

Desarrollo e implementación de una aplicación móvil que permita gestionar de manera automatizada el inventario de repuestos Perkins y la trazabilidad de componentes en reparación

Jefferson Danilo Bautista Gamboa

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Mecatrónico

Director

Oscar Fernando Becerra Angarita

Magíster en Ingeniería Eléctrica

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad de Ingeniería Mecatrónica

2025

Dedicatoria

Este logro tan significativo se lo debo, ante todo, a mi madre, por ser el pilar constante en cada etapa de mi vida. Su fortaleza, sacrificio silencioso y amor incondicional fueron la base sobre la cual construí este camino. Su fe en mí me dio el impulso para avanzar con decisión y nunca perder de vista el horizonte.

A mi padre, que desde el cielo me acompaña y su ausencia física no impidió que su legado me guiara. Sus enseñanzas, ejemplo de integridad y palabras sabias siguen marcando el rumbo de mis decisiones. Esta meta cumplida honra su deseo de verme convertido en un profesional íntegro.

A mi tía Faustina, cómplice incondicional de sueños y anhelos, por su entrega desinteresada y compañía constante incluso en los momentos más complejos.

Al compañero de vida de mi madre, por su presencia firme y motivadora, que fortaleció nuestro hogar y nuestras aspiraciones.

A mi compañera de vida, que con su compañía constante, sus palabras de aliento y su amor sincero hizo posible que nunca me rindiera. Gracias por ser mi inspiración, mi apoyo y mi motivación, y por creer en mí incluso en los momentos en que yo mismo dudaba.

A los docentes de la Universidad Santo Tomás, quienes no solo me formaron con excelencia, sino que también inspiraron un compromiso genuino con la ingeniería y el servicio.

Y a mis compañeros de carrera, con quienes compartí retos, aprendizajes y logros, en especial a David, por su apoyo y compañerismo leal.

Contenido

Introducción	14
1. Desarrollo e implementación de una aplicación móvil que permita gestionar de manera automatizada el inventario de repuestos Perkins y la trazabilidad de componentes en reparación	16
1.1 Planteamiento del problema	16
1.2 Justificación.....	17
1.3 Objetivos	19
1.3.1 Objetivo general	19
1.3.2 Objetivos específicos	20
2. Reseña de la empresa	20
3. Marco referencial	22
3.1 Grupos electrógenos en la industria	22
3.2 Mantenimiento de grupos electrógenos.....	23
3.3 Análisis de criticidad en grupos electrógenos	23
3.4 Mantenimiento en motores Perkins	24
3.5 Trazabilidad y diagnóstico del mantenimiento	24
3.6 Planificación del mantenimiento y digitalización	24
3.7 Sistemas de inventario con códigos de barras	25
3.8 Power apps	25
4. Plan de trabajo.....	26
5. Resultados	27
5.1 Desarrollo de los dos primeros objetivos específicos	27

5.2 Desarrollo del tercer objetivo específico.....	34
5.3 Desarrollo del cuarto objetivo específico.....	35
5.4 Evaluación de usabilidad y productividad	39
5.4.1 Pruebas con usuarios involucrados.....	39
5.4.2 Evaluación del impacto en la productividad	40
5.5 Impacto de la optimización en los tiempos de reparación de componentes.....	42
6. Conclusiones	44
7. Recomendaciones	45
Referencias.....	46
Apéndices.....	49

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Plan de trabajo</i>	26
Tabla 2. <i>Resultados de usabilidad</i>	40
Tabla 3. <i>Impacto en productividad</i>	41
Tabla 4. <i>Días transcurridos desde la fecha de solicitud hasta la fecha de entrega en campo para la reparación de componentes</i>	53

Lista de figuras

Figura 1. <i>Alternadores, motores de arranque y repuestos dentro de un grupo electrógeno</i>	27
Figura 2. <i>Consulta de inventario de repuestos en sap</i>	28
Figura 3. <i>Revisión de llamada de servicio Cummins</i>	28
Figura 4. <i>Repuestos Perkins y componentes listos para despacho a campo</i>	30
Figura 5. <i>Interfaz de la primera versión de la aplicación</i>	31
Figura 6. <i>Interfaz de la aplicación desarrollada en power apps</i>	32
Figura 7. <i>Inventario de los repuestos en bodega Girón</i>	33
Figura 8. <i>Proceso de búsqueda, consulta y edición de repuestos mediante el escaneo de códigos de barras</i>	34
Figura 9. <i>Proceso de consulta y visualización de detalles de componentes en reparación</i>	35
Figura 10. <i>Control de acceso (login)</i>	36
Figura 11. <i>Inventario Perkins en sharepoint</i>	36
Figura 12. <i>Componentes en reparación en sharepoint</i>	37
Figura 13. <i>Diagrama de flujo del funcionamiento de la aplicación desarrollada</i>	38
Figura 14. <i>Distribución porcentual de participantes según rol en la empresa</i>	39
Figura 15. <i>Tiempos de reparación de componentes</i>	43
Figura 16. <i>Automatizar limpieza y formato en hoja de excel al cambiar celda de tag</i>	49
Figura 17. <i>Procedimiento vba para buscar y mostrar información según el nombre de hoja en excel</i>	49
Figura 18. <i>Lógica de filtrado y copia de datos con formato según hoja y etiqueta</i>	50
Figura 19. <i>Continuación del procedimiento: copiado detallado con formato y encabezados en hoja de destino</i>	50

Figura 20. <i>Finalización del procedimiento buscarymostrarinformacion</i>	51
---	----

Lista de apéndices

Apéndice A. <i>Código en visual basic for applications del primer diseño</i>	49
Apéndice B. <i>Respuestas abiertas de los usuarios sobre los aspectos destacados en la evaluación de usabilidad.....</i>	51
Apéndice C. <i>Sugerencias de mejoras propuestas por los usuarios durante la evaluación de usabilidad.....</i>	52
Apéndice D. <i>Datos históricos de reparaciones en taller externo</i>	53

Resumen

El presente proyecto aborda la necesidad de optimizar la gestión de inventarios de repuestos Perkins y la trazabilidad de componentes en reparación en TRIENERGY S.A.S., empresa encargada del mantenimiento de grupos electrógenos en el Proyecto Rubiales. Se desarrolló e implementó una aplicación móvil en Power Apps vinculada a sharepoint, que permite gestionar el inventario mediante el escaneo de códigos de barras, controlar el estado de los componentes en reparación y centralizar la información en tiempo real para consulta del personal autorizado. La aplicación contribuyó a reducir tiempos en la identificación de repuestos, optimizar procesos de facturación parcial y mejorar la planificación de mantenimientos, fortaleciendo la eficiencia operativa de la empresa. Este proyecto permitió aplicar conocimientos de Ingeniería Mecatrónica en la automatización de procesos industriales y en el desarrollo de soluciones tecnológicas que aportan al sector energético.

Palabras clave: gestión de inventarios, mantenimiento, power apps, trazabilidad, Ingeniería Mecatrónica

Abstract

This project addresses the need to optimize the management of Perkins spare parts inventory and the traceability of components under repair at TRIENERGY S.A.S., a company responsible for the maintenance of generator sets at the Rubiales Project. A mobile application was developed and implemented using Power Apps integrated with sharepoint, enabling inventory management through barcode scanning, monitoring the status of components under repair, and centralizing real-time information for authorized personnel. The application helped reduce the time required for spare parts identification, optimize partial billing processes, and improve maintenance planning, thereby enhancing the company's operational efficiency. This project enabled the practical application of mechatronics engineering knowledge in the automation of industrial processes and the development of technological solutions that contribute to the energy sector.

Keywords: inventory management, maintenance, power apps, traceability, Mechatronics Engineering

Glosario

Inventario: registro ordenado de los repuestos o materiales disponibles en una empresa, permite controlar las existencias, su ubicación y su uso.

Repuestos Perkins: partes o componentes destinados a sustituir elementos desgastados, dañados o en mantenimiento para la reparación de motores diésel de la marca Perkins.

Trazabilidad: capacidad de seguir el historial, la ubicación y el estado de un componente o repuesto, permite garantizar control, seguimiento y respaldo de cada operación realizada.

Grupo electrógeno: sistema autónomo de generación de energía eléctrica compuesto por un motor de combustión interna (generalmente diésel) y un generador.

M4: mantenimiento mayor preventivo realizado a un equipo a sus 6000 horas de uso incluye cambio de filtros, aceite, ajuste de válvulas y revisión general del sistema.

M5: mantenimiento avanzado a sus 12000 horas de uso, incluye todas las tareas del M4 y la revisión de inyectores, bomba de agua, turbo y componentes.

M6: reacondicionamiento completo (overhaul - 18000 horas), desmontaje del motor, reparación completa y reacondicionamiento del generador si es necesario.

Power apps: plataforma de desarrollo de aplicaciones de Microsoft que permite automatizar procesos empresariales mediante formularios, controles visuales y conexión con fuentes de datos como sharepoint, excel o sql.

Motores diésel: motores que generan energía a partir de la combustión de diésel, sin usar chispa. Funcionan comprimiendo aire dentro del cilindro hasta que eleva su temperatura y luego, al inyectar el combustible, este se enciende por el calor, produciendo movimiento.

Sharepoint: plataforma de Microsoft para la gestión y almacenamiento de información en la nube. Permite crear listas, bibliotecas y sitios colaborativos, facilitando el acceso edición y control de datos en tiempo real desde múltiples dispositivos.

Sql: lenguaje estándar utilizado para gestionar, consultar y manipular bases de datos. Permite realizar operaciones como inserción, actualización, eliminación y búsqueda de datos.

Visual basic for applications (VBA): lenguaje de programación que permite crear funciones, automatizar tareas y personalizar aplicaciones de Microsoft Office.

Scan-it to office: aplicación móvil que permite escanear códigos de barras y enviar los datos en tiempo real a programas como excel o word, facilitando el registro automático desde dispositivos móviles.

Tag: código alfanumérico único asignado a un grupo electrógeno para identificarlo dentro de un sistema de control o mantenimiento. Permite rastrear su historial técnico, asociar repuestos y registrar intervenciones realizadas sobre el equipo.

Número de parte (PN): identificador único asignado por el fabricante a un componente o repuesto, que permite diferenciarlo de otros similares.

RCM (Mantenimiento centrado en la confiabilidad): garantizar la fiabilidad operativa de los equipos, priorizando intervenciones según el impacto de las fallas en la operación, seguridad y los costos.

Orden de compra: documento formal emitido por una empresa para solicitar bienes o servicios a un proveedor.

Llamada de servicio: registro que permite documentar una solicitud de reparación y asociar múltiples ordenes de compra relacionadas, agrupando todos los gastos e insumos utilizados durante la atención del servicio.

Remisión: documento que respalda la entrega o traslado de repuestos o equipos detallando cantidades, fechas y destinos para llevar control en procesos logísticos y administrativos.

Introducción

Los procesos de extracción de petróleo requieren equipos robustos y confiables que garanticen una operación continua en entornos de alta exigencia. Entre estos equipos, los grupos electrógenos desempeñan un papel fundamental al suministrar energía en áreas remotas fuera del alcance de la red eléctrica nacional o en zonas donde la calidad del servicio no cumple con los estándares necesarios para la operación industrial. Estos sistemas, conocidos también como generadores eléctricos, operan principalmente mediante motores de combustión interna diésel, debido a su fiabilidad, durabilidad y rendimiento estable bajo carga. Están diseñados para producir energía de forma autónoma, con un desempeño confiable y consistente. Sus componentes principales incluyen el motor, alternador, sistema de combustible, sistema de arranque, sistema de refrigeración, sistema de escape, sistema de lubricación, panel de control y chasis estructural.

