasa tubo (patente delantera/trasera)	Und	2	1.20	2.40	
MTP2	Intervalo servicio cada 250 horas.					64.10
	Filtro de combustible FL-100 [2401105010]	Und	1	3.2	3.20	
	Aceite Rimula SAE-40 (Motor)	Lt	15	3.90	58.50	
	Grasa tubo (patente delantera/trasera)	Und	2	1.2	2.40	
MTP3	Intervalo servicio cada 500 horas.					505.01
	Filtro de combustible FL-100 [2401105010]	Und	1	3.2	3.20	
	Aceite Rimula SAE-40 (Motor)	Lt	15	3.90	58.50	
	Filtro Hidráulico 635106 (761-00-00-000)	Und	1	6.39	6.39	
	Aceite Rimula SAE-40 (Distribuidor)	Lt	20	6.39	127.80	
	Aceite Rimula SAE-40 (Transmisión)	Lt	48	6.39	306.72	
	Grasa tubo (patente delantera/trasera)	Und	2	1.2	2.40	
MTP4	Intervalo servicio cada 1000 horas.					778.72
	Filtro de combustible FL-100 [2401105010]	Und	1	3.2	3.20	
	Aceite Rimula SAE-40 (Motor)	Lt	15	3.90	58.50	
	Filtro Hidráulico 635106 (761-00-00-000)	Und	1	6.39	6.39	
	Aceite Rimula SAE-40 (Distribuidor)	Lt	20	6.39	127.80	
	Aceite Rimula SAE-40 (Transmisión)	Lt	48	6.39	306.72	
	Filtro elemento (Depurador Aire) 2401109165	Und	1	11.45	11.45	
	Aceite Rimula SAE-40 (Diferencial/Servomecanismo/Reductores)	Lt	12	6.39	76.68	
	Refrigerante Roshfrans (Loctite)	Gl	2	5.87	11.74	
	Banda motriz (Alternador) Gates A-48(9500)	Und	1	22.44	22.44	
Batería carga seca (TY25879) 12 Volt, 154 amp, 30 AH Poste corriente	Und	1	151.40	151.40		
	Grasa tubo (patente delantera/trasera)	Und	2	1.2	2.40	

Tabla 23. Ficha refacciones según MTP del tractor Belarus modelo 820. Fuente (Elaboracion propia)

	Tractor JOHN DEERE Modelo 5615. Refacciones para cambio / Intervalo de servicio.	U/M	Cantidad	Precio U\$	Monto U\$	Total U\$
MTP1	Intervalo servicio cada 50 horas.					2.40
	Grasa tubo (patente delantera/trasera)	Und	2	1.20	2.40	
MTP2	Intervalo servicio cada 250 horas.					102.80
	Filtro de Aceite RE504836(RE541420)	Und	1	28.97	28.97	
	Filtro de Combustible RE60021	Und	1	24.63	24.63	
	Aceite 15W40 URSA	Lt	10	4.68	46.80	
	Grasa tubo (patente delantera/trasera)	Und	2	1.2	2.40	
MTP3	Intervalo servicio cada 500 horas.					487.98
	Filtro de Aceite RE504836(RE541420)	Und	1	28.97	28.97	
	Filtro de Combustible RE60021	Und	1	24.63	24.63	
	Aceite 15W40 URSA	Lt	10	4.68	46.80	
	Filtro Hidráulico RE45864	Und	1	111.65	111.65	
	Filtro Línea RE72823	Und	1	106.33	106.33	
	Donax Sist. Hidráulico (Transmisión) HY-TDH	Lt	40	4.18	167.20	
	Grasa tubo (patente delantera/trasera)	Und	2	1.2	2.40	
MTP4	Intervalo servicio cada 1000 horas.					852.37
	Filtro de Aceite RE504836(RE541420)	Und	1	28.97	28.97	
	Filtro de Combustible RE60021	Und	1	24.63	24.63	
	Aceite 15W40 URSA	Lt	10	4.68	46.80	
	Filtro Hidráulico RE45864	Und	1	111.65	111.65	
	Filtro Línea RE72823	Und	1	106.33	106.33	
	Donax Sist. Hidráulico (Transmisión) HY-TDH	Lt	40	4.18	167.20	
	Filtro de Aire AT171854	Und	1	24.46	24.46	
	Filtro de Aire AT181853	Und	1	20.23	20.23	
	Aceite 85W140 Patente y Diferencial.	Lt	5	2.38	11.90	
	Sensor Termostato	Und	1	70.93	70.93	
	Refrigerante TY26576	Gl	2	5.87	11.74	
	Banda motriz (Alternador) R216071(R135822)	Und	1	57.5	57.50	
	Batería con carga líquida AP29991 (12 volt/ 30 AH/ 130 amp) poste corriente	Und	1	167.63	167.63	
	Grasa tubo (patente delantera/trasera)	Und	2	1.2	2.40	

Tabla 24. Ficha refacciones según MTP del tractor John Deere modelo 5615. Fuente (Elaboración propia).

