

Práctica empresarial para la realización de un plan de mantenimiento preventivo y un sistema automatizado para su gestión en la empresa de los angeles investment s.a.s.

Arvey Rodolfo Ortiz Corzo

COD: 2315132

Informe Final

Para opción de grado por práctica empresarial

Director

Ing. PEDRO PABLO DIAZ JAIMES

Codirector

Ing. OMAR LEONARDO PEÑA GALVIS

Universidad Santo Tomás

División de ingenierías y arquitectura

Facultad de ingeniería mecatrónica

Bucaramanga

2026

Dedicatoria

Dedico este proyecto de grado, en primer lugar, a Dios, por darme la fortaleza, la sabiduría y le oportunidad de culminar esta importante etapa de mi vida.

A mis padres, por ser el pilar fundamental de mi formación. Gracias por su amor incondicional, sus sacrificios, sus consejos y por creer siempre en mis capacidades. Cada esfuerzo realizado durante este camino ha sido inspirado por el ejemplo de trabajo, honestidad y perseverancia que me han brindado.

A mis hermanas, por acompañarme en cada momento, por su cariño, apoyo y palabras de animo cuando mas las necesité. Su confianza en mí fue una motivación constante para seguir adelante.

Y, de manera muy especial, a mi pareja, por su paciencia, comprensión y apoyo incondicional durante este proceso. Gracias por estar presente en los momentos de mayor exigencia, por motivarme a no rendirme y por celebrar conmigo cada logro alcanzado.

A todos ustedes les dedico este trabajo, que representa el resultado del esfuerzo, la constancia y el respaldo que siempre he recibido de su parte.

Contenido

Introducción	9
1. práctica empresarial para la realización de un plan de mantenimiento preventivo y un sistema automatizado para su gestión en la empresa De Los Ángeles Investment S.A.S..	11
1.1 Planteamiento del problema.....	11
1.2 Justificación	12
1.3 Objetivos	13
1.3.1 Objetivo general	13
1.3.2 Objetivos específicos.....	13
2. Marco referencial	14
2.1 Marco teórico	14
2.1.1 Mantenimiento industrial y su importancia en los procesos agroindustriales.	14
2.1.2 Mantenimiento preventivo.....	14
2.2 Marco conceptual	16
2.3 Marco legal.....	20
3. Método	23
4. Resultados	26
5. Conclusiones	42
Referencias.....	44
Apéndices.....	47

Lista de tablas

Tabla 1. *Frecuencia de mantenimientos de cuarto frio No.*30

Tabla 2. *Frecuencia de mantenimientos de Enceradora* 31

Lista de figuras

Figura 1. <i>Imagen equipo volteador de canastillas</i>	27
Figura 2. <i>Imagen plano superior lavadora de limón</i>	27
Figura 3. <i>Imagen maquina clasificadora</i>	28
Figura 4. <i>Imagen inicio del sistema de mantenimiento</i>	33
Figura 5. <i>Imagen apartado Detalles Planta</i>	33
Figura 6. <i>Imagen apartado Mantenimiento Flota</i>	34
Figura 7. <i>Imagen correo de recordatorio</i>	36
Figura 8. <i>Imagen datos del flujo</i>	36
Figura 9. <i>Imagen flujo de power automate</i>	37
Figura 10. <i>Imagen código de sheets</i>	37
Figura 11. <i>Imagen alarmas enviadas por telegram</i>	38
Figura 12. <i>Imagen portada de manual del uso del software</i>	39
Figura 13. <i>Captura ilustrativa del manual</i>	40
Figura 14. <i>Imagen capacitación del software al personal</i>	41

Lista de apéndices

Apéndice A. <i>Plan de mantenimiento</i>	47
Apéndice B. <i>manual del sistema de mantenimiento.</i>	47
Apéndice C. <i>Lista de asistencia de capacitación de software.</i>	48

Resumen

El presente proyecto de grado aborda la problemática de la gestión ineficiente del mantenimiento de equipos en la empresa De Los Ángeles Investment S.A.S., donde la ausencia de un plan preventivo estructurado ha dificultado el control, la programación y el seguimiento de las actividades de mantenimiento. Con el objetivo de optimizar la disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria, el proyecto propone la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo, acompañado por el desarrollo de un sistema automatizado para su administración.

El trabajo comprende la identificación y caracterización de los equipos existentes, la definición de rutinas de mantenimiento según criterios técnicos y operativos, y la implementación de una herramienta digital que permita programar, registrar y monitorizar cada intervención. Este enfoque integral permitirá anticipar fallas, reducir costos asociados a paradas imprevistas y aumentar la vida útil de los activos. Así, se contribuye a una gestión más eficiente, segura y sostenible de los recursos de la empresa.

Palabras claves: monitorizar, Registro, Mantenimiento, cmms, programación, optimizar.

Abstract

This degree project addresses the problem of inefficient equipment maintenance management at De Los Ángeles Investment S.A.S., where the absence of a structured preventive plan has hindered the control, scheduling, and tracking of maintenance activities. With the aim of optimizing machinery availability and reliability, the project proposes the development of a preventive maintenance plan, accompanied by an automated system for its administration.

The work includes the identification and characterization of existing equipment, the definition of maintenance routines based on technical and operational criteria, and the implementation of a digital tool to schedule, record, and monitor each intervention. This comprehensive approach will allow for anticipating failures, reducing costs associated with unforeseen downtime, and extending the useful life of assets. Thus, it contributes to a more efficient, safe, and sustainable management of the company's resources.

Keywords: monitor, log, maintenance, CMMS, scheduling, optimize

Introducción

El mantenimiento preventivo es fundamental en el sector industrial, ya que este permite garantizar la disponibilidad, confiabilidad y seguridad de los equipos. Una gestión adecuada no solo ayuda a reducir accidentes, daños y costos, sino que también contribuye a prolongar la vida útil de la maquinaria. Además, facilita un mejor monitoreo de su estado, lo que permite anticipar posibles fallas y tomar decisiones a tiempo para evitar interrupciones y costos inesperados.

En la empresa De Los Ángeles Investment S.A.S. Se cuenta con diversos equipos utilizados en distintos puntos del proceso productivo y administrativo, los cuales requieren intervenciones periódicas para asegurar su correcto funcionamiento, siendo más de 20 equipos de maquinaria, una flota de 6 vehículos para transporte de materia prima, 2 cuartos fríos, 4 aires acondicionados, 7 estibadores hidráulicos y 7 computadores, cada uno con necesidades distintas. Sin embargo, la falta de un plan estructurado y documentado del mantenimiento retrasa y dificulta el control de las actividades, la programación de las intervenciones y el seguimiento histórico de los mantenimientos realizados.

Ante esta necesidad el presente proyecto de grado tiene como propósito principal el diseño de un plan de mantenimiento preventivo, enfocado en mantener el óptimo estado de la planta y reducir lo más posible interrupciones por fallas prevenibles. Inicialmente se realizó una identificación de equipos existentes y se inició un proceso en conjunto con el área técnica de la empresa para definir los mantenimientos a realizar y la frecuencia de estos teniendo en cuenta la experiencia y datos compartidos por los fabricantes de los equipos, adaptado a los horarios, capacidad y disponibilidad de la empresa.

De tal manera, el presente informe preliminar tiene como propósito exponer los avances en la caracterización y registro de los equipos de la planta, así como la formulación inicial del esquema de mantenimiento preventivo.

1. PRÁCTICA EMPRESARIAL PARA LA REALIZACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA SU GESTIÓN EN LA EMPRESA DE LOS ANGELES INVESTMENT S.A.S.

1.1 Planteamiento del problema

La empresa De Los Ángeles Investment desarrolla procesos agroindustriales que incluyen la recolección directa del limón en fincas proveedoras, transporte, procesamiento, clasificación, empaque y exportación del producto hacia mercados internacionales. Para la ejecución de estas actividades, la empresa dispone de maquinaria industrial, equipos auxiliares, infraestructura y flota vehicular que requieren un adecuado mantenimiento para garantizar la continuidad y eficiencia de las operaciones.