La empresa se encarga de realizar los mantenimientos preventivos, correctivos y overhaul de los grupos electrógenos que operan en el Proyecto Rubiales, ubicado en Puerto Gaitán, Meta. El seguimiento y control de los procesos de mantenimiento son esenciales para prolongar la vida útil de los equipos, reducir costos de reparación y asegurar la confiabilidad de las operaciones en campo. En entornos críticos, se ha demostrado que los equipos mantenidos de forma estructurada reducen la probabilidad de falla en más del 60 % durante las primeras dos semanas de operación [1].

El presente informe documenta las prácticas empresariales realizadas en TRIENERGY S.A.S., centradas en el desarrollo e implementación de una aplicación móvil utilizando Power Apps, vinculada a la plataforma sharepoint, que permite gestionar en tiempo real el inventario de repuestos Perkins mediante códigos de barras, los cuales se han convertido en el estándar omnipresente para la identificación y el seguimiento de productos [2], así como realizar el

seguimiento de los procesos de mantenimiento. Esta herramienta contribuye a la mejora de los procedimientos internos, garantizando procesos más ágiles, organizados y seguros dentro de las operaciones de la empresa, en contraste con lo evidenciado en las microempresas colombianas, donde entre el 30% y 40% no realiza ninguna acción de mejoramiento [3].

1. Desarrollo e implementación de una aplicación móvil que permita gestionar de manera automatizada el inventario de repuestos Perkins y la trazabilidad de componentes en reparación

1.1 Planteamiento del problema

En los programas de mantenimiento de los grupos electrógenos utilizados en operaciones de extracción de petróleo, específicamente en las rutinas M4 (6.000 horas), M5 (12.000 horas) y overhaul M6 (18.000 horas), se requiere el reemplazo de componentes internos de los motores de las marcas Cummins y Perkins. Estos mantenimientos deben realizarse en tiempos específicos para evitar afectaciones en la continuidad operativa y garantizar la fiabilidad de los equipos en campo.

Actualmente, TRIENERGY S.A.S., como distribuidor oficial de la marca Cummins, gestiona sus repuestos a través de un inventario sistematizado con SAP Business One, que permite consultar en tiempo real el stock disponible, la ubicación de los repuestos y gestionar pedidos de importación cuando es necesario. Sin embargo, la marca Perkins no se encuentra integrada en esta base de datos, lo que genera procesos manuales complejos, aumenta la susceptibilidad a errores en la identificación de componentes y conlleva a pérdidas de repuestos por falta de registros y evidencias de control.

Durante las intervenciones de mantenimiento, se identifican componentes que presentan desgaste o fallas, los cuales deben ser enviados desde campo (Campo Rubiales) a la base de operaciones (Girón) para su reparación. En este proceso intervienen transportistas, proveedores externos y personal especializado, generando múltiples puntos de manejo que dificultan el control. Una vez los componentes salen de campo, se pierde su trazabilidad hasta su retorno, afectando la planificación de mantenimientos y generando posibles retrasos en la operación.

1.2 Justificación

En la industria energética, la gestión eficiente de inventarios y el control riguroso de los procesos de mantenimiento de activos son factores determinantes para garantizar la continuidad operativa y la optimización de recursos. TRIENERGY S.A.S., como empresa especializada en la operación y mantenimiento de grupos electrógenos en entornos de alta exigencia, requiere herramientas tecnológicas que permitan fortalecer sus procesos internos y asegurar una trazabilidad completa de sus activos críticos, especialmente de los repuestos Perkins, los cuales, a diferencia de otras marcas integradas a sistemas de gestión automatizados, presentaban limitaciones en su control debido al manejo manual de inventarios y al seguimiento de componentes en mantenimiento.

La ausencia de un sistema automatizado generaba dificultades en la identificación oportuna de repuestos, demoras en la planeación de mantenimientos y posibles pérdidas de componentes, afectando la eficiencia operativa y aumentando los costos asociados a reprocesos. Adicionalmente, la falta de trazabilidad durante el envío de componentes desde campo a base para reparaciones, y viceversa, limitaba la capacidad de control en cada etapa del proceso, afectando la toma de decisiones estratégicas para garantizar la disponibilidad de equipos en operación y la optimización del flujo de trabajo entre áreas.

Frente a esta problemática, la implementación de una aplicación móvil desarrollada en Power Apps y vinculada a la plataforma sharepoint, constituye una solución innovadora, adaptable y de bajo costo, ya que permite capturar información en tiempo real mediante el escaneo de códigos de barras asignados a cada repuesto, automatizando el registro y control de inventarios, así como el seguimiento detallado del estado de los componentes durante el proceso de mantenimiento. Esta herramienta facilita la consulta de información de manera remota por parte del personal de campo

y de base, reduce tiempos de respuesta, evita pérdidas de información y fortalece la planificación de las intervenciones de mantenimiento, generando un impacto positivo en las operaciones.

Un antecedente relevante es la tesis de Ruales Aguilar [4], quien implementó un sistema de código de barra para mejorar la trazabilidad de materiales en un warehouse de mantenimiento de turbinas, logrando una notable reducción en los tiempos de entrega y un incremento en la precisión del inventario, validando así la efectividad del enfoque de digitalización que también se aplica en el presente proyecto.

De forma complementaria, en el trabajo de fin de grado de Moro Pereda [5], se propone la implementación de un sistema basado en sensores RFID, con el objetivo de automatizar y optimizar la trazabilidad de productos dentro de un almacén. Aunque el proyecto demuestra la eficacia del uso de esta tecnología, el propio autor advierte que la solución presenta limitaciones asociadas a su costo elevado, complejidad técnica y las posibles interferencias por materiales metálicos. En ese sentido, muchos repuestos Perkins están fabricados con componentes metálicos y su naturaleza física puede afectar la fiabilidad y precisión del sistema RFID.

La elección de utilizar códigos de barras como eje central de la solución desarrollada en este proyecto no solo responde a criterios de viabilidad técnica y económica, sino que está alineada con las recomendaciones académicas y con los procesos de TRIENERGY S.A.S., donde se busca una implementación ágil, confiable y escalable.

La carencia de un sistema automatizado para el control de inventarios y trazabilidad de repuestos genera pérdidas económicas significativas en la industria. Estudios demuestran que las inexactitudes en los registros de inventario pueden representar entre el 4 % y el 10 % de los ingresos anuales de una empresa, afectando directamente la disponibilidad de repuestos críticos, generando reprocesos, paradas no planificadas y costos logísticos adicionales [6]. Incluso una

pérdida física del 1 % en inventario puede ocasionar hasta un 17 % en ventas perdidas debido a faltantes acumulados [7].

Desde la perspectiva de formación profesional, el desarrollo de este proyecto permite aplicar de manera integral los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Mecatrónica, fortaleciendo competencias en automatización de procesos, desarrollo de soluciones tecnológicas, integración de plataformas de gestión de datos y optimización de flujos de trabajo en entornos industriales reales. Asimismo, aporta al cumplimiento de los estándares de calidad y trazabilidad requeridos en el sector energético, demostrando la importancia de la ingeniería como herramienta de transformación y generación de valor en las organizaciones, mientras fomenta en el aprendiz la capacidad de identificar necesidades del entorno, proponer soluciones eficientes y ejecutar proyectos que contribuyan a la mejora continua de los procesos empresariales.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar e implementar una aplicación móvil en Power Apps, vinculada a SharePoint, que permita gestionar de forma eficiente el inventario de repuestos Perkins mediante el escaneo de códigos de barras y el control de componentes en reparación, con el fin de optimizar los tiempos de identificación de repuestos y garantizar la trazabilidad de las variables críticas del proceso en la empresa TRIENERGY S.A.S.

1.3.2 Objetivos específicos

Diseñar y estructurar una interfaz de usuario intuitiva en Power Apps que permita la gestión integral de repuestos Perkins mediante el escaneo de códigos de barras, incluyendo el registro, consulta, edición y eliminación de información, así como la carga de evidencias fotográficas para fortalecer el control de inventario.

Establecer filtros y herramientas de búsqueda dentro de la aplicación para facilitar la identificación y trazabilidad de repuestos por equipo, integrando un sistema de alertas visuales que indique en tiempo real el estado de stock y los pendientes en la operación.

Incorporar un módulo para el seguimiento de componentes en reparación, permitiendo registrar y consultar en tiempo real el estado del proceso, proveedor, fechas clave, remisiones, informes y documentos asociados a cada componente.

Configurar un sistema de control de acceso mediante una pantalla de inicio de sesión (login) que garantice la seguridad de la información, vinculando la aplicación con SharePoint como base de datos para asegurar el almacenamiento seguro de los registros y el acceso oportuno a la información por el personal autorizado.

2. Reseña de la empresa

TRIENERGY S.A.S. es una empresa colombiana fundada en 1974, especializada en la integración de tres disciplinas estratégicas: generación de energía, potencia motriz y manejo de fluidos. A lo largo de su trayectoria, se ha consolidado como una de las compañías con mayor experiencia en los sectores energético, petrolero e industrial en Colombia, ofreciendo un portafolio amplio de soluciones orientadas a suplir las necesidades operativas de sus clientes. Es

representante exclusivo de Cummins Inc., lo que le permite garantizar la disponibilidad de equipos y repuestos de alta calidad en todas sus operaciones.

La empresa cuenta con sedes principales en Girón (Santander) y Funza (Cundinamarca), desde donde coordina sus operaciones a nivel nacional, prestando servicios especializados a clientes del sector energético, destacándose entre ellos Ecopetrol como cliente principal. TRIENERGY S.A.S. se dedica a la prestación de servicios de mantenimiento preventivo, correctivo y overhaul de grupos electrógenos, asegurando la continuidad y confiabilidad de las operaciones en entornos de alta exigencia.

Su misión se centra en ser la opción preferida de sus clientes para cubrir sus necesidades de generación de energía, accionamiento de maquinaria, bombeo y compresión, comprendiendo sus requerimientos y brindando soluciones integrales que agreguen valor a sus procesos.

Comprometida con la calidad, la seguridad de sus colaboradores y la protección del medio ambiente, cuenta con certificaciones internacionales, entre las que se destacan ISO 9001:2015 (Sistema de Gestión de Calidad), ISO 14001:2015 (Sistema de Gestión Ambiental), ISO 45001:2018 (Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo), el Registro Uniforme de Evaluación del Sistema de Seguridad, Salud en el Trabajo y Ambiente para Contratistas (RUC) y la certificación NORSOK S-006 (Evaluación del Sistema de Gestión HSEQ). Su personal altamente calificado en ingeniería de aplicaciones, soporte técnico y postventa asegura un acompañamiento especializado en todas las etapas de los proyectos en los que participa, garantizando el respaldo técnico necesario para el correcto desarrollo de las operaciones [8].

3. Marco referencial

El sector energético, y en particular las operaciones en entornos petroleros, requiere soluciones tecnológicas que permitan garantizar la disponibilidad operativa de los equipos y la optimización de recursos en procesos críticos como el mantenimiento de sistemas de generación de energía. Para atender estas necesidades, es necesario implementar herramientas de automatización y sistemas de información que faciliten la gestión de inventarios de repuestos y la trazabilidad de componentes durante los procesos de reparación y mantenimiento.

En este contexto, TRIENERGY S.A.S., como empresa especializada en el mantenimiento de grupos electrógenos y en la gestión de repuestos de marcas reconocidas, representa un escenario adecuado para el desarrollo de soluciones tecnológicas que contribuyan a mejorar sus procesos logísticos y de mantenimiento. La práctica profesional realizada en esta empresa permitió aplicar conocimientos de Ingeniería Mecatrónica en el diseño e implementación de una aplicación móvil para la gestión de inventarios y el seguimiento de reparaciones, respondiendo a las necesidades del sector y fortaleciendo las competencias profesionales del aprendiz en el uso de herramientas de automatización y optimización de procesos en entornos reales.