	Tractor JOHN DEERE Modelo 6403. Refacciones para cambio / Intervalo de servicio.	U/M	Cantidad	Precio U\$	Monto U\$	Total U\$
MTP1	Intervalo servicio cada 50 horas.					2.40
	Grasa tubo (patente delantera/trasera)	Und	2	1.20	2.40	
MTP2	Intervalo servicio cada 250 horas.					177.69
	Filtro de Motor RE504836(RE59754)	Und	1	22.72	22.72	
	Filtro de Combustible trampa RE62424	Und	1	31.87	31.87	
	Filtro de Combustible trampa RE62419	Und	1	27.10	27.10	
	Aceite 15W40 URSA	Lt	20	4.68	93.60	
	Grasa tubo (patente delantera/trasera)	Und	2	1.20	2.40	
MTP3	Intervalo servicio cada 500 horas.					553.71
	Filtro de Motor RE504836(RE59754)	Und	1	22.72	22.72	
	Filtro de Combustible trampa RE62424	Und	1	31.87	31.87	
	Filtro de Combustible trampa RE62419	Und	1	27.10	27.10	
	Aceite 15W40 URSA	Lt	20	4.68	93.60	
	Filtro Hidráulico RE171433	Und	1	122.82	122.82	
	Donax Sist. Hidráulico (Transmisión) HY-TDH	Lt	60	4.18	250.80	
Grasa tubo (patente delantera/trasera)	Und	4	1.20	4.80		
MTP4	Intervalo servicio cada 1000 horas.					922.58
	Filtro de Combustible trampa RE62424	Und	1	31.87	31.87	
	Filtro de Combustible trampa RE62419	Und	1	27.10	27.10	
	Aceite 15W40 URSA	Lt	20	4.68	93.60	
	Filtro Hidráulico RE171433	Und	1	122.82	122.82	
	Donax Sist. Hidráulico (Transmisión) HY-TDH	Lt	60	4.18	250.80	
	Grasa tubo (patente delantera/trasera)	Und	4	1.20	4.80	
	Filtro de Aire Primario AT171853	Und	1	27.79	27.79	
	Filtro de Aire Secundario AT171854	Und	1	20.74	20.74	
	Aceite 85W140 Patente y Diferencial.	Lt	15	2.38	35.70	
	Sensor Termostato	Und	1	78.03	78.03	
	Refrigerante TY26576	Gl	2.5	5.87	14.68	
	Batería carga seca (TY25879) 12 Volt, 154 amp, 30 AH Poste corriente	Und	1	151.40	151.40	
	Banda motriz (Alternador) R502299 (Plana) (L=1630 mm)	Und	1	63.25	63.25	

Tabla 25. Ficha refacciones según MTP del tractor JD modelo 6403. Fuente (Elaboracion propia).

	Tractor CASE Modelo Farmall 90. Refacciones para cambio / Intervalo de servicio.	U/M	Cantidad	Precio U\$	Monto U\$	Total U\$
MTP1	Intervalo servicio cada 50 horas.					3.00
	Grasa tubo (patente delantera/trasera)	Und	2.5	1.20	3.00	
MTP2	Intervalo servicio cada 250 horas.					138.41
	Filtro de Combustible 84214564(84221537)	Und	1	30.1	30.10	
	Filtro de Aceite 84222017(1909102)(84221215)	Und	1	36.21	36.21	
	Filtro trampa de H2O 84217953(1930581)	Und	1	22.9	22.90	
	Aceite 15W40 URSA	Lt	10	4.68	46.80	
	Grasa tubo (patente delantera/trasera)	Und	2	1.2	2.40	
MTP3	Intervalo servicio cada 500 horas.					524.31
	Filtro de Combustible 84214564(84221537)	Und	1	30.1	30.10	
	Filtro de Aceite 84222017(1909102)(84221215)	Und	1	36.21	36.21	
	Filtro trampa de H2O 84217953(1930581)	Und	1	22.9	22.90	
	Aceite 15W40 URSA	Lt	10	4.68	46.80	
	Filtro Hidráulico (Transmisión) 84257511	Und	1	135.10	135.10	
	Donax Sist. Hidráulico (Transmisión) HY-TDH	Lt	60	4.18	250.80	
Grasa tubo (patente delantera/trasera)	Und	2	1.2	2.40		
MTP4	Intervalo servicio cada 1000 horas.					1255.55
	Filtro de Combustible 84214564(84221537)	Und	1	30.1	30.10	
	Filtro de Aceite 84222017(1909102)(84221215)	Und	1	36.21	36.21	
	Filtro trampa de H2O 84217953(1930581)	Und	1	22.9	22.90	
	Aceite 15W40 URSA	Lt	10	4.68	46.80	
	Filtro Hidraulico (Transmision) 84257511	Und	1	135.10	135.10	
	Donax Sist. Hidráulico (Transmisión) HY-TDH	Lt	60	4.18	250.80	
	Filtro Aire Secundario 87682999 [*Plato goma]	Und	1	87.42	87.42	
	Filtro Aire Primario 87682993 [*Plato goma]	Und	1	36.21	36.21	
	Donax Sist. Hidráulico (Transmisión) HY-TDH	Lt	60	4.18	250.80	
	Aceite 80W90 Patente y Diferencial.	Lt	12	2.98	35.70	
Liquido de Freno 86541699DS CASE (IRON GARD)	Lt	1.5	4.88	7.32		

Banda motriz (Alternador) Gates 7450 (47131754)	Und	1	137.63	137.63
Refrigerante Roshfrans (Loctite)	Gl	1	7.33	7.33
Batería Carga seca 12 volt, 30AH 110-130 Amp poste corriente	Und	1	167.63	167.63
Grasa tubo (patente delantera/trasera)	Und	3	1.2	3.60

Tabla 26. Ficha refacciones según MTP del tractor CASE modelo Farnall 90. Fuente (Elaboración propia).

Se procede a elaborar una vez recepcionada las fallas mecánicas, un cuadro de los componentes del tractor que se cambiarán por nuevos componentes, estas piezas se comprarán a distribuidores autorizados por el fabricante o se enviarán a su reparación (según valoración de mecánico A de empresa, si lo amerita) al proveedor de servicios especializado en ellos.