Actualmente, las actividades de mantenimiento se realizan de manera empírica y correctiva, sin contar con un plan de mantenimiento preventivo formalmente estructurado que permita la identificación clara de los equipos, la definición de actividades de mantenimiento y la programación de frecuencias. Esta situación dificulta el control de las intervenciones realizadas, el seguimiento histórico y la toma de decisiones, incrementando el riesgo de fallas inesperadas, paradas no programadas y mayores costos operativos.

En este contexto, no solo se trata de las paradas no programadas o de fallas inesperadas, sino también del impacto económico que estas generan desde diferentes frentes. Entre ellos, se destaca el incremento en los costos laborales, considerando que el personal es remunerado con base en las horas trabajadas y que las múltiples interrupciones, aunque sean de corta duración, terminan acumulando un mayor gasto a lo largo del tiempo. Asimismo, se presenta un aumento en el consumo energético, especialmente en equipos como la máquina clasificadora y, en menor

medida, en otros dispositivos de apoyo como básculas, computadores e impresoras utilizadas en el área de empaque y logística. A esto se suman posibles retrasos en la entrega de pedidos, lo que repercute directamente en la eficiencia operativa y el cumplimiento de los compromisos comerciales.

La ausencia de un sistema organizado de mantenimiento representa una problemática relevante, considerando el nivel de exigencia operativa de la empresa y su posición dentro del sector exportador. Por lo anterior, se identifica la necesidad de estructurar un plan de mantenimiento preventivo que permita organizar y gestionar de manera adecuada los equipos involucrados en el proceso productivo.

1.2 Justificación

El Proyecto surge a partir de identificación de estructurar un plan de mantenimiento preventivo en la empresa, debido a que las actividades de mantenimiento se realizaban de manera empírica, sin un sistema estructurado, sin un registro y ninguna programación esto generando un sobre costo y la incapacidad de pedir garantías ante servicios y equipos comprados por la empresa. Esta situación incrementa el riesgo de fallas imprevistas y dificulta la gestión adecuada de los equipos disminuyendo su rendimiento productivo.

El crecimiento operativo de la empresa y su posición como uno de los principales exportadores de limón del país exigen una alta disponibilidad de maquinaria, equipos e infraestructura. Por ello, se hace necesario identificar los equipos, definir los mantenimientos requeridos y establecer frecuencias adecuadas, apoyándose en la experiencia operativa, en criterios técnicos y recomendaciones de fabricantes, lo cual constituye una solución práctica y aplicable a las condiciones reales de la empresa.

El alcance del proyecto, en esta primera etapa, se centra en la identificación de los equipos y en la definición de actividades y frecuencias de mantenimiento preventivo, dejando para fases posteriores la creación de sistema que facilite la gestión y documentación de dichos mantenimientos realizados a los equipos. De no realizarse este proyecto la empresa continuaría presentando fallas llevando a cabo paradas no programadas teniendo como consecuencia sobrecostos de producción, costos extra en reparaciones correctivas, incumplimiento de plazos, entre otras. Deteriorando la imagen de la empresa a nivel nacional e internacional.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de la empresa Delos Ángeles Investment, mediante la identificación de los activos, la definición de actividades de mantenimiento y el establecimiento de frecuencias, apoyado en una herramienta informática para la gestión de la información.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar los equipos, maquinaria, infraestructura y flota vehicular que intervienen en los procesos productivos y logísticos de la empresa.
- Definir las actividades de mantenimiento preventivo requeridas para cada equipo, de acuerdo con sus condiciones de operación y características técnicas.
- Establecer las frecuencias de mantenimiento adecuadas para los equipos identificados, considerando criterios técnicos y experiencia operativa.
- Diseñar una matriz de mantenimiento que permita organizar y registrar la información del plan preventivo.

- Implementar una herramienta informática básica para la gestión y consulta del plan de mantenimiento preventivo.

2. Marco referencial

2.1 Marco teórico

2.1.1 Mantenimiento industrial y su importancia en los procesos agroindustriales.

El mantenimiento industrial comprende el conjunto de actividades técnicas, administrativas y de gestión orientadas a conservar los equipos e instalaciones en condiciones adecuadas de operación, garantizando la continuidad de los procesos productivos, la seguridad de los trabajadores y la calidad de los productos obtenidos. Su principal objetivo es maximizar la disponibilidad y confiabilidad de los activos, reduciendo los tiempos de parada no programados y los costos asociados a las fallas.

En el sector agroindustrial, el mantenimiento adquiere una relevancia especial debido a que los equipos operan en ambientes con presencia de humedad, residuos orgánicos, agentes corrosivos y variaciones en las condiciones de carga. Estas características aceleran el desgaste de componentes mecánicos, eléctricos y neumáticos, haciendo necesario establecer planes de mantenimiento que permitan asegurar la continuidad operativa de las plantas de procesamiento.

2.1.2 Mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo es una estrategia basada en la ejecución de actividades programadas antes de que ocurra una falla. Estas intervenciones pueden definirse según intervalos de tiempo, horas de operación, cantidad de ciclos o recomendaciones del fabricante, con el propósito de disminuir la probabilidad de fallas inesperadas y prolongar la vida útil de los equipos.

Las actividades de mantenimiento preventivo suelen incluir inspecciones, limpieza, lubricación, ajustes mecánicos, calibraciones, reemplazo de componentes de desgaste y verificación de parámetros operativos. Su aplicación permite reducir costos correctivos, mejorar la seguridad operacional y aumentar la confiabilidad de los activos productivos.

En plantas agroindustriales, la implementación de programas preventivos contribuye a evitar interrupciones durante periodos de alta producción, garantizando la continuidad de procesos como lavado, secado, encerado, clasificación y empaque de productos agrícolas. Asimismo, facilita la detección temprana de anomalías que podrían afectar la calidad del producto final o generar pérdidas económicas por paradas no programadas.

2.1.3 Gestión de activos y planificación del mantenimiento.

La gestión del mantenimiento requiere la identificación y caracterización de cada activo dentro de la organización, así como la definición de actividades específicas, frecuencias de intervención, responsables y recursos necesarios para su ejecución. Además, es indispensable mantener registros históricos que permitan evaluar el comportamiento de los equipos y apoyar la toma de decisiones relacionadas con reemplazos, mejoras o ajustes en los planes de mantenimiento.

La planificación adecuada de las actividades permite optimizar el uso de recursos humanos y materiales, reducir tiempos improductivos y mejorar la coordinación entre las áreas de producción y mantenimiento. De igual manera, la información histórica facilita el análisis de indicadores de desempeño como disponibilidad, confiabilidad y frecuencia de fallas, elementos fundamentales para la mejora continua de los procesos industriales.

2.1.4 Sistemas computarizados para la gestión del mantenimiento (cmms)

Los Sistemas Computarizados de Gestión de Mantenimiento (CMMS, por sus siglas en inglés) son herramientas de software diseñadas para centralizar la información relacionada con los activos, las órdenes de trabajo, los planes de mantenimiento y los registros históricos de intervención. Su función principal es facilitar la planificación, ejecución y seguimiento de las actividades de mantenimiento mediante procesos digitales.

Estos sistemas permiten programar mantenimientos preventivos, registrar actividades ejecutadas, almacenar información técnica de los equipos, generar reportes e indicadores de gestión y mantener la trazabilidad completa de las intervenciones realizadas. Asimismo, contribuyen a mejorar la organización de la información, reducir errores administrativos y optimizar la toma de decisiones basada en datos.

Diversos estudios reportan que la implementación de sistemas CMMS mejora la eficiencia en la gestión del mantenimiento, facilita el seguimiento de órdenes de trabajo y permite una mayor trazabilidad de las actividades realizadas en los activos industriales. Además, estos sistemas representan una evolución frente a los métodos tradicionales basados en registros manuales o hojas de cálculo dispersas.