3.1 Grupos electrógenos en la industria

Los grupos electrógenos son unidades autónomas capaces de generar energía eléctrica a partir de un motor de combustión interna acoplado a un generador eléctrico, convirtiendo la energía térmica del combustible en energía mecánica y, posteriormente, en energía eléctrica, lo cual los hace esenciales en sectores donde la continuidad del suministro energético es crítica [9]. Su principal ventaja radica en que pueden operar independientemente de la red eléctrica, siendo indispensables en situaciones de emergencia o en zonas carentes de infraestructura energética.

Estos equipos desempeñan un papel fundamental en operaciones industriales y de extracción de petróleo, al garantizar el suministro de energía en zonas remotas o ante fallas de la red eléctrica, siendo su disponibilidad crítica para asegurar la continuidad operativa [10].

3.2 Mantenimiento de grupos electrógenos

El mantenimiento adecuado de los grupos electrógenos incrementa su confiabilidad, disponibilidad y vida útil, a la vez que reduce los costos operativos y las paradas no planificadas [11]. Entre los tipos de mantenimiento se encuentran:

- Mantenimiento preventivo: actividades planificadas antes de la ocurrencia de fallas. Una revisión sistemática realizada en Perú evidenció que la implementación de planes de mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de los equipos y reduce los costos asociados a fallas inesperadas [12].
- Mantenimiento correctivo: intervención que se realiza tras la ocurrencia de la falla.
- Mantenimiento predictivo: basado en la condición operativa de los equipos.
- Mantenimiento overhaul: implica restaurar el equipo a condiciones operativas originales, incluyendo desmontaje completo, diagnóstico, reparación y prueba de cada componente, como se documentó en el caso de un equipo Perkins 2506 [13]. En TRIENERGY, este tipo de mantenimiento está programado a las 18.000 horas de operación.

3.3 Análisis de criticidad en grupos electrógenos

El análisis de criticidad permite identificar y jerarquizar componentes según su importancia operativa y probabilidad de falla. En grupos electrógenos, sistemas como el de inyección de combustible, enfriamiento y arranque suelen ser los más críticos debido a su alta tasa de fallas y al

impacto directo que tienen en la disponibilidad de los equipos [14]. Este análisis es fundamental para establecer prioridades de mantenimiento y diseñar estrategias enfocadas en la confiabilidad operativa.

3.4 Mantenimiento en motores Perkins

El mantenimiento de motores Perkins requiere atención específica en sistemas de lubricación, enfriamiento, admisión y escape, además de una gestión adecuada de repuestos, considerando que estos motores se utilizan en aplicaciones industriales y grupos electrógenos donde la confiabilidad de sus componentes es esencial [9].

3.5 Trazabilidad y diagnóstico del mantenimiento

Una de las principales debilidades en la gestión del mantenimiento de grupos electrógenos es la falta de trazabilidad en las intervenciones, el historial técnico y los mecanismos de supervisión. Un estudio de diagnóstico aplicado a empresas de servicio de mantenimiento identificó que la diversidad de marcas y la ausencia de registros de fallas funcionales dificultan una gestión eficiente [10]. Herramientas como Power Apps, con funcionalidades de escaneo mediante códigos de barras, permiten identificar repuestos rápidamente, así como almacenar la documentación necesaria para llevar la trazabilidad de los procesos de intervención.

3.6 Planificación del mantenimiento y digitalización

El mantenimiento ha evolucionado de enfoques correctivos hacia estrategias proactivas y predictivas. Actualmente, se reconoce como una función estratégica, indispensable para la confiabilidad operativa y la competitividad empresarial [15]. Este cambio ha sido impulsado por

la incorporación de tecnologías digitales que permiten una supervisión más precisa, como el uso de aplicaciones móviles integradas con bases de datos centralizadas.

3.7 Sistemas de inventario con códigos de barras

La implementación de sistemas de inventario con tecnología de códigos de barras permite automatizar el control de insumos, reducir errores humanos y disminuir tiempos operativos. Estos sistemas se fundamentan en el uso de simbología de códigos, lectores ópticos y plataformas de software integradas [16].

3.8 Power apps

La arquitectura de Power Apps está compuesta por una interfaz gráfica de usuario intuitiva (frontend), motores de conexión con múltiples fuentes de datos, y funcionalidades para manipulación de datos como formularios, galerías, controles y funciones integradas. Esta herramienta permite diseñar aplicaciones móviles o web mediante el uso de componentes visuales enlazados a bases de datos internas o externas [17].

El valor de Power Apps radica en su capacidad para automatizar procesos manuales, como la gestión de inventarios, órdenes de servicio o flujos administrativos. En un caso aplicado a una empresa multinacional, se utilizó Power Apps para reemplazar formularios físicos por una aplicación digital que automatizaba el registro de datos y la interacción con sistemas internos [18].

4. Plan de trabajo

El plan de trabajo se estructuró en fases cronológicas, permitiendo el desarrollo progresivo de la aplicación, garantizando una implementación funcional y práctica para su uso en las operaciones de la empresa.

A continuación, en la Tabla 1 se describen las actividades realizadas, las cuales serán profundizadas en la siguiente sección.

Tabla 1. *Plan de trabajo*

Fases	Actividades Realizadas	Duración
Inducción y adaptación.	Identificación y análisis de procesos operativos. Capacitación acerca de los tipos de mantenimiento aplicables a los equipos. Evaluación y planificación de repuestos. Reconocimiento de procesos operativos, verificación de métodos de control no sistematizados y entendimiento de las necesidades de la empresa.	3 semanas
Desarrollo inicial (Excel-VBA)	Creación de la primera versión usando Microsoft Excel, Visual Basic for Applications y Scan-It to Office para la captura de datos.	4 semanas
Análisis de mejora y toma de decisiones	Identificación de limitaciones del prototipo (necesidad de visualización global y protección de datos).	1 semana
Capacitación en Power Apps	Investigación y dominio de Power Apps, pruebas iniciales de lectura de códigos de barras. Carga y visualización de datos.	3 semanas
Desarrollo en Power Apps	Construcción de formularios de creación, edición y eliminación de registros. Configuración de galerías, carga de datos y creación de filtros de búsqueda con lectura de códigos de barras. Pantalla de acceso (login). Lógica de funcionamiento y navegación.	4 semanas
Optimización y diseño de funcionalidades avanzadas	Implementación de alertas visuales, control de bodega y módulo de trazabilidad de componentes en reparación. Fuentes de datos y conexión con SharePoint.	3 semanas
Pruebas y validación	Capacitación al personal sobre el uso de la aplicación, consultas en tiempo real y creación de usuarios.	2 semanas

5. Resultados

5.1 Desarrollo de los dos primeros objetivos específicos

Durante la fase inicial de las prácticas profesionales se llevó a cabo un reconocimiento de los procesos operativos de la empresa, enfocados en el mantenimiento de grupos electrógenos. Los componentes que presentaban fallas inesperadas eran enviados desde la operación en campo (Campo Rubiales) hacia la base de operaciones Girón, junto a los equipos que requerían mantenimiento overhaul.

Figura 1. *Alternadores, motores de arranque y repuestos dentro de un grupo electrógeno*



La figura 1 se aprecian diversos componentes dentro de un equipo que requiere mantenimiento overhaul, la cantidad y tamaño de los componentes no justifican un transporte individual.

Cuando el equipo es de la marca Cummins, se debe verificar en SAP Business One la disponibilidad de repuestos para la reparación, así como revisar en el Centro de Distribución de Materiales (CDM) las existencias disponibles en las bodegas de Ecopetrol. Adicionalmente, se

realiza la creación de llamadas de servicio asociadas al equipo para el control de gastos, la generación de órdenes de trabajo y la solicitud de traslado de materiales en caso de que el repuesto se encuentre en una bodega diferente.

Figura 2. Consulta de inventario de repuestos en sap

Datos maestros de artículo

Número de artículo: Manual 45-0777

Descripción: ACOPLAMIENTO DISCO KIT HCI434 NTA-855

Nombre extranjero: COUPLING DISC KIT

Clase de artículo: Artículos

Grupo de artículos: Repuestos CPG

Grupo unid. de medida: Manual

Lista de precios: Compra en Dolares

Código de barras:

Precio por unidad: Moneda prim: USD 233,96

General Datos de compras Datos de ventas Datos de inventario Datos de planificación

☒ Sujeto a retención de impuesto

☒ Sujeto a impuesto

☒ Impuesto indirecto

☐ No aplicar grupos de descuento

Fabricante: CUMMINS POWER GENERATIC

ID adicional: CUMMINS

Tipo de compra: Inventario

Números de serie y de lote

Artículo gestionado por: Ning.

Figura 3. Revisión de llamada de servicio Cummins

11.02 Movimientos por Una llamada tomando Solo los documentos Sin Cancelaciones

/* SELECT FROM [D80].[OSCL] M0 */
DECLARE @LLAMADA AS INT

DECLARE @FECHACI AS DATETIME
DECLARE @FECHA AS DATETIME

#	LLAMADA_SERVICIO	FECHA	HORA	TIPO	DOCUMENTO_RELACIONADO	documento_base	ARTICULO	DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO_UNITARIO	CU_SERVICIO	COSTO_TOTAL	C...
1	133711	01/03/2025	1304	15.ENTREGAS	266757	Entrega: 266757	4988747	BOMBA TRANSFERENCIA 4B/6B/6C	1,00	168.211,70		168.211,70	
2	133711	01/03/2025	1414	15.ENTREGAS	266768	Entrega: 266768	AF-947	FILTRO AIRE	1,00	114.702,50		114.702,50	
3	133711	01/03/2025	1250	15.ENTREGAS	266756	Entrega: 266756	PS-1000	FILTRO DE COMBUSTIBLE	2,00	41.358,22		82.716,44	
4	133711	01/03/2025	1402	15.ENTREGAS	266766	Entrega: 266766	PS-1000	FILTRO DE COMBUSTIBLE	2,00	41.358,22		82.716,44	
5	133711	01/03/2025	1250	15.ENTREGAS	266756	Entrega: 266756	PS-19763	ELEMENTO FILTRO SEPARADOR	1,00	52.621,31		52.621,31	
6	133711	01/03/2025	1305	15.ENTREGAS	266758	Entrega: 266758	PS-19763	ELEMENTO FILTRO SEPARADOR	1,00	52.621,30		52.621,30	
7	133711	01/03/2025	1310	15.ENTREGAS	266761	Entrega: 266761	PS-19763	ELEMENTO FILTRO SEPARADOR	1,00	52.621,31		52.621,31	
8	133711	01/03/2025	1402	15.ENTREGAS	266766	Entrega: 266766	PS-19763	ELEMENTO FILTRO SEPARADOR	1,00	52.621,30		52.621,30	
9	133711	01/03/2025	1250	15.ENTREGAS	266756	Entrega: 266756	LF-9009	FILTRO DE ACEITE VENTURI	1,00	75.577,64		75.577,64	
10	133711	01/03/2025	1402	15.ENTREGAS	266766	Entrega: 266766	LF-9009	FILTRO DE ACEITE VENTURI	1,00	75.577,63		75.577,63	
11	133711	01/03/2025	1414	15.ENTREGAS	266768	Entrega: 266768	LF-9009	FILTRO DE ACEITE VENTURI	1,00	75.577,64		75.577,64	
12	133711	02/03/2025	1047	15.ENTREGAS	266787	Entrega: 266787	999-008-013	CABLE AWG CALIBRE 10 COLOR BLANCO TRAMO X 100 MTS	1,00	500.000,00		500.000,00	
13	133711	02/03/2025	1047	15.ENTREGAS	266787	Entrega: 266787	AF-25075	FILTRO DE AIRE EXTERNO	1,00	100.777,69		100.777,69	
14	133711	02/03/2025	1047	15.ENTREGAS	266787	Entrega: 266787	FF-5052	FILTRO COMBUSTIBLE CABLE AWG CALIBRE 10 COLOR BLANCO TRAMO X 100 MTS	1,00	22.829,49		22.829,49	
15	133711	02/03/2025	1047	15.ENTREGAS	266788	Entrega: 266788	FF-5052	FILTRO COMBUSTIBLE	1,00	22.829,48		22.829,48	
16	133711	02/03/2025	1049	15.ENTREGAS	266789	Entrega: 266789	PS-1000	FILTRO DE COMBUSTIBLE	2,00	41.358,22		82.716,44	
17	133711	02/03/2025	1047	15.ENTREGAS	266787	Entrega: 266787	PS-1275	FILTRO DE COMBUSTIBLE	1,00	41.006,00		41.006,00	
18	133711	02/03/2025	1047	15.ENTREGAS	266788	Entrega: 266788	PS-1275	FILTRO DE COMBUSTIBLE	1,00	41.006,00		41.006,00	
19	133711	02/03/2025	1034	15.ENTREGAS	266780	Entrega: 266780	PS-19763	ELEMENTO FILTRO SEPARADOR	1,00	52.621,30		52.621,30	
20	133711	02/03/2025	1041	15.ENTREGAS	266784	Entrega: 266784	PS-19763	ELEMENTO FILTRO SEPARADOR	1,00	52.621,30		52.621,30	
21	133711	02/03/2025	1041	15.ENTREGAS	266785	Entrega: 266785	PS-19763	ELEMENTO FILTRO SEPARADOR	1,00	52.621,31		52.621,31	
22	133711	02/03/2025	1049	15.ENTREGAS	266789	Entrega: 266789	PS-19763	ELEMENTO FILTRO SEPARADOR	1,00	52.621,30		52.621,30	