Tractores	Descripción	Cantidad	Precio U\$	Monto U\$	Total U\$
ASL-57	MTP2	1.00	138.41	138.41	138.41
ASL-58	MTP4	1.00	1255.55	1255.55	1255.55
ASL-59	MTP4	1.00	1255.55	1255.55	1255.55
ASL-60	MTP4	1.00	1255.55	1255.55	1255.55
ASL-44	Control distribuidor hidráulico	1.00	486.36	486.36	486.36
ASL-45	MTP3	1.00	487.88	487.88	803.73
	Chequeo sistema eléctrico (motor arranque)	1.00	315.85	315.85	
ASL-46	MTP3	1.00	487.88	487.88	687.08
	Disco embrague	1.00	199.20	199.20	
ASL-48	Rectificación culata	1.00	220.00	220.00	1086.19
	Baquetear Radiador	1.00	95.89	95.89	
	Kit cilindro culata	1.00	345.06	345.06	
	Juego sello	1.00	25.00	25.00	
	Juego guía	1.00	138.40	138.40	
	Juego Bulón	1.00	28.48	28.48	
	Juego Biela	1.00	74.54	74.54	
Kit (empaquete) culatas	1.00	50.78	50.78		

	Juego Snap (seguros)	1.00	5.24	5.24	
	MTP2	1.00	102.80	102.80	
ASL-49	Piñón accionamiento ATF	1.00	142.47	142.47	142.47
ASL-50		1.00		0.00	0.00
ASL-51	Codo colector escape	1.00	68.45	68.45	234.98
	Baliner Collarín	1.00	44.85	44.85	
	Base Filtro Combustible	1.00	121.68	121.68	
ASL-52	Bomba de agua	1.00	149.18	149.18	466.25
	Kit Bomba de agua IT BOMBA AGUA (SELLO)	1.00	5.13	5.13	
	Bomba central hidráulica	1.00	311.94	311.94	
ASL-66				0.00	0.00
ASL-67	MTP2	1.00	177.69	177.69	295.29
	Disco freno	2.00	58.80	117.60	
ASL-11	Disco de freno 820 853502040	4.00	9.80	39.20	212.92
	Retenedor disco 50X70	4.00	3.00	12.00	
	Sello disco 820 0350403022	12.00	0.65	7.80	
	Manguera cilindro dirección 820 9523407100	2.00	25.56	51.12	
	MP2	1.00	102.80	102.80	
ASL-12	Banda motriz (Alternador) Gates A-48(9500)	1.00	22.44	22.44	125.24
	MTP2	1.00	102.80	102.80	
ASL-21	Boquilla inyector combustible 11.1112110A	4.00	10.50	42.00	144.80
	MTP2	1.00	102.80	102.80	
ASL-28	MTP2	1.00	102.80	102.80	152.60
	Disco de embrague 820 851601130	1.00	49.80	49.80	
ASL-29	Mofle 820 601205015A	1.00	41.25	41.25	169.57

	Codo colector escape 501008021	1.00	19.67	19.67	
	Kit empaque multiple 501008026/27	1.00	5.85	5.85	
	MTP2	1.00	102.80	102.80	
ASL-30	MTP2	1.00	102.80	102.80	254.20
	Batería carga seca (TY25879) 12 Volt, 154 amp, 30 AH Poste corriente	1.00	151.40	151.40	
ASL-32	MTP2	1.00	102.80	102.80	381.85
	Disco de embrague 820 851601130	1.00	49.80	49.80	
	Plato embrague 820 801601090	1.00	212.80	212.80	
	Balinera collarín 986714	1.00	16.45	16.45	
ASL-33	Manómetro presión aceite 70380108001	1.00	12.50	12.50	133.16
	Manómetro de temperatura YK133	1.00	17.86	17.86	
	MTP2	1.00	102.80	102.80	
ASL-47	MTP2	1.00	102.80	102.80	175.04
	Banda motriz (Alternador) Gates A-48(9500)	1.00	22.44	22.44	
	Disco de embrague 820 851601130	1.00	49.80	49.80	

Tabla 27. Cuadro de reparaciones planificadas a los tractores. Fuente (Elaboracion Propia).

La programación de trabajo que incluye las reparaciones planificadas en este caso, reparaciones a componentes de los sistemas mas mantenimientos tecnicos que se hara a los tractores para el cumplimiento de tener a disposicion los 23 equipos para la fecha inicio del plan de trabajo asi como tambien los mantenimientos tecnicos diarios que se hara en el transcurso del tiempo de

duracion del plan teniendo en cuenta la carga de trabajo de cada equipo, se muestra en la siguiente tabla. (tabla 23)

Equipos		Programación de reparación y mantenimientos técnicos.						
		Reparación Actual		MTD	Mantenimiento técnico periódico			
		Rep. Media	MTP		MTP1	MTP2	MTP3	MTP4
Tractores	Horas Maq	Planificada	Planificada	10 horas	50 horas	250 horas	500 horas	1000 horas
ASL-57	822.50		1 MTP 2	82	16	3	1	N/A
ASL-58	350.00		1 MTP 4	35	7	1	1	N/A
ASL-59	407.50		1 MTP 4	41	8	1	N/A	N/A
ASL-60	920.00		1 MTP 4	92	18	3	2	N/A
ASL-44	625.00	1		63	13	2	1	N/A
ASL-45	500.00	1	1 MTP 3	50	10	2	1	N/A
ASL-46	600.00	1	1 MTP 3	60	12	2	1	N/A
ASL-48	630.00	1	1 MTP 2	63	13	2	1	N/A
ASL-49	630.00	1		63	13	2	1	N/A
ASL-50	630.00			63	13	2	1	N/A
ASL-51	630.00			63	13	2	1	N/A
ASL-52	1,091.00	3		109	22	4	2	1
ASL-66	1,020.00	2		102	20	4	2	1
ASL-67	1,020.00		1 MTP2	102	20	4	2	1
ASL-11	1,010.00	1	1 MTP2	101	20	4	2	1
ASL-12	1,010.00	1	1 MTP2	101	20	4	2	1
ASL-21	1,010.00	1	1 MTP2	101	20	4	2	1
ASL-28	1,010.00	1	1 MTP2	101	20	4	2	1
ASL-29	1,010.00	1	1 MTP2	101	20	4	2	1
ASL-30	1,050.00	1	1 MTP2	105	21	4	2	1
ASL-32	996.00	2	1 MTP2	100	20	3	1	N/A
ASL-33	996.00	1	1 MTP2	100	20	3	1	N/A
ASL-47	420.00	2	1 MTP2	42	8	1	N/A	N/A