2.2 Marco conceptual

AGROINDUSTRIA: “Sector productivo que integra actividades agrícolas e industriales para la transformación, clasificación, conservación y comercialización de productos de origen agrícola. En este proyecto corresponde a los procesos de selección, lavado, encerado, clasificación y empaque de limón para exportación.” (Funk, 2025)

AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS: “Aplicación de tecnologías de control, monitoreo y software para ejecutar tareas con mínima intervención humana, mejorando la eficiencia, precisión y confiabilidad de los procesos industriales.” (Ayerdi, 2026)

ACTIVO: “Elemento físico que posee valor para una organización y que es utilizado para el desarrollo de sus procesos productivos. En el contexto industrial, los activos incluyen máquinas, equipos, herramientas, sistemas eléctricos, neumáticos, hidráulicos e instalaciones que intervienen en la producción.” (Datablog, 2025)

BASE DE DATOS: “Conjunto organizado de información almacenada de forma estructurada que permite registrar, consultar y administrar datos relacionados con equipos, actividades de mantenimiento, usuarios y registros históricos.” (Oracle, 2020)

CONFIABILIDAD: “Capacidad de un equipo o sistema para desempeñar su función requerida durante un período determinado sin presentar fallas.” (Toro, 2023)

DISPONIBILIDAD: “Indicador que representa el porcentaje de tiempo en que un equipo se encuentra operativo y disponible para cumplir su función dentro del proceso productivo.”

FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO: “Intervalo de tiempo o condición operativa que determina cuándo debe ejecutarse una actividad de mantenimiento. Puede establecerse en días, semanas, meses, horas de funcionamiento o ciclos de operación.” (Haney, 2024)

GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO: “Proceso de planificación, organización, ejecución y control de las actividades de mantenimiento con el fin de optimizar el desempeño de los activos y garantizar la continuidad de las operaciones.”

HISTORIAL DE MANTENIMIENTO: “Conjunto de registros que almacenan las actividades realizadas sobre un activo durante su vida útil. Permite analizar fallas recurrentes, costos de mantenimiento y comportamiento operativo de los equipos.” (González, 2021)

INDICADOR DE MANTENIMIENTO: “Medida utilizada para evaluar el desempeño de la gestión de mantenimiento. Algunos indicadores comunes son disponibilidad, número de fallas, cumplimiento del plan de mantenimiento y tiempo medio entre fallas.” (Iberia, 2025)

INTERFAZ DE USUARIO: “Conjunto de elementos visuales que permiten la interacción entre el usuario y el software. Incluye formularios, menús, botones, tablas y ventanas diseñadas para facilitar el acceso a la información y la ejecución de funciones dentro del sistema.” (IBM, 2025)

MANTENIMIENTO: “Conjunto de acciones técnicas y administrativas destinadas a conservar o restablecer un activo a un estado en el que pueda desempeñar la función para la cual fue diseñado. Su objetivo es garantizar la disponibilidad, confiabilidad y seguridad de los equipos.”

MANTENIMIENTO PREVENTIVO: “Tipo de mantenimiento que consiste en realizar actividades programadas antes de que ocurra una falla. Estas actividades pueden incluir inspecciones, limpieza, lubricación, ajustes, calibraciones y reemplazos periódicos de componentes con el propósito de reducir la probabilidad de fallas y prolongar la vida útil de los equipos.” (Dimomaint, s.f.)

MANTENIMIENTO CORRECTIVO: “Conjunto de acciones ejecutadas después de que ocurre una falla con el fin de restablecer el funcionamiento normal del equipo o sistema afectado. Puede realizarse de manera planificada o como una intervención de emergencia.” (Order, 2024)

ORDEN DE TRABAJO: “Registro utilizado para documentar y controlar la ejecución de una actividad de mantenimiento. Contiene información como fecha de ejecución, descripción de la tarea, personal responsable, materiales utilizados y observaciones del trabajo realizado.”

PLAN DE MANTENIMIENTO: “Documento o conjunto de procedimientos donde se establecen las actividades de mantenimiento que deben realizarse sobre cada activo, especificando frecuencias, responsables, recursos necesarios y criterios de ejecución.”

SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO COMPUTARIZADO (CMMS): “Herramienta informática diseñada para administrar información relacionada con activos, órdenes de trabajo, programas de mantenimiento, inventarios y registros históricos. Su objetivo es facilitar la planificación, seguimiento y control de las actividades de mantenimiento.” (Flinders, 2026)

SOFTWARE DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO: “Aplicación informática desarrollada para facilitar la administración de activos, programación de actividades preventivas, registro de mantenimientos ejecutados, consulta de historiales y generación de reportes para la toma de decisiones.”

TRAZABILIDAD: “Capacidad de realizar el seguimiento histórico de las actividades ejecutadas sobre un activo, permitiendo conocer qué intervenciones se realizaron, cuándo fueron efectuadas y quién fue el responsable de su ejecución.” (KEYENCE, s.f.)

2.3 Marco legal

Para poner en marcha un plan de mantenimiento preventivo y automatizar su gestión en una empresa comercializadora de limón en Bucaramanga, es imprescindible atender la normativa y legislación vigente, tanto en materia de mantenimiento como en los procesos que garantizan la calidad e inocuidad en la cadena agroindustrial. A continuación, se resumen las leyes y regulaciones principales:

1. Resolución 2674 de 2013 (Ministerio de Salud y Protección Social)

Establece los parámetros sanitarios para la producción, procesamiento, almacenamiento, transporte y venta de alimentos en Colombia. Su cumplimiento exige que los equipos e instalaciones reciban mantenimiento periódico para evitar la contaminación y asegurar la inocuidad de los alimentos. (SOCIAL, 2023)

2. Ley 9 de 1979 (Código Sanitario Nacional)

Regula la protección de la salud pública en el país, incluyendo normas sobre la higiene y mantenimiento de los equipos e instalaciones de empresas de alimentos. Obliga a mantener condiciones sanitarias adecuadas y realizar mantenimientos programados para evitar riesgos para la salud. (publica, s.f.)

3. Ley 1581 de 2012 (Protección de Datos Personales)

La introducción de sistemas automatizados de gestión (CMMS) implica el manejo de datos personales de empleados y proveedores. Esta ley estipula las directrices para el manejo, almacenamiento y protección de datos, exigiendo confidencialidad y medidas de seguridad. (Ley 1581 de 2012 - Gestor Normativo, s.f.)

4. Norma ISO 55000 sobre Gestión de Activos

Esta norma internacional ofrece lineamientos para administrar de forma eficiente y segura los activos físicos de la organización, incluido su mantenimiento preventivo. Adoptarla ayuda a optimizar recursos, minimizar riesgos y mejorar la sostenibilidad del negocio. (Gestión de activos e ISO 55000, 2020)

5. Normas sobre Seguridad y Salud en el Trabajo (Decreto 1072 de 2015 y Resolución 0312 de 2019)

Exige que todas las empresas, sin importar su tamaño o actividad, estructuren un sistema preventivo bajo el ciclo **PHVA** (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar). (Garzon, 2015)

6. Normativa tributaria sobre activos fijos

Las inversiones en sistemas de gestión y en el mantenimiento de equipos pueden tener efectos tributarios, conforme al Estatuto Tributario colombiano, que establece reglas para la depreciación y deducción de activos fijos.

Cumplir con la normativa vigente asegura la legalidad, la eficiencia operativa, la protección de la salud pública y la seguridad de los datos en la empresa comercializadora de limón. Incorporar estos requisitos es fundamental para lograr un plan de mantenimiento preventivo eficiente y la adecuada implementación de sistemas automatizados en Bucaramanga.