Ejecutar Cancelar Anular tabla Copiar datos Guardar Grabar como Algoritmo

(200 Characters) 21/07/2025

Operación finalizada con éxito [Mensaje 200-48]

SAP One

En el caso de la marca Perkins, el proceso de gestión de repuestos es diferente, ya que estos deben ser adquiridos a través de un proveedor externo autorizado. Este procedimiento resulta más extenso porque se requiere la cotización de los repuestos y la posterior autorización del cliente de acuerdo con los costos estimados de mantenimiento. Lo más complejo de este proceso es la recepción de repuestos, que generalmente se realiza en entregas parciales debido a las condiciones de importación del distribuidor. La comunicación de estos mantenimientos se gestiona a través de correo electrónico, en el que intervienen los coordinadores de campo, lo que genera demoras adicionales al manejar un alto volumen de correos diariamente. Al momento de la recepción de los repuestos por parte del herramentero (encargado del préstamo de herramientas y de la recepción de repuestos), se dificulta la verificación detallada de cada repuesto, tanto en cantidades como en su identificación, generando pérdidas de tiempo que afectan sus actividades diarias.

A partir de lo descrito anteriormente, surge la necesidad de implementar un sistema que automatice la recepción de los repuestos de la marca Perkins y permita un control de inventario en tiempo real, con el fin de agilizar los procesos de mantenimiento. Asimismo, se requiere integrar el seguimiento de los componentes en proceso de reparación para reducir los tiempos de entrega al cliente.

Figura 4. *Repuestos Perkins y componentes listos para despacho a campo*



En la figura 4 se evidencia que los repuestos se envían con un listado manual, sin control de inventario y con riesgo de pérdidas. Los componentes también se despachan sin trazabilidad del proceso de reparación ni soportes documentales que lo respalden.

Como versión inicial del proyecto, se desarrolló una aplicación en Microsoft Excel con Visual Basic for Applications (VBA) para centralizar la gestión de repuestos y el seguimiento de componentes en reparación. Se diseñó una interfaz de usuario con imágenes representativas de cada módulo y botones de navegación que facilitaban la actualización, validación y eliminación de datos. Además, permitía la selección del TAG de los equipos para consultar información relacionada con los repuestos disponibles y los componentes enviados a reparación en talleres externos.

La programación incluyó una macro que automatizaba la respuesta del sistema al detectar la selección de un TAG por parte del usuario, ejecutando de manera automática una secuencia de funciones: realizar la búsqueda del TAG seleccionado y visualizar la información correspondiente de forma organizada.

Figura 5. Interfaz de la primera versión de la aplicación



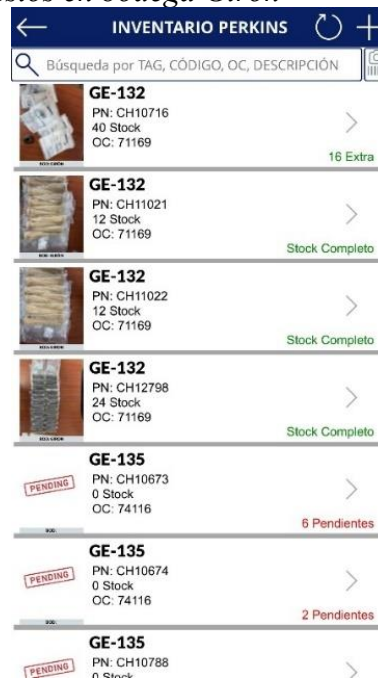
El código VBA utilizado para automatizar la consulta de repuestos y el control de inventarios se incluye en el Apéndice A para su consulta.

Debido a las limitaciones presentadas por la versión inicial desarrollada en Excel como: cierres inesperados del programa, desconexiones frecuentes con la herramienta Scan-It, restricciones de acceso simultáneo al archivo, limitación para almacenar documentos de soporte y fallos en la ejecución de macros, se hizo necesario escalar la solución a una plataforma más robusta. Por tal motivo, se migró el desarrollo a Power Apps, lo que permitió mejorar la fluidez, la velocidad de respuesta y la experiencia de usuario, además de incorporar un sistema de control de acceso más seguro. Esta nueva versión ofrece compatibilidad con dispositivos móviles, facilitando el uso remoto y en tiempo real por parte del personal operativo y administrativo. Según la figura 6, se unificó en el módulo de “INVENTARIO REPUESTOS PERKINS” la funcionalidad correspondiente a las “REMISIONES REPUESTOS PERKINS”, permitiendo que el stock se actualice automáticamente.

Figura 6. *Interfaz de la aplicación desarrollada en power apps*

Al ingresar al módulo “INVENTARIO PERKINS” de la aplicación, se visualizan los repuestos disponibles en la bodega de Girón, organizados por el TAG del equipo al que están asociados. Para cada repuesto, se muestra el número de parte (PN), la cantidad en stock, la orden de compra (OC) correspondiente y el estado de excedentes o faltantes de entrega, lo que permite un control detallado y en tiempo real del inventario disponible para las operaciones de mantenimiento. Esto se aprecia en la Figura 7.

Figura 7. *Inventario de los repuestos en bodega Girón*



Para consultar un repuesto en la aplicación, es posible realizar la búsqueda de forma manual o mediante el escaneo de su código de barras. La aplicación localizará el repuesto en el inventario y mostrará sus detalles asociados. Además, a través de la opción de edición, se pueden añadir evidencias fotográficas o modificar la información correspondiente al repuesto según sea necesario.

Adicionalmente, se implementaron alertas visuales que permiten identificar de forma inmediata el estado del inventario: el color rojo indica repuestos pendientes por recibir o asignar, mientras que el verde señala que el stock está completo o dispone de unidades adicionales, facilitando la toma de decisiones operativas en tiempo real.

Figura 8. *Proceso de búsqueda, consulta y edición de repuestos mediante el escaneo de códigos de barras*



5.2 Desarrollo del tercer objetivo específico

Respecto al módulo de control de componentes en reparación, la búsqueda se puede realizar filtrando por el TAG del equipo, el nombre del componente o el proveedor encargado del servicio. Para cada componente, se incluye la información necesaria que permite mantener la trazabilidad del proceso, desde el inicio de la reparación hasta su recepción en campo para ser instalado. Además, en la sección de adjuntos, se almacena toda la documentación relacionada, incluyendo los informes previos y posteriores a la reparación, así como la proforma de costos, con el fin de proporcionar al cliente los soportes del mantenimiento realizado para agilizar la facturación.

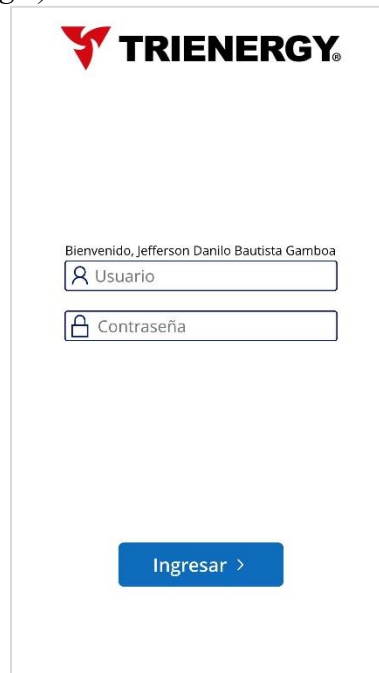
Figura 9. Proceso de consulta y visualización de detalles de componentes en reparación

← REP TALLER EXTERNO	← DETALLES REP EXTERNAS	← DETALLES REP EXTERNAS	← DETALLES REP EXTERNAS
Búsqueda por TAG, COMPONENTE, PROVEEDOR, OC	Estado	F Estimada Entrega	
GE-035 GENERADOR ELECTRO INDUSTRIAL MORENO	FINALIZADO	21 junio 2025	
EN PROCESO	TAG	F Entrega Taller	OK
GE-038 VENTILADOR FELMAQ S.A.S.	GE-035	7 julio 2025	Inf Final
EN PROCESO	F Solicitud Servicio	Remisión	
EN PROCESO	19 mayo 2025	REM 2468	
EN PROCESO	Proveedor	Factura	OK
GE-079 GENERADOR ELECTRO INDUSTRIAL MORENO	ELECTRO INDUSTRIAL MORENO	EIM4345	Observación
EN PROCESO	Equipo	F Entrega Campo	Entregado en campo
EN PROCESO	GENERADOR	10 julio 2025	Adjuntos
EN PROCESO	F Despacho Proveedor	Inf Inicial	S. EIM4345 CONSOLIDADO.pdf
EN PROCESO	20 mayo 2025		INFORME FINAL ST 425 KW GE 035.pdf
EN PROCESO	F Cotización Proveedor		INFORME INICIAL ST 425 KW GE 035.pdf
EN PROCESO	26 mayo 2025		
EN PROCESO	F Autorización		
EN PROCESO	05/06/2025		
EN PROCESO	Llamada		
EN PROCESO	137126		
EN PROCESO	OC		
EN PROCESO	73321		
EN PROCESO	F Estimada Entrega		

5.3 Desarrollo del cuarto objetivo específico

Durante esta fase del proyecto se configuró un sistema de control de acceso mediante una pantalla de inicio de sesión (login) en la aplicación, con el propósito de garantizarla protección y confidencialidad de la información almacenada y generar reportes diarios por correo electrónico, permitiendo mantener un historial detallado de las modificaciones realizadas. Esta funcionalidad exige que los usuarios ingresen sus credenciales antes de acceder a los módulos de gestión de inventarios y reparaciones. Asimismo, se integró la aplicación con SharePoint como base de datos centralizada, asegurando que todos los registros generados durante las operaciones de mantenimiento y logística se almacenen de manera segura en la nube, permitiendo la consulta en tiempo real de la información desde dispositivos móviles y ordenadores por parte del personal responsable, fortaleciendo la trazabilidad y la eficiencia en la gestión de los procesos de la empresa.