Tabla 28. Programación de reparaciones y mantenimientos técnicos periódicos a los 23 tractores. Fuente (Elaboración propia)

5.3.9 Ejecución Mantenimiento Preventivo.

En la ejecución de mantenimiento preventivo se hará uso de las fichas de averías, estas las editará el mecánico (categoría A, B y C) cada vez que se origine una falla (avería) con el fin de analizar y llevar un control del registro y así validar la información tangible que ayuda al proceso de pronta repuesta a la solución del problema.

FICHA DE AVERIAS							
Fecha :	22/02/202 3	Realizado por:	Juan López				
IDENTIFICACIÓN							
Máquina :	Tractor		Código:	ASL-57			
Elementos asociados	Ruptura de manguera en sistema hidráulico						
Función	Suministro hidráulico						
Calificación de Criticidad	Critica	<input checked="" type="checkbox"/>	Importante	Poco importante			
	Poco importante		Normal				
AVERIA							
NATURALEZ							
	Mecánica		Electrónica		Neumática		
	Eléctrica		Hidráulico	<input checked="" type="checkbox"/>	Otra:		
TIPO DE FALLO							
	Progresivo	<input checked="" type="checkbox"/>	Parcial		Degradación	Otro:	
	Súbito		Total		Cataléptico		
	Evidente		Oculto		Múltiple		
CONSECUENCIAS							
	PRODUCCION		INMOLIZACION		SEGURIDAD	MEDIO AMBIENTE	
	Sin consecuencia		Breve		Sin daño personal	<input checked="" type="checkbox"/>	Ninguno <input checked="" type="checkbox"/>
	Bajo rendimiento		Largo	<input checked="" type="checkbox"/>	Posible lesión		Bajo
	Parada	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy largo		Riesgo grave		Alto
	COSTE DIRECTO		FRECUNCIA		CALIFICACION GRAVEDAD		
	Bajo		Ocasional	<input checked="" type="checkbox"/>	Menor		Crítico <input checked="" type="checkbox"/>
	Medio		Frecuencia		Significativo	<input checked="" type="checkbox"/>	Catastrófico
	Alto	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy frecuente				
DIAGNOSTICO							
	CUASAS INTRISECAS			CAUSAS EXTRISECAS			
	Fallo de material				Mala utilización		
	Desgaste				Accidentes <input checked="" type="checkbox"/>		
	Corrosión				No respetar instrucciones		
	Fatiga	<input checked="" type="checkbox"/>			Falla procedimiento		

	Desajuste				Error de procedimiento	
	Otras				Coordinación	
Especifique si es otras					Organización /Gestión	
					Otras causas externas	
SOLUCIONES						
Para resolver la avería				Hacer cambio de Mangueras el Sistema hidráulico.		
Para evitar su repetición				Chequear con más frecuencia.		

Tabla 29. Ficha de averías. Fuente Elaboración propia).

5.3.10 Orden de Trabajo (Propuesta).

La orden de trabajo está la editara el mecánico (categoría A y B) una vez que se emita la ficha de avería, en la orden se describirá los mantenimientos técnico periódico y las reparaciones planificadas o no planificadas que se deba hacer al equipo, también incluye la cantidad de refacciones, precio de ellas, así como la descripción y la duración del trabajo. La información útil de la hoja de trabajo permite llevar control de coste, refacciones, frecuencia de averías, de los equipos para un control del registro.

EMPRESA AGRICOLA SANTA LUISA S.A					
ORDEN DE TRABAJO					No.1
Tipo de orden	Programa	Valor v.c	250 hrs		
Equipo	Tractor	Tipo de paro	planificado	Hora de Inicio	7:00 AM
modelo	Case farmall 90	Código	ASL-57	Hora de Finalización	11:00 AM
Fecha de solicitud	5/15/2023	Dpto solicitante	Dpto agrícola		
Hora de solicitud	5.20 pm	Motivo solicitud	MPT2		
Fecha de inicio	5/16/2023	Fecha de finalización	5/16/2023		
Descripción del trabajo					
MTP2= MTD+MTP1 y actividades MTP2					
Mano de obra					
Nombre del técnico		Oficio	Costo de hora	Cantidad de hora	Costo M.O

Juan López		Mecánico	U\$ 5.81	2.5	U\$ 14.52
Repuestos					
Items	Descripción del Items	Cantidad	Unidad	Costo.unit	Costo de repuestos
1	Diesel	10	Lt	U\$ 1.83	U\$ 18.3
2	Grasa	2.5	Unidad	U\$ 1.20	U\$ 3.00
3	Aceite	10	Its	U\$ 4.68	U\$ 46.80
4	Filtro de motor	1	Unidad	U\$ 36.21	U\$ 36.21
5	Filtro de combustible	1	Unidad	U\$ 30.10	U\$ 30.10
Costo M:O	U\$ 14.52	Costo de repuesto	U\$ 134.41	Costo total OT	U\$ 148.93
Observaciones					
El trabajo se cumplió en el tiempo y forma.					
Recibe a satisfacción	Departamento agrícola	Planeador	Jefe de mantenimiento		

Tabla 30. Orden de Trabajo. Fuente: (Elaboración propia).