2.4 Marco cultural

La cultura organizacional constituye el pilar fundamental sobre el cual se edificará el éxito de un Plan de Mantenimiento Preventivo (PMP) y la integración de un Sistema Automatizado de Gestión (SAG) en una empresa comercializadora de limón en Bucaramanga. En primer lugar, es crucial comprender la evolución de la cultura del mantenimiento en el sector agroindustrial. Históricamente, las empresas en Bucaramanga y el resto de Colombia tendían a operar bajo un enfoque correctivo, reaccionando a las fallas una vez que se presentaban. Sin embargo, la creciente demanda de calidad, y eficiencia en la cadena de valor del limón ha impulsado un cambio hacia una mentalidad preventiva y proactiva. Las empresas líderes han internalizado que invertir en mantenimiento no es un gasto, sino una inversión estratégica que protege sus activos minimiza pérdidas por paradas no programadas y fortalece su reputación en un mercado cada vez más competitivo, garantizando la continuidad operativa y la calidad del producto final.

Es natural que el personal, habituado a métodos tradicionales, pueda manifestar temor a lo desconocido, a la pérdida de control o la necesidad de adquirir nuevas habilidades. En Bucaramanga, la receptividad a la innovación puede variar según la edad, la experiencia previa con tecnología y el nivel educativo del personal. Para sortear estas barreras, es fundamental promover una cultura de aprendizaje continuo, ofrecer capacitación exhaustiva y participativa, y

comunicar de manera transparente los beneficios tangibles de la automatización, tales como la reducción de errores humanos, la optimización de los tiempos de respuesta y la mejora en la toma de decisiones basada en datos, incentivando así la apropiación del sistema por parte de todos los involucrados.

En síntesis, el marco cultural en una empresa comercializadora de limón en Bucaramanga no es un factor secundario, sino un elemento determinante para la efectividad y longevidad de un Plan de Mantenimiento Preventivo y un Sistema Automatizado de Gestión.

3. Método

Para el desarrollo del sistema de gestión de mantenimiento preventivo se empleó una metodología aplicada, orientada a la identificación de los activos de la planta, la estructuración de los planes de mantenimiento, el desarrollo de una herramienta informática para su administración y la capacitación del personal encargado de su utilización. Cada etapa fue ejecutada de manera secuencial para garantizar que la información recopilada pudiera integrarse adecuadamente dentro del sistema desarrollado.

3.1. Identificación de equipos

La primera etapa consistió en realizar un inventario de los equipos e instalaciones que intervienen en el proceso de selección y empaque de limón. Para ello, se efectuaron recorridos por las diferentes áreas de la planta, identificando los activos que requerían actividades periódicas de mantenimiento.

Durante esta fase se recopilaron datos técnicos como nombre del equipo, ubicación, función dentro del proceso productivo y principales componentes susceptibles a mantenimiento. Entre los equipos identificados se encuentran bandas transportadoras, motores eléctricos, reductores de velocidad, cepillos de lavado y encerado, ventiladores de secado, básculas electrónicas, sistemas neumáticos, compresores, gatos hidráulicos y cuartos fríos.

La información obtenida permitió establecer una base de datos inicial de activos, necesaria para la planificación y programación de las actividades de mantenimiento preventivo.

3.1.2 Definición de frecuencias de mantenimiento

Una vez identificados los equipos, se determinaron las actividades de mantenimiento requeridas para cada uno de ellos y la frecuencia adecuada para su ejecución. Las frecuencias fueron establecidas considerando las recomendaciones de los fabricantes, las condiciones de operación de los equipos, la experiencia del personal de mantenimiento y el historial de intervenciones realizadas en la planta. Asimismo, se tuvieron en cuenta factores como horas de funcionamiento, desgaste de componentes, exposición a humedad, presencia de residuos y criticidad dentro del proceso productivo.

Como resultado de esta etapa se definieron actividades como inspección, limpieza, lubricación, ajuste mecánico, revisión eléctrica y calibración, asociadas a intervalos de tiempo específicos que posteriormente fueron incorporados al sistema de gestión desarrollado.

3.1.3 Creación del sistema de mantenimiento

Con la información recopilada se procedió al diseño y desarrollo de un sistema digital para la gestión del mantenimiento preventivo de la planta. Inicialmente se definió la estructura de

almacenamiento de datos, estableciendo registros para equipos, actividades de mantenimiento, frecuencias de ejecución e historial de intervenciones. Posteriormente se desarrollaron las funcionalidades necesarias para la programación automática de mantenimientos, el registro de actividades ejecutadas, la consulta de historiales y la generación de alertas para actividades próximas a vencer.

El sistema fue implementado utilizando herramientas informáticas que permitieron centralizar la información de mantenimiento y facilitar su administración. Durante el desarrollo se realizaron pruebas de funcionamiento para verificar la correcta programación de actividades, el almacenamiento de registros y la generación de reportes.

Finalmente, se efectuaron ajustes de acuerdo con las necesidades operativas de la empresa, garantizando que la herramienta respondiera a los requerimientos reales del área de mantenimiento.

3.1.4 Capacitación de personal

Una vez implementado el sistema, se realizó la capacitación del personal encargado de la gestión y ejecución de las actividades de mantenimiento. La capacitación incluyó la explicación de la estructura general del software, el registro de actividades ejecutadas, la consulta de información histórica, la programación de mantenimientos y el uso de las diferentes funciones disponibles en la plataforma.

Adicionalmente, se elaboró un manual de usuario con el fin de facilitar la adopción de la herramienta y servir como guía de consulta para futuros usuarios. Durante las sesiones de capacitación se realizaron pruebas prácticas que permitieron verificar la correcta utilización del sistema y resolver dudas relacionadas con su funcionamiento. Esta etapa permitió asegurar la

apropiación de la herramienta desarrollada y contribuir a la continuidad de su utilización dentro de la organización.

4. Resultados

4.1. Identificación de equipos

Se realizó el levantamiento de información de los equipos e instalaciones que intervienen en el proceso de selección, clasificación y empaque de limón dentro de la empresa. Para ello, se efectuaron recorridos en planta junto al personal de mantenimiento y producción, permitiendo identificar los activos que requieren intervenciones periódicas para garantizar su correcto funcionamiento.

Durante esta actividad se registraron equipos como bandas transportadoras, elevadores, motores eléctricos, reductores de velocidad, cepillos de lavado, sistemas de encerado, ventiladores de secado, básculas electrónicas, sistemas neumáticos, compresores, gatos hidráulicos, cuartos fríos y herramientas utilizadas en el proceso productivo.

La información recopilada permitió consolidar una base de datos de activos que posteriormente fue utilizada para la creación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo. Esta etapa fue fundamental para establecer el alcance del proyecto y determinar las necesidades de mantenimiento de cada equipo.

Figura 1

Imagen equipo volteador de canastillas.



Nota: creación propia. Función: Ingreso de materia prima para posterior procesamiento.

Figura 2

Imagen plano superior lavadora de limón



Nota: creación propia. Función: sistema de aspersión por boquillas y cepillos en movimiento se lava y desinfecta el limón.

Figura 3

Imagen maquina clasificadora



Nota: creación propia. Función: clasificar el limón por diámetro y/o tonalidad.

Para consultar el listado detallado de los equipos e instalaciones incluidos dentro del plan de mantenimiento preventivo de la empresa, remítase al Apéndice 1, donde se presenta el inventario completo de los activos considerados en el desarrollo del proyecto.

4.2. Definición de mantenimientos y frecuencias.

Una vez identificados los equipos, se procedió a definir las actividades de mantenimiento preventivo necesarias para cada uno de ellos. Para ello se analizaron las recomendaciones de fabricantes, las condiciones de operación de la planta y la experiencia del personal encargado del mantenimiento.

Se establecieron actividades como inspecciones visuales, limpieza, lubricación, ajustes mecánicos, revisión de sistemas eléctricos, calibración de básculas, revisión de sistemas

neumáticos y mantenimiento de cuartos fríos. Se asignaron frecuencias de ejecución de acuerdo con su Criticidad y condiciones de trabajo de cada equipo, considerando los siguientes factores:

- Recomendaciones de los fabricantes, tanto de piezas específicas como fabricantes de la maquina clasificadora.
- Cantidad de tiempo designada para mantenimientos.
- Espacios de trabajo para no afectar el área de producción.
- Costo/beneficio de los mantenimientos.
- Capacidad de trabajo del área de mantenimiento.