Figura 10. Control de acceso (login)



TRIENERGY®

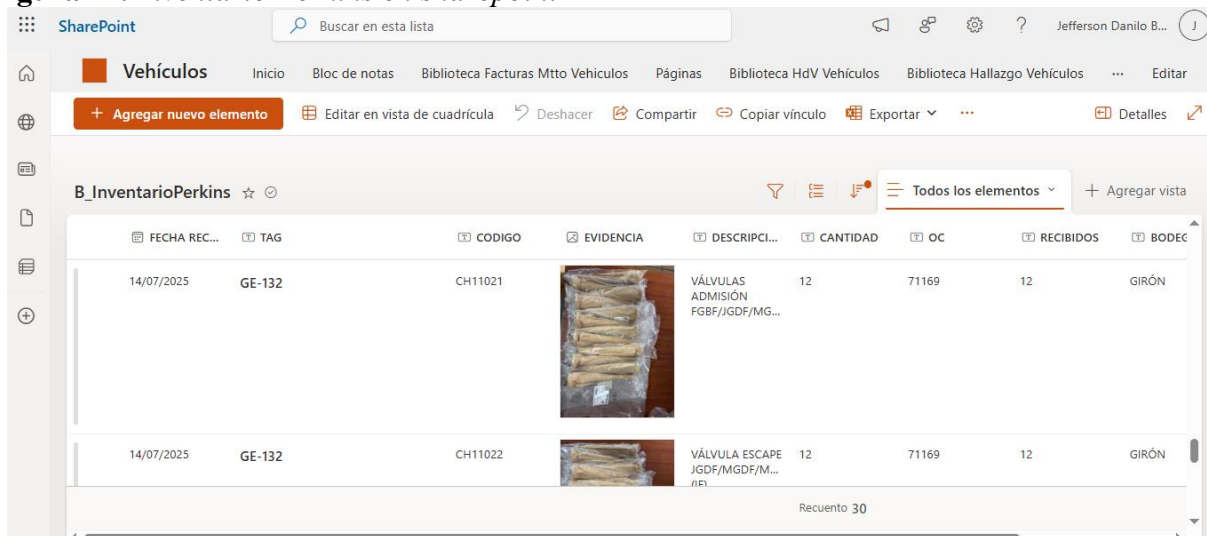
Bienvenido, Jefferson Danilo Bautista Gamboa

Usuario

Contraseña

Ingresar >

Figura 11. Inventario Perkins en sharepoint



SharePoint

Buscar en esta lista

Jefferson Danilo B...

Vehículos Inicio Bloc de notas Biblioteca Facturas Mto Vehículos Páginas Biblioteca HdV Vehículos Biblioteca Hallazgo Vehículos ... Editar

+ Agregar nuevo elemento Editar en vista de cuadrícula Deshacer Compartir Copiar vínculo Exportar ... Detalles

B_InventarioPerkins ☆ ☾

Todos los elementos + Agregar vista

FECHA REC...	TAG	CODIGO	EVIDENCIA	DESCRIPCI...	CANTIDAD	OC	RECIBIDOS	BODEC
14/07/2025	GE-132	CH11021		VÁLVULAS ADMISIÓN FGDF/JGDF/MG...	12	71169	12	GIRÓN
14/07/2025	GE-132	CH11022		VÁLVULA ESCAPE JGDF/JGDF/M... (12)	12	71169	12	GIRÓN

Recuento 30

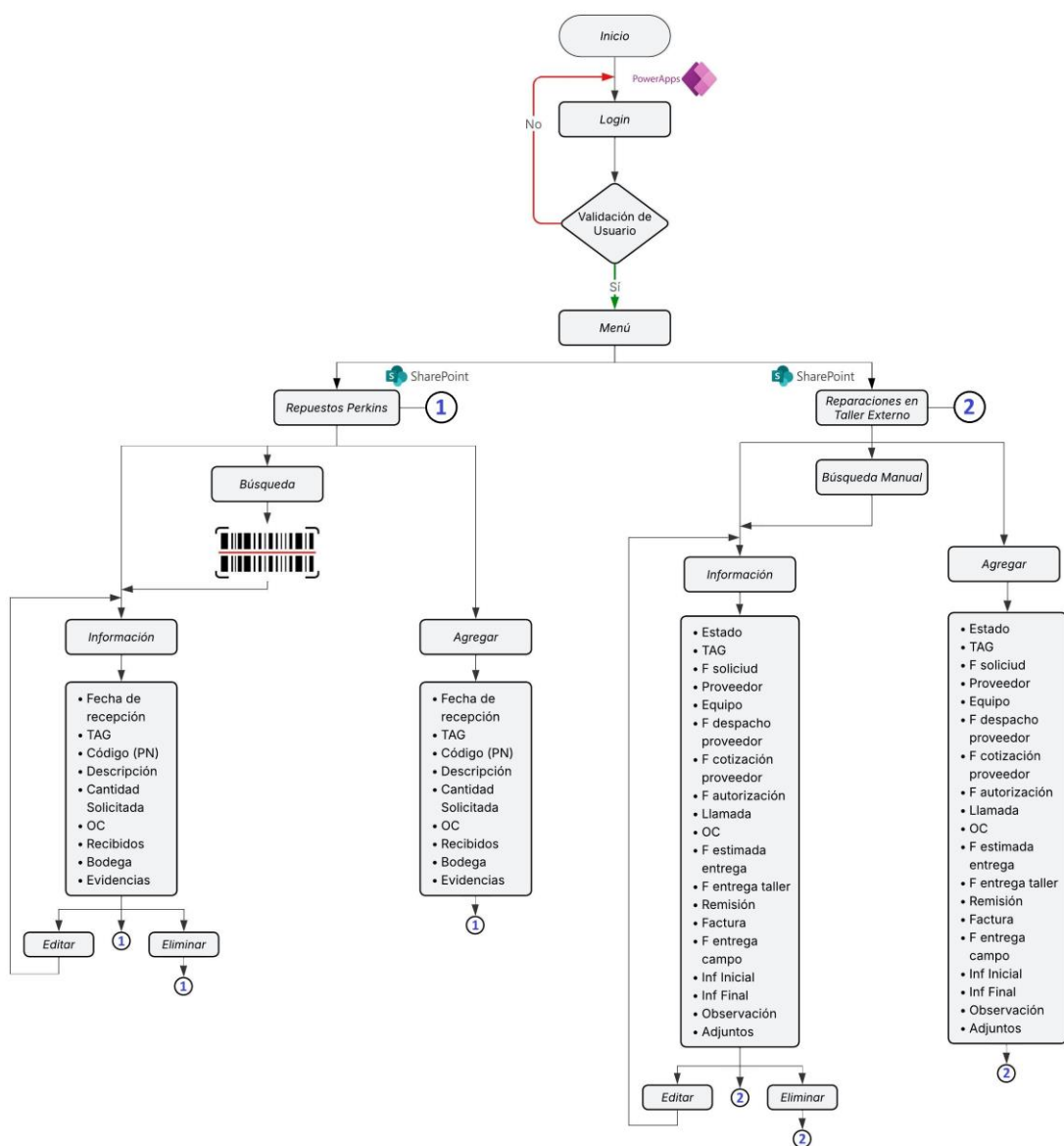
Figura 12. *Componentes en reparación en sharepoint*

The screenshot shows a SharePoint interface for a list named 'Vehículos'. The list is titled 'B_Serv_Rep_Ext' and contains three items. Each item represents a vehicle component in repair, with columns for TAG, Factura, F Entrega, Inf Inicial, Evidencia I..., Inf Final, Evidencia F..., Observación, and Estado. The status 'FINALIZADO' is shown in a green box for each item.

TAG	Factura	F Entrega ...	Inf Inicial	Evidencia I...	Inf Final	Evidencia F...	Observación	Estado
GE-035	EIM4345	10/07/2025	✓		✓		Entregado en campo	FINALIZADO
EXG-1891B	FE13300	27/05/2025	✓		✓		Entregado en campo	FINALIZADO
GE-099	FE520, FE521	27/05/2025	✓		✓		Entregado en campo	FINALIZADO

El siguiente diagrama de flujo sintetiza visualmente estas funcionalidades y permite comprender la lógica estructural y operativa de la aplicación desarrollada:

Figura 13. Diagrama de flujo del funcionamiento de la aplicación desarrollada

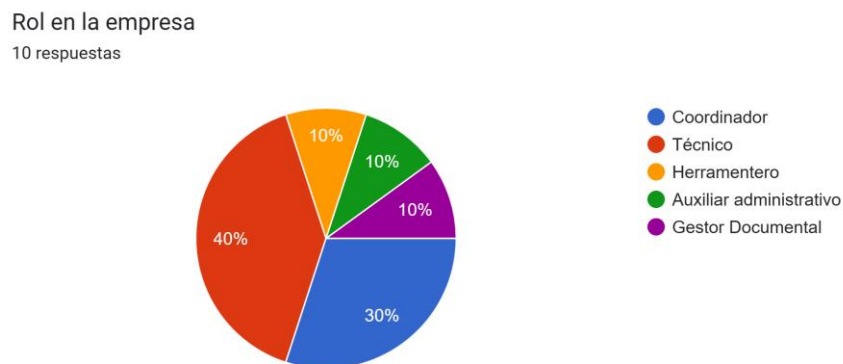


5.4 Evaluación de usabilidad y productividad

5.4.1 Pruebas con usuarios involucrados

Para validar la funcionalidad de la aplicación desarrollada, se realizaron pruebas con los usuarios involucrados directamente en los procesos de mantenimiento, logística, coordinación operativa y gestión administrativa en la empresa. Se seleccionaron diez participantes: tres coordinadores de campo, cuatro técnicos mecánicos, un herramentero, un auxiliar administrativo y un gestor documental. Cada uno ejecutó tareas típicas como la búsqueda de repuestos, verificación de estado de componentes en reparación, edición de información, carga de evidencias y revisión de información para facturación.

Figura 14. *Distribución porcentual de participantes según rol en la empresa*



La evaluación se llevó a cabo utilizando una tabla de criterios basada en una escala de Likert de 1 a 5, donde 1 representa una percepción muy baja y 5 una muy alta. Los resultados se presentan a continuación en la tabla 2:

Tabla 2. Resultados de usabilidad

Criterio Evaluado	Promedio (1-5)	Observaciones clave
Facilidad de navegación	4,9	Fácil acceso y actualización
Claridad en la visualización de datos	5	Dinamizar procesos de búsqueda
Velocidad de respuesta	4,9	Rápida lectura de códigos de barras
Utilidad operativa	4,9	Agilizó procesos de mantenimientos
Mejora frente al proceso previo	5	Evitar procesos manuales
Satisfacción general con la aplicación	5	Facilidad, rapidez y consultas
Σ 4,95		

Además de la evaluación cuantitativa, se recopiló retroalimentación cualitativa mediante preguntas abiertas dirigidas a los usuarios involucrados en las pruebas. En general, los comentarios reflejaron una alta aceptación de la aplicación, destacando aspectos como la facilidad de acceso a la información, la velocidad de consulta y la utilidad operativa (Ver Apéndice B).

Estos elementos coinciden con los puntajes elevados en los criterios evaluados, en especial en satisfacción general (5/5) y utilidad operativa (4,9/5), reforzando la percepción positiva de la solución.

Además de calificar positivamente la experiencia de uso, los participantes propusieron diversas mejoras (Ver Apéndice C), que podrían mejorar el funcionamiento de la aplicación en futuras versiones. Las sugerencias se basaron en ampliar la funcionalidad de la herramienta, adaptarla a nuevos escenarios operativos y fortalecer aspectos de trazabilidad e integración. Estas observaciones reflejan el interés de los usuarios por adoptar una solución cada vez más robusta y ajustada a las necesidades.