EMPRESA AGRICOLA SANTA LUISA S.A					
OREDEN DE TRABAJO					No.2
Tipo de orden	Programada	Valor V.C	500 hrs		
Equipo	Trator	Tipo de paro	Planificado	Hora de Inicio	7:00 AM
Modelo	Case Farmall 90	Código	ASL-58	Hora de Finalización	11:00 AM
Fecha de solicitud	6/9/2023	Dpto solicitante	Dpto agrícola		
Hora de solicitud	5:10 PM	Motivo solicitud	MTP3		
Fecha de inicio	6/10/2023	Fecha de finalización	6/10/2023		
Descripción del trabajo					
MTP3= MTD, MTP1, MTP2 + actividades del MTP3					
Mano de obra					
Nombre del técnico	Oficio	Costo de hora	Cantidad de hora	Costo M.O	
Juan López	Mecánico	U\$ 5.81	4	U\$ 23.24	
Repuestos					

Items	Descripción del Items	Cantidad	Unidad	Costo.unit	Costo de repuestos
1	Diésel	10	Lt	U\$ 1.18	U\$ 11.83
2	Grasa	2.5	Unidad	U\$ 1.20	U\$ 3.00
3	Aceite	10	Lt	U\$ 46.80	U\$ 46.80
4	Filtro del motor	1	Unidad	U\$ 36.21	U\$ 36.21
5	Filtro de combustible	1	Unidad	U\$ 30.1	U\$ 30.1
6	Filtro de la trampa Agua	1	Unidad	U\$ 22.9	U\$ 22.9
Costo M:O	U\$ 23.24	Costo de repuesto	U\$ 150.84	Costo total OT	U\$174.08
Observaciones					
Mantenimiento cumplido en tiempo y forma.					
Recibe a satisfacción	Departamento agrícola	Planeador	Jefe de Mantenimiento		

Tabla 31. Orden de Trabajo. Fuente. (Elaboración propia).

EMPRESA AGRICOLA SANTA LUISA, S.A.					
Orden de Trabajo					No.3
Tipo de orden	Programda	Valor v.c	1000 hrs		
Equipo	Tractor	tipo de paro	Planificado	Hora de Inicio	7:00 AM
Modelo	Case farmall 90	Código	ASL-59	Hora de Finalización	11:00 AM
Fecha de solicitud	7/29/2023	Dpto solicitante	Dpto agrícola		
Hora de solicitud	5:10 AM	Motivo solicitud	MTP4		
Fecha de inicio	7/30/2023	Fecha de finalización	7/31/2023		
Descripción del trabajo					
MTP4= MTD+MTP1+MTP2+MTP3 + Actividades del MTP4					
Mano de obra					
Nombre del técnico	Oficio	Costo de hora	Cantidad de hora	Costo M.O	
Juan López	mecánico	U\$ 5.81	6	U\$ 34.86	
Repuestos					

Items	Descripción del Items	Cantidad	Unidad	Costo.unit	Costo de repuestos
1	Diesel	10	Lt	U\$ 1.83	U\$ 18.3
2	Grasa	2.5	Unidad	U\$ 1.20	U\$ 3.00
3	Aceite de motor	10	Lt	U\$ 4.68	U\$ 46.80
4	Filtro de motor	1	Unidad	U\$ 36.21	U\$ 36.21
5	Filtro de combustible	1	Unidad	U\$ 30.10	U\$ 30.10
6	Filtro de transmisión	1	Unidad	U\$ 135.1	U\$ 135.10
7	Elementos primario y secundario del filtro de aire	2	Unidad	U\$ 123.63	U\$ 123.63
8	Aceite de sistema hidráulico /transmisión	60	Lt	U\$ 4.18	U\$ 250.8
9	Aceite de mandos planetario	12	Lt	U\$ 2.98	U\$ 35.76
Costo M.O	U\$ 34.86	Costo de repuesto	U\$ 679.7	Costo total OT	U\$ 714.56
Observaciones					
Mantenimiento cumplido en tiempo y forma					
Recibe a satisfacción	Departamento agrícola	Planeador	Jefe de Mantenimiento		

Tabla 32. Orden de Trabajo. Fuente (Elaboración propia).

5.3.11 Ficha Historial de la Máquina (Propuesta).

La ficha de historial de la maquina se le hace a cada equipo con el fin de llevar una bitácora completa sobre los mantenimientos y reparaciones que se les hacen a los tractores, esta información es útil al mecánico (categoría A y B)

cuando existe una rotación de personas en la manipulación de los mantenimientos evita el descontrol y desorganización de los trabajos que se han hecho.

Ficha Historial de la Máquina								
Código:		Modelo del motor:						
Descripción:		Año:						
Ubicación		No. De chasis:						
Marca:								
Observaciones:								
Fecha	No. De orden de trabajo	Horómetro	Problema	Solución	Repuestos empleados	Mecánicos	Tiempo	Observación

Tabla 33. Ficha para el historial de la máquina. Fuente (Elaboración propia).

5.3.12 Costo del Plan de MP (Propuesto).

Costo total anual de mano de obra área taller de tractores, Chinandega Finca la Cruz.					
Cargo	Estado	Tiempo Contrato	Precio (U\$/HH)	Sueldo Anual	Porcentaje
Supervisor Operaciones	Personal Fijo	Indefinido	0.98	2,749.56	9.52%
Mecánico Cat. A	Personal Fijo	Indefinido	2.93	9,859.84	34.15%
Mecánico Cat. B	Pers. Temporal	4 meses	2.42	2,705.10	9.37%
Mecánico Cat. C	Personal Fijo	Indefinido	1.90	6,370.74	22.07%
Mecánico Cat. C	Pers. Temporal	4 meses	1.90	2,123.58	7.36%
Operador Tractor	Pers. Temporal	9 meses	2.01	5,059.98	17.53%
		Total	12.14	28,868.81	1.00

Tabla 34. Costo total anual de mano de obra área taller de tractores, Chinandega Finca la Cruz.