Al tener en cuenta todos estos factores se definieron frecuencias y fechas para mantenimientos dando la seguridad de poder llevar a cabo dichos procedimientos garantizando el buen estado de los activos y el seguimiento del plan de mantenimiento.

Como resultado se obtuvo un documento donde se organizan las actividades preventivas que permite programar las intervenciones de manera estructurada, evitando olvidos y reduciendo la probabilidad de fallas inesperadas en la operación de la planta.

Tabla 1

Frecuencia de mantenimientos de cuarto frio No.1.

Cuarto Frio 1.	
	
Mantenimiento	Frecuencia (Días)
Desinfección Cuartos Fríos.	7
Mantenimiento general del sistema de refrigeración.	57
Revisión de puertas, paredes, soportes, luces y cámaras.	7

Tabla 2

Frecuencia de mantenimientos de Enceradora.

Enceradora.	
	
Mantenimiento	Frecuencia (Dias)
Revisión de Sellos.	7
Desinfección Maquina.	7
Desmonte y lavado de cepillos.	7
Revisión de Chumaceras.	14
lubricación de Cadena.	14
lubricación de Chumaceras.	30
Mantenimiento y limpieza de Cadenas.	91
Mantenimiento general de la bomba.	91
Cambio de Valvulina.	182
Mantenimiento de pintura y estructura.	364

Para consultar el listado detallado de los equipos con las frecuencias de mantenimiento definidas incluidos dentro del plan de mantenimiento preventivo de la empresa, remítase al Apéndice 1, donde se presenta el inventario completo de los activos considerados en el desarrollo del proyecto.

4.3. Creación de sistema de mantenimiento.

4.3.1 Diseño de matriz Excel automatizada.

Con la información recopilada se desarrolló una herramienta informática montada en Microsoft Excel a petición directa la empresa para la fácil adaptación del personal, diseñada para administrar y controlar el mantenimiento preventivo de los activos de la empresa.

La matriz fue estructurada para almacenar la información de los equipos, actividades programadas, frecuencias de mantenimiento e historial de intervenciones. Adicionalmente, se incorporaron funciones automatizadas mediante programación VBA que permiten registrar mantenimientos realizados, actualizar fechas de ejecución y almacenar información histórica de manera automática restringiendo la capacidad del personal para modificar de libre forma la información almacenada en el sistema. El sistema no solo almacena información del mantenimiento si no también sirve para llevar el control de combustible, usando los datos de tanqueo de los carros, así relacionando los kilometrajes para llevar el control de los mantenimientos por kilometraje de los vehículos.

El sistema desarrollado facilita la consulta de información, reduce el tiempo requerido para la gestión documental y mejora la organización de los registros de mantenimiento. Así mismo, permite centralizar la información en una única plataforma accesible para el personal autorizado y solo modificable mediante procedimientos definidos.

Figura 4

Imagen inicio del sistema de mantenimiento



Nota: creación propia, captura de pantalla del software de mantenimiento preventivo. Descripción: Dirigir al usuario a el apartado con el cual desea interactuar.

Figura 5

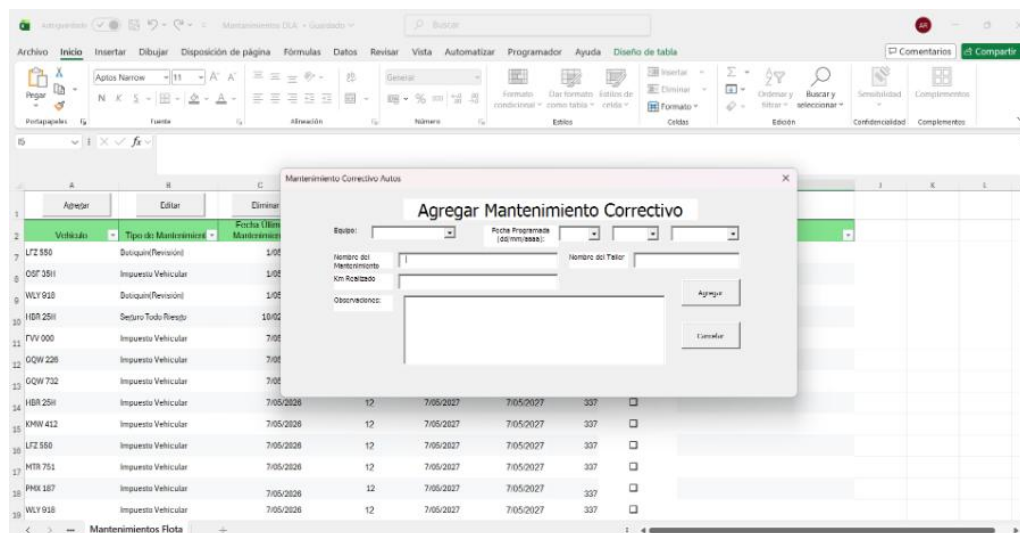
Imagen apartado Detalles Planta

A		B		C		D		E		F		G	
Agregar Mantenimiento Correctivo		Navegacion											
1													
2	Equipos	Mantenimientos	Tipo	Fecha de Registro	Fecha Programada	Observaciones							
3	Etiquetadora	Limpieza general.	Preventivo	8/06/2026	8/06/2026								
4	Clasificadora	Limpieza de módulos	Preventivo	2/06/2026	2/06/2026								
5	Compresor	Purga de Compresor	Preventivo	2/06/2026	2/06/2026								
6	Armadora de Cajas	Limpieza y eliminacion de residuos.	Preventivo	2/06/2026	2/06/2026								
7	Cajas de Reduccion	Revision de Sellos	Preventivo	1/06/2026	1/06/2026								
8	Cajas de Reduccion	Revision de Chumaceras	Preventivo	1/06/2026	1/06/2026								
9	Clasificadora	Limpieza de módulos	Preventivo	1/06/2026	1/06/2026								
10	Clasificadora	Desmonte y lavado de Clips	Preventivo	1/06/2026	1/06/2026								
11	Clasificadora	Limpieza Camara de clasificacion	Preventivo	1/06/2026	1/06/2026								
12	Completa	Desinfeccion Maquina	Preventivo	1/06/2026	1/06/2026								
13	Compresor	Purga de Compresor	Preventivo	1/06/2026	1/06/2026								
14	Compresor	Inspeccion de correa y revision de aceite	Preventivo	1/06/2026	1/06/2026								
15	CUARTOS FRIOS	Desinfeccion Cuartos Frios	Preventivo	1/06/2026	1/06/2026								
16	CUARTOS FRIOS	Revision de puertas, paredes, soportes, luces y c.	Preventivo	1/06/2026	1/06/2026								
17	Descanador de tubos	Limpieza y lubricación del rodamiento	Preventivo	1/06/2026	1/06/2026								
18	Elevador de rodillo	Limpieza de tubos PVC.	Preventivo	1/06/2026	1/06/2026								
19	Elevador de rodillo	Tension de la cadena	Preventivo	1/06/2026	1/06/2026								
20	Elevador de rodillo	Ajuste de oprimeos	Preventivo	1/06/2026	1/06/2026								
21	Descanador de tubos	Tension y desgaste de bandas	Preventivo	1/06/2026	1/06/2026								
22	Descanador de tubos	Limpieza y lubricación	Preventivo	1/06/2026	1/06/2026								
23	Descanador de tubos	Tension de la cadena	Preventivo	1/06/2026	1/06/2026								

Nota: creación propia, captura de pantalla del software de mantenimiento preventivo. Descripción: Apartado donde se registran todos los mantenimientos preventivos y correctivos realizados.

Figura 6

Imagen apartado Mantenimiento Flota con ventana para agregar un mantenimiento correctivo.



Nota: creación propia, captura de pantalla del software de mantenimiento preventivo.

Descripción: ventana para agregar un mantenimiento correctivo realizado a un vehículo.