5.4.2 Evaluación del impacto en la productividad

Con el objetivo de evaluar el impacto de la aplicación en los procesos internos de la empresa, se realizó un análisis cuantitativo comparativo entre el sistema manual anteriormente

utilizado y la solución digital desarrollada. Para ello, se tomaron como referencia tres indicadores clave:

- Tiempo promedio requerido para la búsqueda de repuestos
- Tasa de identificación correcta sin errores
- Cantidad de correos electrónicos empleados para el seguimiento de componentes

La recolección de datos fue realizada en condiciones reales de operación con una muestra de 15 repuestos aleatorios. Participaron tres usuarios reales de la empresa: un herramentero y dos técnicos mecánicos quienes realizaron las pruebas tanto con el sistema manual como con la aplicación. El tiempo fue medido mediante un cronómetro, registrando el momento de inicio y finalización del proceso, para cada repuesto se repitió la prueba dos veces y se tomó el promedio.

En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 3. *Impacto en productividad*

Repuesto	Tiempo Manual (seg)	Tiempo App (seg)	Error Manual (Sí/No)	Correos Enviados (Manual)	Correos con App	% Mejora
R1	11,43	8,2	Sí	2	0	28,3
R2	14,29	10,2	Sí	3	0	28,6
R3	15,71	10	No	1	0	36,3
R4	16,2	12,8	Sí	1	0	21,0
R5	18,57	14	No	2	0	24,6
R6	17,14	11,3	Sí	3	0	34,1
R7	10	7,3	No	3	0	27,0
R8	7,1	4,9	No	1	0	31,0
R9	10,71	7,2	Sí	2	0	32,8
R10	5,71	4,1	Sí	2	0	28,2
R11	8,57	5,5	Sí	1	0	35,8
R12	10	6,8	No	1	0	32,0
R13	5,71	3,8	No	1	0	33,5
R14	8,57	5,7	No	2	0	33,5
R15	10	7,2	Sí	3	0	28,0
Σ 169,71		Σ 119				% Mejora= 29,89

Cálculo del porcentaje de mejora

Se utilizó la siguiente fórmula para calcular el porcentaje de mejora:

$$\%Mejora = \left(\frac{\Sigma T_{manual} - \Sigma T_{app}}{\Sigma T_{manual}} \right) * 100$$

Donde:

T_{manual} = Tiempo del proceso manual (segundos)

T_{app} = Tiempo con la aplicación (segundos)

De los 15 repuestos evaluados, 8 presentaron errores en su identificación bajo el proceso manual, lo que representa una tasa de error del 53,3 %. Esta cifra fue reducida a 0 % tras la implementación de la aplicación, gracias a la integración del escaneo de códigos de barras y la consulta en tiempo real.

Permitió reducir en promedio un 29,89 % del tiempo de búsqueda y gestión de repuestos. Esta mejora es significativa, sobre todo considerando que los procesos manuales incluían validación de correos, búsqueda de remisiones físicas y consultas verbales.

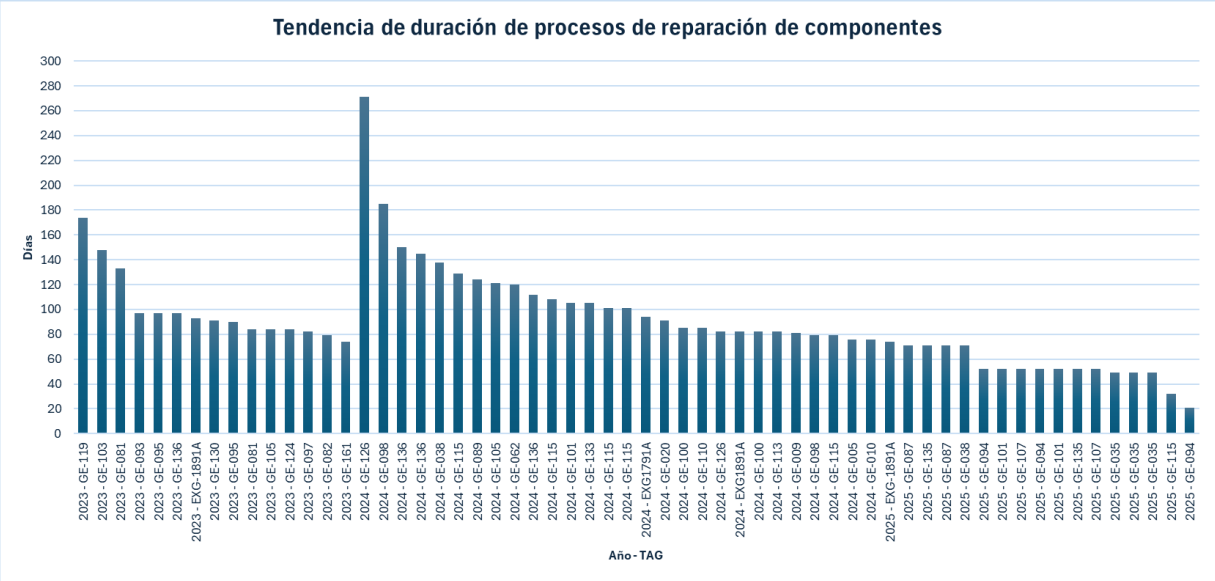
La eliminación de estos correos disminuye la carga administrativa, acelera la toma de decisiones y minimiza pérdidas de información entre departamentos.

5.5 Impacto de la optimización en los tiempos de reparación de componentes

Este análisis se basa en una muestra representativa del historial de reparaciones externas correspondientes a los años 2023, 2024 y 2025. Los datos utilizados corresponden a un subconjunto de los componentes gestionados, lo cual permite observar tendencias relevantes, aunque no representan la totalidad de reparaciones realizadas en años anteriores (Ver Apéndice D).

La comparación se centra en los tiempos promedio de intervención antes y después de la implementación de la aplicación.

Figura 15. *Tiempos de reparación de componentes*



Los resultados muestran que, en 2023, el tiempo promedio de reparación fue de 100 días, y en 2024 aumentó a 110 días, evidenciando limitaciones en la gestión tradicional del proceso. Con la implementación de la solución digital en 2025, el promedio descendió a 54 días, lo cual representa una mejora del 50,91% en los tiempos de reparación. Sin embargo, es importante considerar que los tiempos de reparación no dependen exclusivamente de la eficiencia del sistema implementado o de la logística operativa del personal. Factores externos como la disponibilidad de repuestos, el número de componentes simultáneamente en reparación y la capacidad de la mano de obra técnica también inciden directamente en los plazos de ejecución. A mayor volumen de equipos en proceso de mantenimiento, se incrementa la presión sobre los recursos humanos, lo que puede generar demoras adicionales si no se cuenta con una adecuada planificación de cargas de trabajo.

Este resultado evidencia un impacto directo y medible de la digitalización del proceso, no solo en los plazos de intervención, sino también en la eficiencia administrativa, al reducir los esfuerzos asociados a la trazabilidad, consolidación de datos y elaboración de informes para el cliente.

6. Conclusiones

La implementación de la aplicación permitió mejorar significativamente los procesos de gestión de repuestos Perkins, logrando una reducción del 29,89 % en el tiempo promedio requerido para la identificación de repuestos mediante el escaneo de códigos de barras y la consulta en tiempo real, reduciendo los errores asociados a los registros manuales.

La aplicación permitió un control preciso de los repuestos recibidos y facilitó la facturación parcial, mejorando el manejo del crédito con el distribuidor y asegurando la disponibilidad de repuestos para la atención oportuna de otros equipos en mantenimiento.

El seguimiento de componentes enviados a reparación tuvo una mejora significativa disminuyendo los tiempos de reparación comparados con años anteriores.

La visualización centralizada y en tiempo real del estado de repuestos y componentes en reparación facilitó el acceso a la información por parte de los coordinadores en campo, quienes pudieron realizar consultas desde sus dispositivos móviles, incluso fuera de la oficina. Este sistema reemplazó el método anterior de gestión mediante correos electrónicos dispersos, agilizando la búsqueda de información y asegurando que toda la trazabilidad de los procesos quedara organizada y respaldada de forma segura en SharePoint.

Finalmente, este proyecto permitió aplicar de manera práctica los conocimientos adquiridos durante la formación en Ingeniería Mecatrónica, fortaleciendo competencias en

automatización, programación y análisis de procesos industriales, y generando un aporte tangible a la optimización de los procesos de mantenimiento y gestión logística.

7. Recomendaciones

Complementar la aplicación con módulos de analítica que permitan, a partir del histórico de consumo de repuestos y registros de fallas, generar predicciones sobre el mantenimiento de los grupos electrógenos, anticipando la solicitud de repuestos críticos.

Automatizar la generación de reportes mensuales de inventario y de tiempos de reparación integrando Power Automate con la aplicación para enviar informes automáticos a las áreas de mantenimiento y logística.

Mejorar el sistema de alertas visuales con notificaciones automáticas que informen sobre niveles críticos de stock, repuestos pendientes por recibir o demoras en los procesos de reparación.

Monitorear los indicadores específicos como tiempo en promedio de reparación, nivel de cumplimiento en entregas parciales, reducción de tiempo en consultas de inventario y nivel de disponibilidad de repuestos críticos.

Referencias

- [1] J. Marqusee and D. J. Jenket II, “Reliability of emergency and standby diesel generators: Impact on energy resiliency solutions,” *Applied Energy*, vol. 268, Art. 114918, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.apenergy.2020.114918.
- [2] D. C. Wyld, “RFID 101: the next big thing for management,” *Management Research News*, vol. 29, no. 4, pp. 154–173, 2006, doi: 10.1108/01409170610665022.
- [3] S. Clavijo, “Resultados de la Gran Encuesta a las Microempresas 2018,” *La República*, Colombia, Apr. 25, 2018.
- [4] D. M. Ruales Aguilar, “Implementación de un sistema de código de barras... turbulinas,” Bachelor’s thesis, Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú, 2017. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/7417>
- [5] F. Moro Pereda, “Desarrollo de un sistema de control de inventario en tiempo real mediante tecnología RFID,” Bachelor’s thesis, Escuela de Ingenierías Industriales, Grado en Ingeniería en Organización Industrial, Universidad de Valladolid, Valladolid, España, Jul. 2024. [Online]. Available: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/68907>
- [6] Y. Kang and S. B. Gershwin, “Information inaccuracy in inventory systems: stock loss and stockout,” *IIE Transactions*, vol. 37, no. 9, pp. 843–859, 2005, doi: 10.1080/07408170590969861.
- [7] Y. Rekik, R. Oliva, C. Glock, and A. Syntetos, “Inventory record inaccuracy in grocery retailing: Impact of promotions and product perishability, and targeted effect of audits,” *arXiv preprint arXiv:2506.05357*, 2025. [Online]. Available: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2506.05357>

- [8] TRIENERGY S.A.S., “Nosotros,” TRIENERGY S.A.S. [Online]. Available: <https://energia.trienergy.com/nosotros/>. [Accessed: Jul. 18, 2025].
- [9] G. Rojas, “Grupos electrógenos: Principios básicos,” Boletín técnico, no. 20, pp. 1–9, Caracas, Venezuela, 2018. [Online]. Available: <https://www.gedisa.com.ve/boletin/pdf/2015/Boletin%20técnico%2020%20Grupo%20Electro%20ogenos%20Principio%20Basico.pdf>
- [10] E. Martínez-Delgado, J. Cabrera-Gómez, and B. A. Arce-Castro, “Diagnóstico del servicio de mantenimiento de grupos electrógenos de emergencia,” Ingeniería Mecánica, vol. 22, no. 2, pp. 92–99, May–Aug. 2019. [Online]. Available: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59442019000200092&script=sci_abstract
- [11] R. J. Delgado Vega, “Elaboración del plan de mantenimiento del banco de pruebas y del motor diésel Perkins del Laboratorio de Termodinámica de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica Nacional,” Bachelor’s thesis, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, 2015. [Online]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/9075>
- [12] G. Asis Manrique and W. Coronel Parinango, “Análisis de la implementación de gestión de mantenimiento preventivo en grupos electrógenos en las empresas industriales: una revisión sistemática,” Research work, Universidad Privada del Norte, Sept. 1, 2020. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/11537/24883>
- [13] J. C. Lugo Becerra and W. O. Prada Torres, “Caracterización a modo de dossier del mantenimiento (overhaul) para un equipo del grupo electrógeno,” Undergraduate thesis, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia, 2023. [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/11349/36073>