5.3.13 Costo de Mano de obra.

Tabla 28. Costo total anual de mano de obra área taller de tractores, Chinandega Finca la Cruz.

Tabla 35. Duración de Trabajo por Mantenimiento Técnico Periódico.

Mantenimiento Técnico Periódico	Duración de Trabajo (horas)
MTD	0.5
MTP1	0.75
MTP2	2.5
MTP3	4
MTP4	6

5.3.14 Costo de los MTP y reparaciones (propuesto).

Equipos		Tipos de mantenimientos y reparaciones							Total	Costo (U\$/H)
		Rep / Mto Actual		Mantenimiento técnico periódico ciclo 2023-2024						
		Rep. Media	Mtto	MTD	MTP1	MTP2	MTP3	MTP4		
Tractores	Horas Maq	U\$	U\$	U\$	U\$	U\$	U\$	U\$		
ASL-57	822.50	0.00	163.75	82.41	72.12	506.31	564.85	0.00	1,389.44	1.69
ASL-58	350.00	0.00	1,280.89	35.18	31.55	168.77	564.85	0.00	2,081.23	5.95
ASL-59	407.50	0.00	1,280.89	41.21	36.06	168.77	0.00	0.00	1,526.92	3.75
ASL-60	920.00	0.00	1,280.89	92.46	81.14	506.31	1,129.70	0.00	3,090.49	3.36
ASL-44	625.00	486.36	0.00	63.32	50.80	266.32	528.52	0.00	1,395.31	2.23
ASL-45	500.00	315.85	513.32	50.25	39.08	266.32	528.52	0.00	1,713.33	3.43
ASL-46	600.00	199.20	513.32	60.30	46.89	266.32	528.52	0.00	1,614.55	2.69
ASL-48	630.00	983.39	128.14	63.32	50.80	266.32	528.52	0.00	2,020.48	3.21
ASL-49	630.00	142.47	0.00	63.32	50.80	266.32	528.52	0.00	1,051.42	1.67
ASL-50	630.00	0.00	0.00	63.32	50.80	266.32	528.52	0.00	908.95	1.44
ASL-51	630.00	0.00	0.00	63.32	50.80	266.32	528.52	0.00	908.95	1.44
ASL-52	1,091.00	234.98	0.00	109.55	85.97	532.64	1,057.04	913.18	2,933.35	2.69
ASL-66	1,020.00	466.25	0.00	102.51	78.15	832.20	1,188.50	983.38	3,650.99	3.58
ASL-67	1,020.00	0.00	0.00	102.51	78.15	832.20	1,188.50	983.38	3,184.74	3.12
ASL-11	1,010.00	59.00	89.44	101.51	78.15	377.84	1,091.10	839.53	2,636.56	2.61
ASL-12	1,010.00	51.12	89.44	101.51	78.15	377.84	1,091.10	839.53	2,628.68	2.60
ASL-21	1,010.00	22.44	89.44	101.51	78.15	377.84	1,091.10	839.53	2,600.00	2.57
ASL-28	1,010.00	42.00	89.44	101.51	78.15	377.84	1,091.10	839.53	2,619.56	2.59
ASL-29	1,010.00	49.80	89.44	101.51	78.15	377.84	1,091.10	839.53	2,627.36	2.60
ASL-30	1,050.00	66.77	89.44	105.53	82.06	377.84	1,091.10	839.53	2,652.26	2.53
ASL-32	996.00	151.40	89.44	100.50	78.15	283.38	545.55	0.00	1,248.42	1.25
ASL-33	996.00	30.36	89.44	100.50	78.15	283.38	545.55	0.00	1,127.38	1.13
ASL-47	420.00	72.24	89.44	42.21	31.26	94.46	0.00	0.00	329.61	0.78
Total		3,373.63	5,966.10	1,849.20	1,463.45	8,339.78	17,030.72	7,917.10	45,939.97	

Tabla 36. Costo de los MTP y reparaciones de tractores ASL. Fuente (Elaboración propia).

6. Conclusiones.

1. En el departamento de Mantenimiento de la empresa Agrícola Santa luisa S.A, Finca La Cruz, se presentan deficiencias en procedimientos operacionales, debido la falta de seguimiento de documentación técnica que garantice el orden y control de los trabajos de mantenimiento de los tractores.
2. El inventario actualizado de los tractore de ASL es la base fundamental para la implementación de un plan de mantenimiento, ya que por medio de este documento se tiene un acceso rápido a características propias de cada máquina, como, por ejemplo: tipo de máquina, modelo, código, etc.
3. El programa de mantenimiento es una herramienta clave que se le debe seguir estrictamente, realizando todos los procedimientos y recomendaciones descritos para cada equipo, logrando así mantenerlos en óptimas condiciones y operación constante, aprovechando al máximo la vida útil de la misma.
4. En estructura propuesta del personal de mantenimiento de la empresa, se busca mejorar el cumplimiento de las labores de mantenimiento y la disponibilidad de los equipos.
5. Las fichas técnicas y hojas de vida de los equipos, órdenes de trabajo es la documentación que el personal mantenimiento debe manejar de forma clara y precisa para que se logre el plan establecido.
6. La ficha de averías propuesta de los equipos conduce a revisar los diferentes elementos y sistemas de tractores, de esta forma se podría identificar el inicio de una avería menor que con el pasar del tiempo se podría convertir en una avería mayor o grave.
7. Mantener un inventario de refacciones contribuye a un menor tiempo en las entregas cuando se presentan fallas, aumentando la eficiencia del plan de mantenimiento preventivo.