Para consultar el listado detallado de los apartados, sus funciones y métodos de uso del sistema de mantenimiento, remítase al Apéndice 2, ahí se presenta el manual de uso de dicho sistema donde se explica las acciones permitidas y los métodos de modificación o registro de información en el sistema.

4.3.2 Sistema de alarmas.

Como complemento de la matriz automatizada, se desarrolló un sistema de alarmas encargado de identificar actividades de mantenimiento próximas a vencer o vencidas. El sistema analiza automáticamente las fechas programadas y genera alertas visuales para informar al usuario sobre las actividades que requieren atención. Además, se implementaron mecanismos de notificación que facilitan el seguimiento oportuno de los mantenimientos programados. Para este

sistema se tuvo en cuenta que tener correos todos los días llenos con los mantenimientos diarios y semanales de la planta haría que los correos no tuvieran el impacto deseado por lo cual se optó por enviar solamente las alarmas de los mantenimientos de los vehículos dados por estas condiciones:

- Condición 1: El mantenimiento programado por kilometraje se encuentra próximo a vencer, presentando una diferencia igual o inferior a 300 km respecto al kilometraje establecido para la intervención.
- Condición 2: El mantenimiento programado por kilometraje se encuentra vencido, debido a que el vehículo ha superado el límite de kilómetros definido para la ejecución de la actividad.
- Condición 3: El mantenimiento programado por fecha se encuentra próximo a vencer, faltando siete (7) días o menos para la fecha establecida de intervención.
- Condición 4: El mantenimiento programado por fecha se encuentra vencido, ya que la fecha límite establecida para la ejecución de la actividad ha sido superada.

Una vez definidas estas condiciones se creó un sistema para el envío de alarmas, para este sistema se usó Google sheets que facilita el envío automático de correos, para hacer llegar la información del Excel al sheets se usó la herramienta power automate y programando una ejecución temporizada.

Figura 7

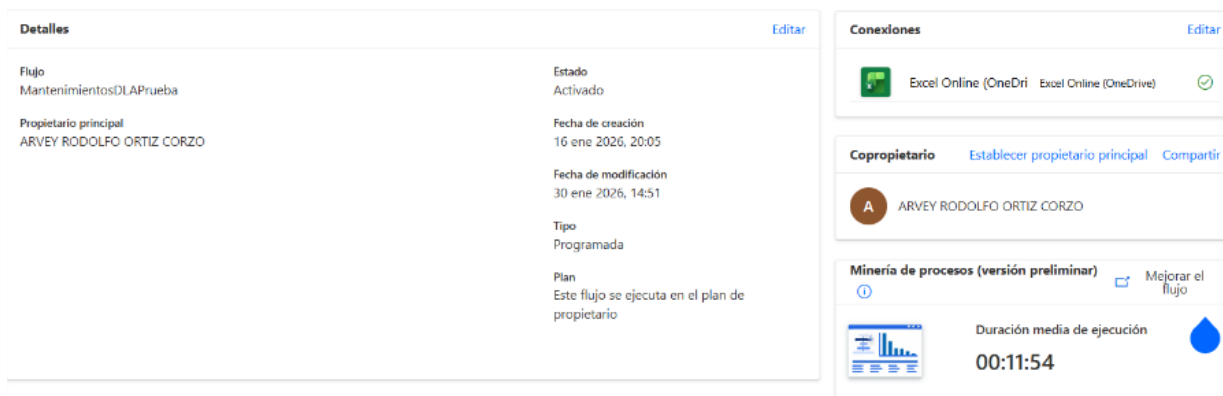
Imagen correo de recordatorio.



Nota: creación propia, captura de pantalla de correo. Descripción: En la imagen se observa un correo de recordatorio que muestra alarmas por cuestión de fecha y kilometraje

Figura 8

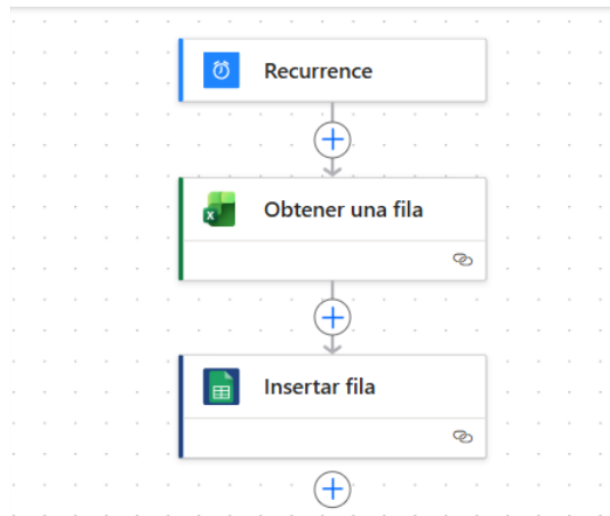
Imagen datos del flujo.



Nota: creación propia, captura de pantalla datos de flujo. Descripción: en la figura se muestra la fecha de creación y algunos datos de el flujo.

Figura 9

Imagen flujo de power automate



Nota: creación propia, captura de pantalla de flujo de power automate. Descripción: En la imagen se observa Flujo de power automate encargado de enviar los datos de Excel a sheets para mantener en funcionamiento el sistema de alarmas.

Figura 10

Imagen código de sheets.

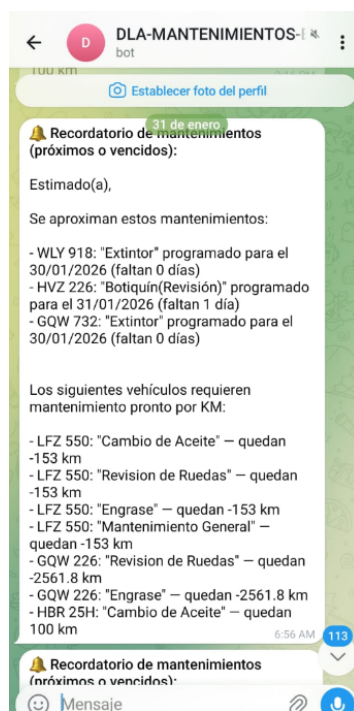
```
1 function EnviarAlertas() {  
2   let alertsToSend = false;  
3   ActualizarKm();  
4   const emailBody = "Estimado(a), "+ TextMantenimientoFecha() + TextMantenimientoKM();  
5  
6   // Lista de destinatarios de correo  
7   const emailRecipients = [  
8     "arv275488@gmail.com",  
9     "produccion@delosangelesproduce.com",  
10    "admin@delosangelesproduce.com",  
11    "recepcion@lafruta@gmail.com",  
12    "DIRECTOR@DELOSANGELESPRODUCE.COM"  
13  ];  
14  
15  if(emailBody != ""){  
16    alertsToSend=true;  
17  }else{  
18    alertsToSend=false;  
19  }  
20  if (alertsToSend) {  
21    MailApp.sendEmail(emailRecipients.join(","), "⚠ Recordatorio de mantenimientos (próximos o vencidos)", emailBody);  
22    EnviarTelegram("⚠ *Recordatorio de mantenimientos (próximos o vencidos):*\n\n" + emailBody);  
23    Logger.log("✅ Correo y Telegram enviados.");  
24  } else {  
25    Logger.log("❌ No hay mantenimientos próximos ni vencidos.");  
26  }  
27 }
```

Nota: creación propia, captura de pantalla del software apps script. Descripción: En la imagen se evidencia parte del código usado para la creación del texto y su envío por correo electrónico y telegram

Esta funcionalidad permite mejorar el cumplimiento de los planes preventivos, reducir el riesgo de omisión de actividades críticas y aumentar la disponibilidad de los equipos utilizados en el proceso productivo. Como un plus para el proyecto también se creó un bot de telegram y se relacionó con el Google sheets para poder enviar las alarmas por telegram siendo una alternativa en caso de no tener el correo electrónico.

Figura 11

Imagen alarmas enviadas por telegram.



Nota: creación propia, captura de pantalla de telegram. Descripción: En la imagen se evidencia el correcto funcionamiento del sistema de alarmas por telegram.