- [14] M. B. Hourné-Calzada, M. L. Brito-Vallina, A. M. del Castillo-Serpa, E. Fraga-Guerra, and A. Díaz-Concepción, “Análisis de criticidad de grupos electrógenos de la tecnología fuel oil en Cuba,” *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 21, no. 3, pp. 55–61, Jul.–Sept. 2012. [Online]. Available: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2071-00542012000300009&script=sci_abstract
- [15] I. Vargas-Vargas, S. Estupiñán-Díaz, and A. Díaz-Molina, “Actualidad mundial de los sistemas de gestión del mantenimiento,” *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, vol. 51, no. 2, pp. 10–16, Mar.–Aug. 2017. [Online]. Available: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223154251002>
- [16] F. Ángeles and E. Selene, “Propuesta para la administración de inventarios basada en tecnología de código de barras,” Undergraduate thesis, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2023. [Online]. Available: <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/jspui/handle/231104/3254>
- [17] H. Moon, “Implementation of a mobile business application built in Microsoft Power Platform,” Bachelor’s thesis, Haaga-Helia University of Applied Sciences, Finland, 2020. [Online]. Available: <https://www.theseus.fi/handle/10024/339582>
- [18] T. Palmer, “Microsoft PowerApps as an alternative solution to business application development,” Bachelor’s thesis, Haaga-Helia University of Applied Sciences, Finland, 2020. [Online]. Available: <https://www.theseus.fi/handle/10024/352270>

Apéndices

Apéndice A. Código en visual basic for applications del primer diseño

Figura 16. Automatizar limpieza y formato en hoja de excel al cambiar celda de tag

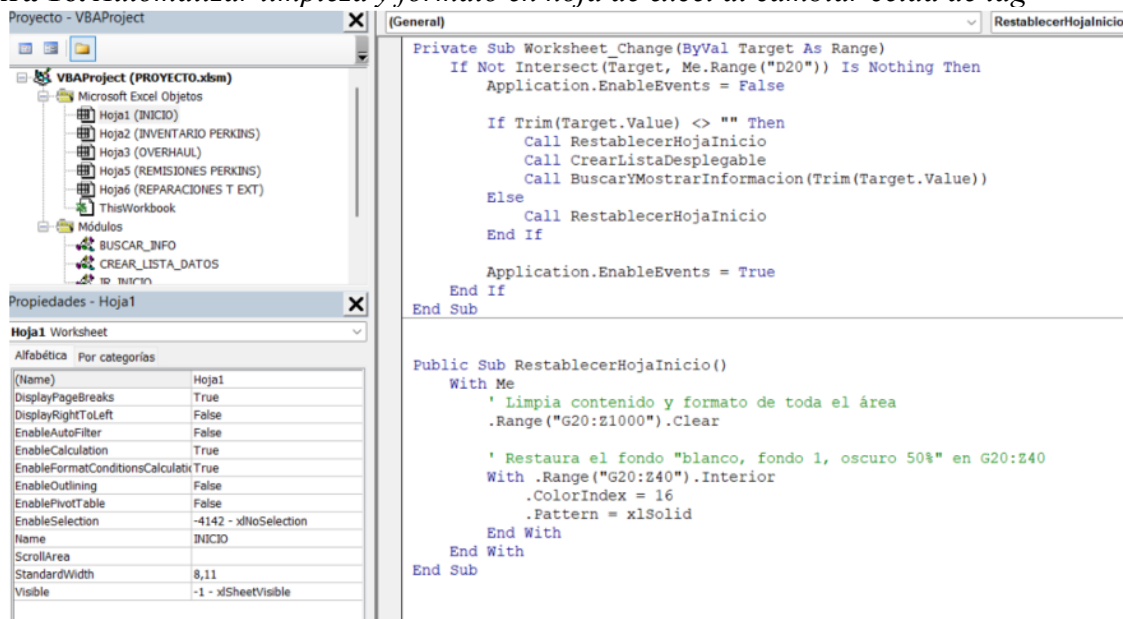


Figura 17. Procedimiento vba para buscar y mostrar información según el nombre de hoja en excel

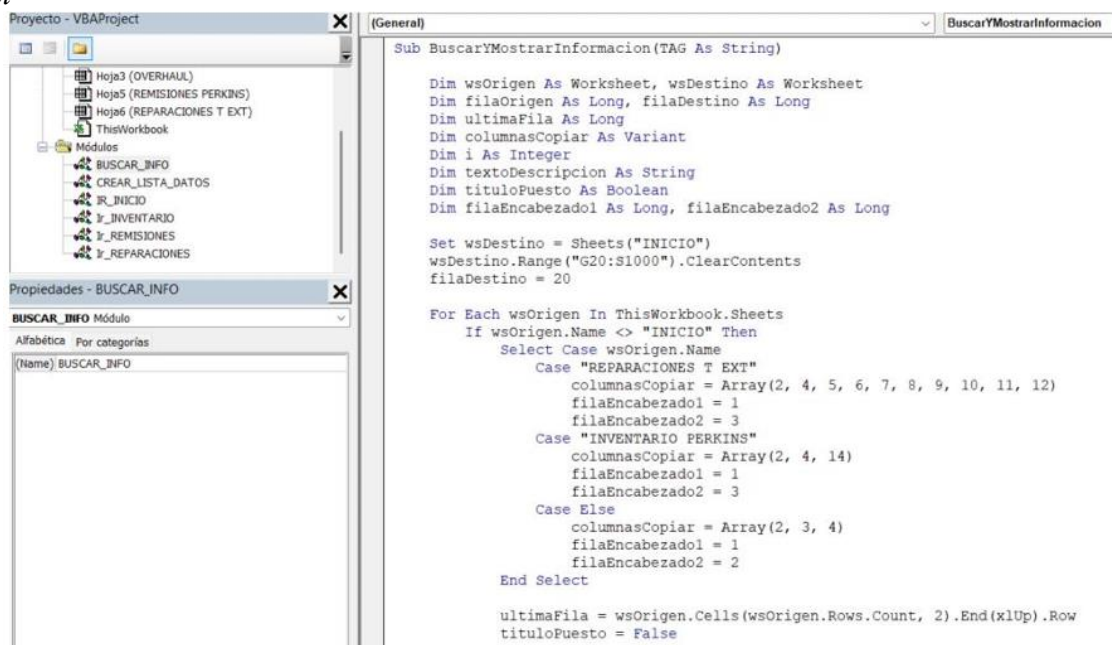


Figura 18. *Lógica de filtrado y copia de datos con formato según hoja y etiqueta*

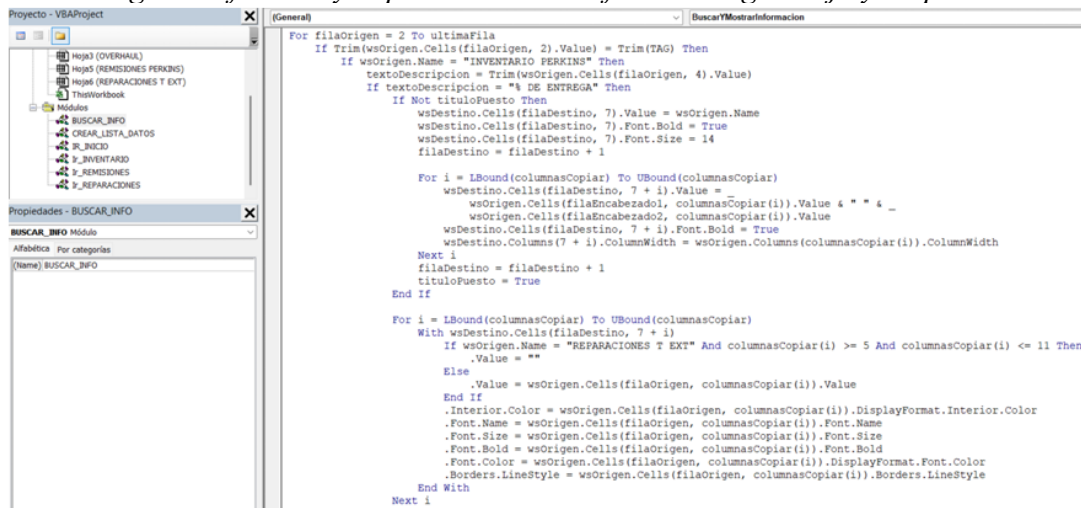
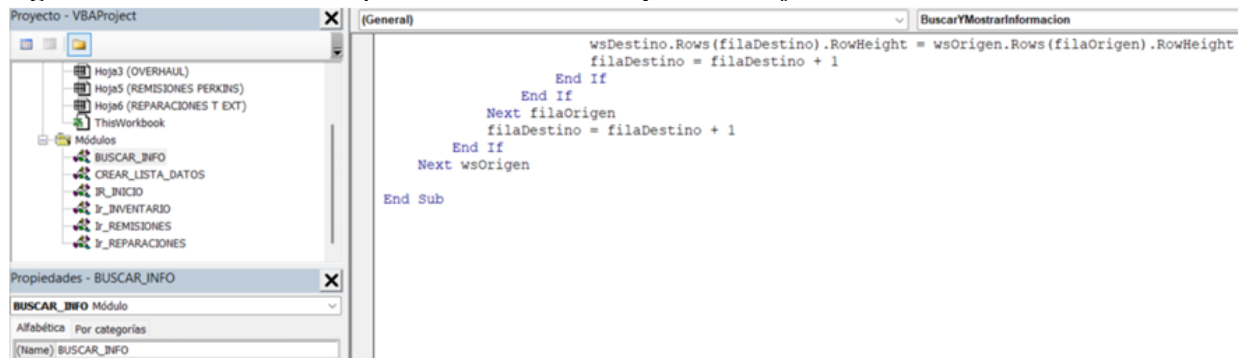


Figura 19. *Continuación del procedimiento: copiado detallado con formato y encabezados en hoja de destino*



Figura 20. Finalización del procedimiento *buscarymostrarinformacion*



Apéndice B. Respuestas abiertas de los usuarios sobre los aspectos destacados en la evaluación de usabilidad

- “Los detalles en los repuestos”
- “Me parece buena idea tener el control de los repuestos que se reciben para facturarlos de manera más rápida y modificar las órdenes de compra con los pendientes”
- “Adquirir la información de manera fácil y rápida”
- “Mejora mucho los procesos en comparación a procesos anteriormente usados evitando trabajos manuales”
- “El facil acceso y visualización de los repuestos de la empresa”
- “muy intuitiva y ajustada a lo que requiere la operación”
- “Facilidad para dinamizar procesos de búsqueda y registro de activos”
- “Es muy rápida la lectura de los códigos de barra”
- “Agiliza procesó de mantenimientos”
- “Facilidad para tener la información actualizada y a la mano en todo momento.”