7. Recomendaciones.

1. Mantener una buena comunicación entre los departamentos de área agrícola, el área de taller de tractores y el área de logística y operaciones. Para la coordinación de las diferentes actividades del plan de mantenimiento (MP) propuesto para este se cumpla a cabalidad y no se vea afectada la producción.
2. Coordinar e Impartir con los proveedores de servicio (marcas) talleres de capacitación al personal de mantenimiento y de operaciones para así lograr un alto nivel de conocimiento y práctica tanto en el mantenimiento como en la manipulación del tractor.
3. Realizar un estudio de tiempo a cada uno de los mantenimientos técnico periódicos (MTP) para determinar una norma en la duración y ejecución de las actividades, y también algunas reparaciones corrientes que se presenten con una mayor frecuencia de averías.
4. Establecer un manual de procedimiento de los pasos a seguir para la ejecución de cada herramienta de control propuesta: fichas de averías, orden de trabajo e historial del equipo.
5. Implementar el plan de mantenimiento preventivo propuesto para llevar un control adecuado de cada uno de los equipos y así garantizar su funcionamiento y reducir las horas paro.
6. Establecer el organigrama bien estructurado, en el cual el personal tenga bien establecida sus funciones, para agilizar todo el trabajo en tiempo y forma.

8. Bibliografía.

1. Duffuaa Salih O. Sistemas de Mantenimiento: Planeación y control, 2005.
2. Mantenimiento Industrial. [en línea] http://ecured.cu/Mantenimiento_Industrial.
3. Editorial RENOVETEC (2015). Técnicas para la elaboración de planes de mantenimientos (Parte N°1).
4. En Diccionario Enciclopédico. (2014). Editorial Lexus.
5. Francis Boucly Aenor (1998). Gestión del mantenimiento.
6. Garrido, S. G. (2009 -2012). Mantenimiento Industrial. México: Renovetec.
7. Aguado. Q, 2021, Dirección y Gestión de Paradas de Planta.
8. La Comisión de Normas Venezolana, 1993, COVENIN.
9. Divulgación tecnológica, 1991, Manual de mantenimiento, santa fe de Bogotá.
10. Arias, F. G., 2006, El proyecto de investigación.
11. WEIERS, 1989, Metodología de la investigación.
12. Alejandro Acuña, Reparación de la maquinaria agrícola.
13. <https://www.traxco.es/blog/maquinaria-agricola/enganchar-aperos-al-tractor>
14. <https://www.tractoresymaquinas.com/transmision-de-potencia-en-el-tractor/>
15. Donnell Hunt, 1983. Maquinaria agrícola: rendimiento económico, costos, operaciones, potencia y selección de equipo.
16. John Deere, Manual del Operador.

9. Cronograma de ejecución.

Actividades 2022-2023	Enero 2023					Febrero 2023					Marzo 2023					Observación
	Semanas															
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Elaboración de: Tema a investigar y objetivos.																
Aprobación del tema por el decano																
Marco conceptual																
Diseño metodológico																
Desarrollo del diseño metodológico y visita al área de investigación finca La Cruz.																
Aplicación de entrevista, encuesta y observación directa en finca La Cruz.																
Procesamiento y análisis de la información																
Conclusiones, recomendaciones y anexos																
Defensa del trabajo monográfico																

Tabla 31. Cronograma de Ejecución. Fuente (Elaboración propia).

10. Anexos.

10.1.1 Entrevista.

Cuestionario.

1. ¿Qué es Agrícola Santa Luisa, SA? ¿A qué se dedica actualmente?
2. ¿Cómo está organizada ASL?
3. ¿Cuál es el plan de negocio de ASL?
4. ¿Explique cómo se explotarán las áreas agrícolas de empresa en este nuevo ciclo 2023-2024, en beneficio del plan de negocio?
5. ¿Qué papel juega la logística y operaciones en ASL?
6. ¿Cuáles son los recursos con que cuenta ASL para llevar el cabo el plan de trabajo de este ciclo 2023-2024? Argumente sobre cada recurso.
7. ¿Argumente sobre el sistema de producción (proceso) de ASL?
8. ¿Explique cómo se integraría todos los recursos en el plan de trabajo del ciclo 2023-2024?
9. ¿Cada área de producción cuenta con su propio taller agrícola?
10. ¿Explique sobre el mantenimiento que dispone la división de taller de la finca La Cruz, Chinandega?
11. ¿En la actualidad el mantenimiento que se aplica a los tractores agrícola es rentable a ASL?

10.1.2 Análisis de la entrevista.

La técnica empleada de la entrevista fue semiestructurada con preguntas generales y específicas con el fin de obtener información necesaria que sustentara a la investigación en referencia a la propuesta de un plan de mantenimiento. Está dirigido a los miembros de la gerencia de línea agrícola, logística y operaciones.

10.1.3 Análisis de las encuestas.

En la determinación del tipo de mantenimiento que aplica ASL actualmente a los equipos y estado técnico de los tractores se evaluó por medio de encuestas y la observación directa realizada.

10.1.4 Población.

Todos los miembros área de producción finca La Cruz propiedad de la empresa Agrícola Santa Luisa, ubicada en Chinandega-León. Se dirigió especialmente a la estructura organizacional del área de producción.

10.1.5 Muestra.

La muestra seleccionada es todo el personal compuesto por jefe de área, la división de taller, supervisor de operaciones y operarios de tractores en Finca La Cruz, Chinandega. De las cual fue un total de 21 personas.

10.1.1 Encuesta.

Encuesta con enfoque a mantenimiento para finca La Cruz, ASL.

Fecha: _____

Puesto	
Función	

1. ¿Sabes de mantenimiento para tractor agrícola?

Sí No

Escribe tu comentario sobre qué sabes de mantenimiento:

--

2. ¿Qué tipos de mantenimientos realizan frecuentemente en Agrícola Santa Luisa?

<input type="checkbox"/> Mtto. Preventivo	<input type="checkbox"/> Mtto. Correctivo	<input type="checkbox"/> Mtto. Predictivo
---	---	---

3. ¿Cada cuánto tiempo hacen los mantenimientos a los Tractores?