La implementación de las alarmas constituyó una de las principales mejoras respecto al sistema de control anteriormente utilizado por la empresa, ya que proporciona un seguimiento continuo del estado de las actividades de mantenimiento.

4.4. Creación de manual.

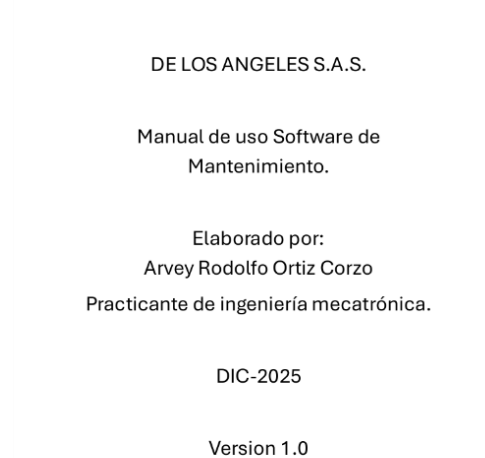
Con el fin de facilitar la utilización del sistema desarrollado, se elaboró un manual de usuario que documenta cada una de las funciones disponibles dentro de la herramienta.

El Manual incluye Instrucciones para el registro de equipos, programación de actividades, ejecución de mantenimientos, consulta de historiales, y administración general del sistema. También incorpora imágenes ilustrativas y ejemplos prácticos para facilitar el aprendizaje de los usuarios.

Este documento permite estandarizar el uso de la herramienta y garantizar que futuros usuarios también puedan operar el sistema de manera adecuada sin depender exclusivamente del desarrollador.

Figura 12

Imagen portada de manual del uso del software.



Nota: creación propia, captura de pantalla del manual. Descripción: Mostrar datos relevantes del manual como su fecha de creación, versión y autor.

Figura 13

Captura ilustrativa del manual.

2.4.1 Uso de Panel agregar mantenimiento correctivo.

- Se seleccionará el vehículo al cual se le será asignado el mantenimiento correctivo, esto se hará a través del desplegable de ubicado en la parte superior izquierda:



Panel de usuario para 'Agregar Mantenimiento Correctivo'. El formulario incluye:

- Equipo:** Un desplegable con opciones: G20R 732, G20R 226, WOL 918, WOL 226, P20R 187, L2F 300, C20 185, P2V 300. Este campo está rodeado por un recuadro rojo.
- Fecha Programada (dd/mm/aaaa):** Un campo con un icono de calendario.
- Nombre del Taller:** Un campo de texto.
- Botones:** 'Agregar' y 'Cancelar'.

- Seguidamente se seleccionará la fecha escogiendo en los desplegables de día, mes y año mostrados a continuación:



Panel de usuario para 'Agregar Mantenimiento Correctivo'. El formulario incluye:

- Equipo:** Un desplegable con opciones: G20R 732, G20R 226, WOL 918, WOL 226, P20R 187, L2F 300, C20 185, P2V 300.
- Fecha Programada (dd/mm/aaaa):** Tres desplegables para día, mes y año, cada uno rodeado por un recuadro rojo con una flecha roja que apunta a él.
- Nombre del Taller:** Un campo de texto.
- Botones:** 'Agregar' y 'Cancelar'.

Nota: creación propia, Captura ilustrativa del manual. Descripción: En la imagen se aprecia una pequeña parte del manual donde se establece un paso a paso para el uso correcto del software.

Para consultar el manual del sistema de mantenimiento, remítase al Apéndice 2.

4.5. Capacitación de personal.

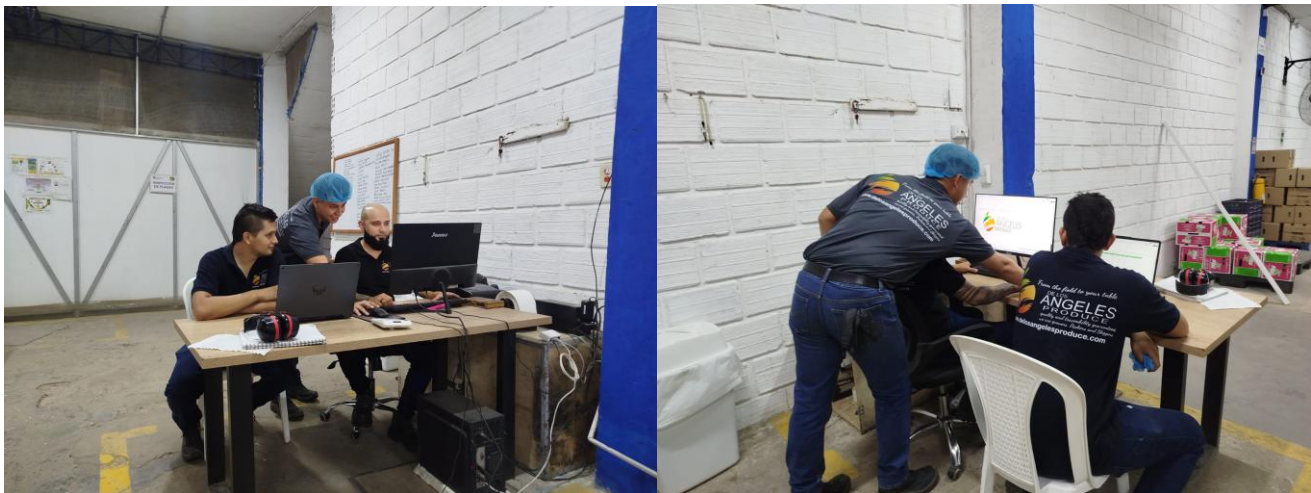
Una vez finalizado el desarrollo del sistema, se realizó la capacitación del personal encargado de su utilización dentro de la empresa.

Durante las jornadas de capacitación se explicó la estructura general de la herramienta, el procedimiento para registrar mantenimientos ejecutados, la consulta de historiales, la interpretación de alarmas y la actualización de información de equipos. Asimismo, se realizaron ejercicios prácticos utilizando datos reales de la planta para verificar la comprensión de los usuarios.

La capacitación permitió que el personal adquiriera las competencias necesarias para utilizar el sistema de manera autónoma, garantizando la continuidad del proyecto después de finalizar el periodo de prácticas. Como resultado, la empresa cuenta con una herramienta funcional y con personal capacitado para administrar la información de mantenimiento preventivo de manera organizada y eficiente.

Figura 14

Imagen capacitación del software al personal.



5. Conclusiones

La puesta en marcha del sistema de gestión de mantenimiento permitió evidenciar la importancia que tiene la planificación de las actividades de mantenimiento dentro de una empresa agroindustrial. La correcta programación de las intervenciones contribuye a mejorar la disponibilidad de los equipos, reducir fallas inesperadas y mantener condiciones adecuadas para garantizar la calidad del producto final. Un ejemplo de ello fue la organización de los mantenimientos de los cuartos fríos, donde se observó una mayor estabilidad en las condiciones de almacenamiento y conservación del limón destinado a exportación.

Por otro lado, la creación de un historial digital de mantenimientos proporciona beneficios significativos para la gestión de los activos de la empresa. Los registros almacenados permiten consultar fechas, actividades ejecutadas, observaciones y responsables de cada intervención, facilitando la planeación de futuras actividades, el análisis de fallas recurrentes y los procesos de garantía o soporte técnico con proveedores.

Adicionalmente, la implementación del sistema de alarmas para vehículos permitió mejorar el control de los mantenimientos definidos por fecha y kilometraje. Esto contribuye a mantener la flota en condiciones óptimas de funcionamiento, reducir el riesgo de fallas mecánicas, garantizar el cumplimiento de requisitos legales y aumentar la seguridad durante la operación de los vehículos.

Asimismo, el sistema desarrollado mejoró significativamente la planeación de mantenimientos, la adquisición de repuestos y la coordinación de las paradas programadas de producción. La disponibilidad anticipada de la información permite organizar recursos, gestionar

compras con suficiente antelación y coordinar las actividades con el área de producción para minimizar el impacto sobre la operación de la planta.