Apéndice C. *Sugerencias de mejoras propuestas por los usuarios durante la evaluación de usabilidad*

- “Añadirle los parte numero de Caterpillar, Para cuándo no se consigán por parte de casa inglesa tenga claro que repuesto de Caterpillar le sirve ya q son el mismo motor lo q cambia es la línea de los repuestos o la marca, y así poder agilizar el tema de repuestos y no depender de un solo proveedor.”
- “Añadir una sección en donde se puedan guardar las cosas que se solicitan a los proveedores tales como: EPPS, papelería, herramientas entre otros.”
- “Añadir casilla de observaciones por si se presta algún repuesto para otro equipo y se descuenta una cantidad menor a el stock”
- “Que quede un registro de la persona que tomó los repuestos”
- “Que la aplicación funcionara sin interne”

Apéndice D. Datos históricos de reparaciones en taller externo

Tabla 4. Días transcurridos desde la fecha de solicitud hasta la fecha de entrega en campo para la reparación de componentes

Fecha Solicitud Servicio	Año	TAG	Año - TAG	Proveedor	Fecha Cotizacion Proveedor	Fecha Autorizacio n	Fecha entrega Taller	Fecha de entrega en campo	ESTADO	Entrega en campo vs fecha de solicitud (días)
13/9/23	2023	GE-119	2023 - GE-119	CTIFICADORA TC TECNICULATAS S.A	22/9/23	25/9/23	26/2/24	5/3/2024	FINALIZADO	174
9/10/23	2023	GE-103	2023 - GE-103	CTIFICADORA TC TECNICULATAS S.A	24/10/23	27/10/23	26/2/24	5/3/2024	FINALIZADO	148
13/9/23	2023	GE-081	2023 - GE-081	CTIFICADORA TC TECNICULATAS S.A	22/9/23	25/9/23	16/1/24	24/1/2024	FINALIZADO	133
25/3/23	2023	GE-093	2023 - GE-093	'S SOLUCIONES EN REFRIGERACION	9/5/23	12/5/23		30/6/2023	FINALIZADO	97
25/3/23	2023	GE-095	2023 - GE-095	'S SOLUCIONES EN REFRIGERACION	5/5/23	12/5/23		30/6/2023	FINALIZADO	97
25/3/23	2023	GE-136	2023 - GE-136	'S SOLUCIONES EN REFRIGERACION	5/5/23	12/5/23		30/6/2023	FINALIZADO	97
25/3/23	2023	EXG-1891A	2023 - EXG-1891A	DIESELTEC INGENIERIA S.A.S.	8/5/23	15/5/23		26/6/2023	FINALIZADO	93
1/1/23	2023	GE-130	2023 - GE-130	RADIADORES SAN MIGUEL	13/2/23	22/2/23		2/04/2023	FINALIZADO	91
16/11/23	2023	GE-095	2023 - GE-095	TECNIRADIADORES	10/1/24	17/1/24	14/2/24	14/2/2024	FINALIZADO	90
20/11/23	2023	GE-081	2023 - GE-081	INTEGRAL DE BOBINADOS MD SAS	27/12/23	17/1/24	14/2/24	12/2/2024	FINALIZADO	84
20/11/23	2023	GE-105	2023 - GE-105	INTEGRAL DE BOBINADOS MD SAS	27/12/23	17/1/24	14/2/24	12/2/2024	FINALIZADO	84
20/11/23	2023	GE-124	2023 - GE-124	INTEGRAL DE BOBINADOS MD SAS	28/12/23	17/1/24	14/2/24	12/2/2024	FINALIZADO	84
16/11/23	2023	GE-097	2023 - GE-097	TECNIRADIADORES	10/1/24	17/1/24	5/3/24	6/2/2024	FINALIZADO	82
1/1/23	2023	GE-082	2023 - GE-082	RADIADORES SAN MIGUEL	27/1/23	15/2/23		21/03/2023	FINALIZADO	79
9/10/23	2023	GE-161	2023 - GE-161	CTIFICADORA TC TECNICULATAS S.A	18/10/23	20/10/23		22/12/2023	FINALIZADO	74
1/10/24	2024	GE-126	2024 - GE-126	DIESELTEC INGENIERIA S.A.S.	21/11/24	15/5/25	13/6/25	29/6/2025	FINALIZADO	271
8/10/24	2024	GE-098	2024 - GE-098	LOGISTICA INTEGRADA	8/10/24	14/2/25	4/3/25	11/4/2025	FINALIZADO	185
8/10/24	2024	GE-136	2024 - GE-136	LOGISTICA INTEGRADA	17/10/24	14/2/25	4/3/25	7/3/2025	FINALIZADO	150
29/5/24	2024	GE-136	2024 - GE-136	ELECTRO HERNANDEZ	5/6/24	7/10/24	18/10/24	21/10/2024	FINALIZADO	145
24/9/24	2024	GE-038	2024 - GE-038	INTEGRAL DE BOBINADOS MD SAS	7/10/24	28/12/25	7/2/25	9/2/2025	FINALIZADO	138
3/12/24	2024	GE-115	2024 - GE-115	TURBO CENTRO - YIMMY	5/12/24	10/12/24	19/3/25	11/4/2025	FINALIZADO	129
19/6/24	2024	GE-089	2024 - GE-089	TURBO CENTRO - YIMMY	28/6/24	30/9/24	9/10/24	21/10/2024	FINALIZADO	124
19/6/24	2024	GE-105	2024 - GE-105	TECNIRADIADORES	27/6/24	3/10/24	22/10/24	18/10/2024	FINALIZADO	121
29/5/24	2024	GE-062	2024 - GE-062	CTIFICADORA TC TECNICULATAS S.A	5/6/24	6/6/24	24/9/24	26/9/2024	FINALIZADO	120
29/5/24	2024	GE-136	2024 - GE-136	CTIFICADORA TC TECNICULATAS S.A	6/6/24	6/6/24	26/8/24	18/9/2024	FINALIZADO	112
26/11/24	2024	GE-115	2024 - GE-115	DIESELTEC INGENIERIA S.A.S.	9/12/24	14/2/25	11/3/25	14/3/2025	FINALIZADO	108
2/5/24	2024	GE-101	2024 - GE-101	CTIFICADORA TC TECNICULATAS S.A	9/5/24	9/5/24	2/8/24	15/8/2024	FINALIZADO	105
2/5/24	2024	GE-133	2024 - GE-133	CTIFICADORA TC TECNICULATAS S.A	9/5/24	9/5/24	5/8/24	15/8/2024	FINALIZADO	105
26/11/24	2024	GE-115	2024 - GE-115	ELECTRO HERNANDEZ	5/12/24	10/12/24	4/3/25	7/3/2025	FINALIZADO	101
26/11/24	2024	GE-115	2024 - GE-115	ELECTRO HERNANDEZ	5/12/24	10/12/24	4/3/25	7/3/2025	FINALIZADO	101
3/12/24	2024	EXG1791A	2024 - EXG1791A	DIESELTEC INGENIERIA S.A.S.	10/1/25	18/1/25	28/2/25	7/3/2025	FINALIZADO	94
19/6/24	2024	GE-020	2024 - GE-020	CTIFICADORA TC TECNICULATAS S.A	28/8/24	29/8/24	16/9/24	18/9/2024	FINALIZADO	91
28/8/24	2024	GE-100	2024 - GE-100	RODAMOS SAS	11/9/24	30/9/24	6/11/24	21/11/2024	FINALIZADO	85
28/8/24	2024	GE-110	2024 - GE-110	RODAMOS SAS	11/9/24	30/9/24	6/11/24	21/11/2024	FINALIZADO	85
2/5/24	2024	GE-126	2024 - GE-126	RADIADORES SAN MIGUEL	16/5/24	16/5/24	24/6/24	23/7/2024	FINALIZADO	82
31/7/24	2024	EXG1891A	2024 - EXG1891A	LECTRO INDUSTRIAL MORENO S.A.S	8/10/24	8/10/24	17/10/24	21/10/2024	FINALIZADO	82
31/7/24	2024	GE-100	2024 - GE-100	ELECTRO HERNANDEZ	13/8/24	15/8/24	15/10/24	21/10/2024	FINALIZADO	82
31/7/24	2024	GE-113	2024 - GE-113	ELECTRO HERNANDEZ	13/8/24	15/8/24	15/10/24	21/10/2024	FINALIZADO	82
27/9/24	2024	GE-009	2024 - GE-009	INTEGRAL DE BOBINADOS MD SAS	3/4/24	9/5/24	14/6/24	16/6/2024	FINALIZADO	81
18/12/24	2024	GE-098	2024 - GE-098	LECTRO INDUSTRIAL MORENO S.A.S	23/12/24	14/2/25	4/3/25	7/3/2025	FINALIZADO	79
18/12/24	2024	GE-115	2024 - GE-115	LECTRO INDUSTRIAL MORENO S.A.S	23/12/24	14/2/25	4/3/25	7/3/2025	FINALIZADO	79
6/8/24	2024	GE-005	2024 - GE-005	LECTRO INDUSTRIAL MORENO S.A.S	14/8/24	15/8/24	17/10/24	21/10/2024	FINALIZADO	76
6/8/24	2024	GE-010	2024 - GE-010	LECTRO INDUSTRIAL MORENO S.A.S	15/8/24	20/8/24	17/10/24	21/10/2024	FINALIZADO	76
14/3/25	2025	EXG-1891A	2025 - EXG-1891A	DIESELTEC INGENIERIA S.A.S.	21/3/25	26/4/25	13/5/25	27/5/2025	FINALIZADO	74
19/5/25	2025	GE-087	2025 - GE-087	ELECTRO HERNANDEZ	3/6/25	15/6/25	4/7/25	29/7/2025	FINALIZADO	71
19/5/25	2025	GE-135	2025 - GE-135	ELECTRO HERNANDEZ	29/5/25	10/6/25	3/7/25	29/7/2025	FINALIZADO	71
19/5/25	2025	GE-087	2025 - GE-087	ELECTRO HERNANDEZ	3/6/25	15/6/25	4/7/25	29/7/2025	FINALIZADO	71
19/5/25	2025	GE-038	2025 - GE-038	FELMAQ S.A.S.	28/5/25	30/6/25	21/7/25	29/7/2025	FINALIZADO	71
19/5/25	2025	GE-094	2025 - GE-094	ELECTRO HERNANDEZ	4/6/25	15/6/25	3/7/25	10/7/2025	FINALIZADO	52
19/5/25	2025	GE-101	2025 - GE-101	ELECTRO HERNANDEZ	28/5/25	15/6/25	1/7/25	10/7/2025	FINALIZADO	52
19/5/25	2025	GE-107	2025 - GE-107	ELECTRO HERNANDEZ	29/5/25	15/6/25	1/7/25	10/7/2025	FINALIZADO	52
19/5/25	2025	GE-094	2025 - GE-094	ELECTRO HERNANDEZ	28/5/25	15/6/25	3/7/25	10/7/2025	FINALIZADO	52
19/5/25	2025	GE-101	2025 - GE-101	TURBO CENTRO - YIMMY	28/5/25	15/6/25	1/7/25	10/7/2025	FINALIZADO	52
19/5/25	2025	GE-135	2025 - GE-135	TURBO CENTRO - YIMMY	28/5/25	10/6/25	1/7/25	10/7/2025	FINALIZADO	52
19/5/25	2025	GE-107	2025 - GE-107	TURBO CENTRO - YIMMY	28/5/25	15/6/25	3/7/25	10/7/2025	FINALIZADO	52
19/5/25	2025	GE-035	2025 - GE-035	ELECTRO INDUSTRIAL MORENO	26/5/25	5/6/25	7/7/25	7/7/2025	FINALIZADO	49
19/5/25	2025	GE-035	2025 - GE-035	ELECTRO HERNANDEZ	30/5/25	5/6/25	16/6/25	7/7/2025	FINALIZADO	49
19/5/25	2025	GE-035	2025 - GE-035	ELECTRO HERNANDEZ	30/5/25	5/6/25	16/6/25	7/7/2025	FINALIZADO	49
2/5/25	2025	GE-115	2025 - GE-115	TECNICULATAS	12/5/25	15/5/25	29/5/25	3/6/2025	FINALIZADO	32
19/5/25	2025	GE-094	2025 - GE-094	TECNICULATAS	26/5/25	27/5/25	4/6/25	9/6/2025	FINALIZADO	21

Nota: Extraída del historial de reparaciones realizadas en la empresa.