Mtto. Correctivo.			
<input type="checkbox"/> Diario	<input type="checkbox"/> Semanal	<input type="checkbox"/> Mensual	<input type="checkbox"/> Bimensual
Mtto. Preventivo.			
<input type="checkbox"/> Diario	<input type="checkbox"/> Semanal	<input type="checkbox"/> Mensual	<input type="checkbox"/> Bimensual
Mtto. Predictivo.			
<input type="checkbox"/> Diario	<input type="checkbox"/> Semanal	<input type="checkbox"/> Mensual	<input type="checkbox"/> Bimensual

4. ¿Creé usted que el mantenimiento que actualmente usan en ASL, es el más adecuado?

<input type="checkbox"/> Sí ¿Por qué?		<input type="checkbox"/> No ¿Por qué?	
Menor tiempo fuera de servicio	<input type="checkbox"/>	Mayor tiempo fuera de servicio	<input type="checkbox"/>
Menores Gastos	<input type="checkbox"/>	Mayores Gastos	<input type="checkbox"/>
Es confiable	<input type="checkbox"/>	No es confiable	<input type="checkbox"/>

5. Cantidad de tractores ocupan frecuentemente para su producción diaria.

1. Tractores 7	<input type="checkbox"/>
2. Tractores 15	<input type="checkbox"/>
3. Tractores 23	<input type="checkbox"/>

6. ¿Se dañan frecuentemente los tractores? Si su respuesta es Sí marcar cada cuánto tiempo se averían.

<input type="checkbox"/> Sí ¿Cada cuánto tiempo?		<input type="checkbox"/> No
Diario	<input type="checkbox"/>	
Semanal	<input type="checkbox"/>	
Mensual	<input type="checkbox"/>	
Bimensual	<input type="checkbox"/>	

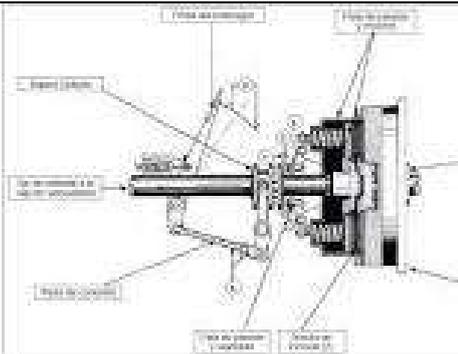
7. ¿Cuándo se daña un tractor lo reincorporan rápidamente al proceso productivo? Si su repuesta es No, marcar una de las opciones ¿Qué tiempo dura fuera de servicio el tractor?

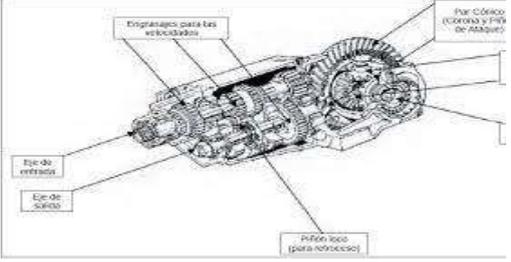
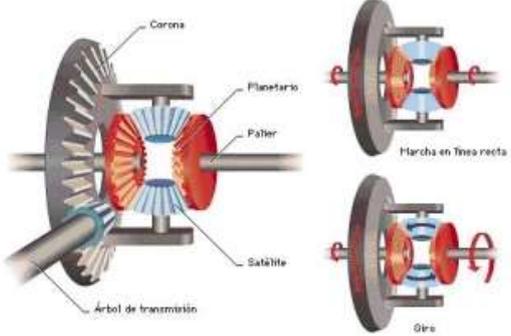
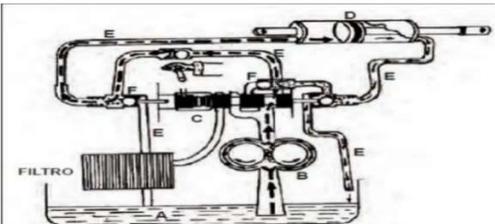
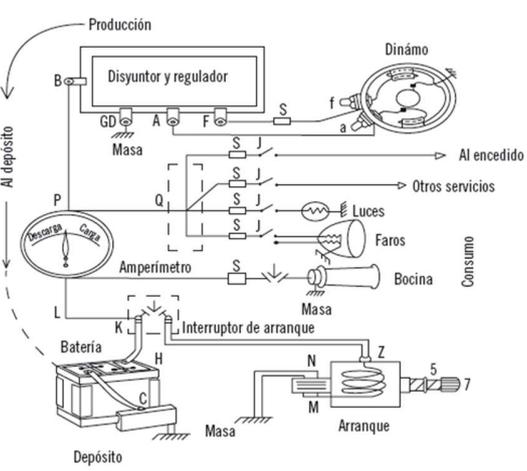
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No ¿Tiempo que esta fuera servicio?
	1 a 3 días. <input type="checkbox"/>
	4 a 7 días. <input type="checkbox"/>
	8 a 15 días. <input type="checkbox"/>
	16 a 30 días. <input type="checkbox"/>

8. Cuáles causas considera de mayor peso para que origine las fallas en los componentes (sistema) del tractor.

<input type="checkbox"/> Mantenimiento inadecuado.	<input type="checkbox"/> Método de trabajo.
<input type="checkbox"/> Calidad inferior en los insumos.	<input type="checkbox"/> Operación inadecuada.
<input type="checkbox"/> Equipos y Medición.	

10.1.2 Componentes del tractor

El Motor	
El Embrague	

<p>Caja de Velocidades</p>	
<p>La Transmisión</p>	
<p>El Sistema Hidráulico</p>	
<p>El Sistema Eléctrico</p>	<p style="text-align: center;">Sistema eléctrico de un tractor</p> 

El Enganche		
Suspensión		

10.1.3 Fotografías de Campo