Cabe resaltar que la centralización de la información y la automatización de los procesos de seguimiento redujeron la dependencia de controles manuales, disminuyendo la posibilidad de errores humanos relacionados con el olvido o la omisión de actividades de mantenimiento. Esto contribuye a evitar paradas no programadas y a reducir los costos asociados a fallas inesperadas de los equipos.

Finalmente, el sistema desarrollado constituye una base sólida para futuras mejoras tecnológicas dentro de la empresa. Debido al crecimiento constante de la organización y al aumento progresivo de sus activos, la herramienta puede evolucionar hacia una plataforma más robusta que integre indicadores de gestión, control de inventarios de repuestos, órdenes de trabajo, monitoreo remoto y análisis de datos para la toma de decisiones. Esto permitirá que el sistema continúe adaptándose a las necesidades de la empresa y apoye su crecimiento de manera sostenible.

6. Recomendaciones.

Dados los resultados del proyecto propuesto se recomienda una posterior expansión del programa enfocada en nuevos apartados para trazabilidad de las rutas por vehículo, análisis de costos por mantenimientos y registro de paradas tanto programadas como no programadas.

Para futuros proyectos orientados de forma similar se recomienda desde el inicio de el proyecto comenzar a registrar todo tipo de novedades en el proceso como paradas no programadas y todo tipo de daño en la planta, para un posterior análisis cuando el sistema de mantenimiento ya esté en funcionamiento.

Se recomienda el uso de sistema de gestión de mantenimiento en cualquier tipo de empresa pues la mejora en la planeación, compra y calidad de operación que se obtiene al construir un buen

sistema de gestión aumenta directamente la cantidad de tiempo productivo de una empresa y su rendimiento general.

Se sugiere mejorar el plan de estudios de la universidad dando mas relevancia a las áreas de gestión de mantenimiento y de mantenimientos prácticos que se vean en la industria puesto que es un área poco desarrollada durante la formación académica dada por la Universidad.

Referencias

A. Rezi and M. Allam,. (1995). Techniques in array processing by means of transformations . In *Control and Dynamic Systems Vol. 69* (pp. 133-180). San Diego: Academic Press.

American Psychological Association. (n.d.). *Style and Grammar Guidelines*. Retrieved enero 17, 2020, from Apastyle: <https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines>

Ayerdi, A. (2026, Enero 28). *Automatización de procesos: La clave para la eficiencia*. Retrieved from Docuware: <https://start.docuware.com/es/blog/automatizacion-de-procesos>

CRAI USTA Bucaramanga. (2020). *Informe de recursos y servicios bibliográficos*. Bucaramanga: Universidad Santo Tomás.

Datablog. (2025, Diciembre 3). *¿Qué es un activo? Tipos, características y ejemplos*. Retrieved from Datablog: <https://www.datacredito.com.co/blogs/datablog/que-es-un-activo-tipos-caracteristicas-y-ejemplos/>

Dimomaint. (n.d.). *Mantenimiento preventivo*. Retrieved from <https://www.dimomaint.com/latam/guias/que-es-mantenimiento-preventivo/>

Flinders, M. (2026, Marzo 31). *Qué es un CMMS*. Retrieved from IBM: <https://www.ibm.com/mx-es/think/topics/what-is-a-cmms>

- Funk, B. (2025, Abril 17). *What is Agribusiness? Definition, Examples, & Challenges* | Eden Green. Retrieved from Eden Green: <https://www.edengreen.com/blog-collection/what-is-agribusiness>
- Garzon, L. E. (26 de mayo de 2015). *Decreto 1072 de 2015 Sector Trabajo - Gestor Normativo*. Obtenido de Gov.co: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=72173>
- Gestión de activos e ISO 55000*. (2020, Enero 24). Retrieved from onupkeep: <https://upkeep.com/es/learning/asset-management-iso-55000/>
- González, C. (2021, Noviembre 30). *histórico de mantenimiento*. Retrieved from Aeromarine: <https://software.aeromarine.es/que-es-el-historico-de-mantenimiento-y-por-que-es-importante/>
- Haney, J. (2024, Junio 6). *Maintenance frequency*. Retrieved from ServiceChannel: <https://servicechannel.com/glossary/maintenance-frequency/>
- Iberia, C. (2025, Marzo 12). *Indicadores de Mantenimiento*. Retrieved from Cegid Iberia: <https://www.cegid.com/ib/es/blog/indicadores-de-mantenimiento-gp/>
- IBM. (2025, Septiembre 29). *IBM i*. Retrieved from <https://www.ibm.com/docs/es/i/7.5.0?topic=applications-user-interfaces>
- KEYENCE. (n.d.). *trazabilidad*. Retrieved from KEYENCE México: https://www.keyence.com.mx/ss/products/marketing/traceability/basic_about.jsp
- Ley 1581 de 2012 - Gestor Normativo*. (n.d.). Retrieved from Gov.co: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=49981>

Miao, L. L. (November 8-12). A specification based approach to testing polymorphic attributes.

Formal Methods and Software Engineering: Proceedings of the 6th International Conference on Formal Engineering Methods, ICFEM 2004. Seattle, WA, USA,.

Oracle. (2020, Noviembre 24). *What Is a Database? | Oracle*. Retrieved from Oracle:

<https://www.oracle.com/database/what-is-database/>

Order, S. (. (2024, Septiembre 26). *Mantenimiento correctivo*. Retrieved from

<https://www.stelorder.com/blog/mantenimiento-correctivo/>

publica, F. (n.d.). *Ley 9 de 1979 Congreso de la República de Colombia*. Retrieved from Gov.co:

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?dt=S&i=1177>

SOCIAL, M. D. (2023, Julio 22). Retrieved from chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lis

ts/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-2674-de-2013.pdf

Sole, A. C. (2006). *Instrumentación Industrial*. Mexico: Alfaomega.

Toro, R. (2023, Julio 31). *Confiabilidad*. Retrieved from Fracttal:

<https://www.fracttal.com/es/mantenipedia/que-es-la-confiabilidad-en-el-mantenimiento-y-como-calcularla>

Wigner, E. P. (2005). Theory of traveling wave optical laser . *Phys. Rev.*, 134, A635-A646.

Apéndices

Apéndice A. *Plan de mantenimiento. Maquina seleccionadora de FrutaLínea de procesamiento de Limón, Vehículos e Instalaciones.*

Nota:

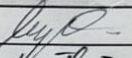
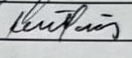
[Mantenimientos Equipos DLA.pdf](#)

Apéndice B. *manual del sistema de mantenimiento.*

Nota:

[MANUAL SISTEMA DE MANTENIMIENTO DE LOS ANGELES.pdf](#)

Apéndice C. Lista de asistencia de capacitación de software.

	SISTEMA DE GESTION INTEGRAL		H73-SGI-TH-FT01	
	LISTA DE ASISTENCIA		Versión: 00	
			Fecha: 12/02/2025	
			AA	MM
			2026	02
			DD	16
TIPO DE REGISTRO				
Charla de 5 minutos		temas Copasst / Cocola	LUGAR	
Curso / Taller / Capacitación	X	Inducción		
Simulacro		Re-inducción	HORA INICIO	
Capacitación con la ARL		Accidentes de trabajo		
Divulgaciones		Comunicados internos/externos	HORA FIN	
DATOS DEL RESPONSABLE DE LA ACTIVIDAD				
NOMBRE Y APELLIDO		CARGO	EMPRESA	FIRMA
Flory R. Ortiz Corzo		Operario de maquina	De los Angeles	
TEMA(S) TRATADO(S)				
Capacitación de correcto uso y beneficios del Sistema de mantenimiento				
PARTICIPANTES				
No.	NOMBRE Y APELLIDO	CARGO	IDENTIFICACIÓN	FIRMA
1	Jerson Orlando Ruelo	Operario de maquina	1095958264	
2	Robinson Monzhe Silva	Jefe producción	91536992	
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				