

**Automatización de procesos y capacitación de personal para la optimización del
mantenimiento de flotas en el transporte masivo**

Jonnathan Smith Garcia Puerto

Asesor

Sebastian Velez Jaramillo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería ECBTI
Especialización en Ciencia de Datos y Analítica

2025

Sebastian Velez Jaramillo

Nombre Director de Trabajo de Grado

Felipe Alexander Pipicano Guzman

Jurado

Resumen

El proyecto propone la optimización del mantenimiento de flotas en el transporte masivo mediante la automatización de procesos como la recolección, unificación y análisis de datos. Actualmente, estas actividades se realizan de manera manual y dispersa, lo que dificulta el análisis eficiente y retrasa la toma de decisiones. La implementación de tecnologías de monitoreo predictivo y análisis de datos permitirá anticipar fallos, reducir tiempos de inactividad y optimizar recursos. Además, se busca capacitar al personal para adaptarse a las nuevas herramientas tecnológicas, evitando su desplazamiento laboral y promoviendo su continuidad en la organización.

Este enfoque no solo mejora la eficiencia operativa y la vida útil de los activos, sino que también promueve el crecimiento del talento humano, garantizando un impacto positivo en la organización y el entorno laboral. La propuesta integra soluciones tecnológicas y sociales, asegurando un sistema de transporte más eficiente y sostenible.

El problema principal identificado es la dispersión de información en distintas plataformas y sistemas, lo cual dificulta su análisis y genera retrasos en la implementación de acciones correctivas. Además, la falta de unificación y procesamiento adecuado de los datos impide una gestión óptima del mantenimiento. La automatización plantea soluciones para recolectar, unificar y procesar datos de manera eficiente, mejorando la toma de decisiones en el mantenimiento de la flota.

El proyecto también aborda el impacto social de la automatización, ya que el personal técnico podría verse desplazado si no se le capacita para manejar, desarrollar o mantener las nuevas herramientas tecnológicas. La capacitación no solo garantiza la continuidad laboral, sino

que también permite al personal ocupar roles más elevados y valiosos dentro de la organización, promoviendo la sostenibilidad laboral.

La justificación del proyecto radica en la necesidad de optimizar la gestión del mantenimiento de flotas, la cual enfrenta desafíos debido al manejo de grandes volúmenes de información provenientes de múltiples plataformas y formatos. La automatización permitirá una recolección y procesamiento de datos más eficientes, optimizando tiempos de respuesta, reduciendo errores humanos y facilitando la identificación de patrones para el mantenimiento predictivo. Esto se traducirá en la reducción de costos, incremento de la vida útil de los activos y mayor disponibilidad de la flota.

Además de los beneficios operativos y económicos, el proyecto tiene un enfoque social al capacitar al personal técnico en nuevas competencias relacionadas con el desarrollo de herramientas tecnológicas. Esto garantiza la continuidad laboral del equipo humano, aumentando su valor dentro de la organización y promoviendo un uso más inteligente y sostenible de los recursos humanos disponibles.

El enfoque integral del proyecto asegura no solo mejoras en la eficiencia operativa, sino también un impacto positivo en el entorno laboral y el desarrollo del talento humano. Se busca implementar soluciones tecnológicas inclusivas y sostenibles que no solo optimicen procesos, sino que también fortalezcan el talento humano disponible. Esto contribuye al desarrollo organizacional y a la sostenibilidad del sistema de transporte masivo, asegurando un impacto positivo a largo plazo tanto en términos operativos como sociales.

En conclusión, la automatización de procesos en el mantenimiento de flotas y la capacitación del personal no solo optimizarán recursos y reducirán tiempos de inactividad, sino que también fomentarán el crecimiento del talento humano, promoviendo un entorno laboral

inclusivo y sostenible. Este enfoque integral garantiza beneficios operativos, económicos y sociales a largo plazo, contribuyendo al desarrollo organizacional y al crecimiento del talento humano.

Palabras clave: Automatización, capacitación, datos, flota, mantenimiento, predictivo, procesos, sostenibilidad, tecnología, transporte.

Abstract

The project proposes the optimization of fleet maintenance in mass transportation by automating processes such as data collection, unification and analysis. Currently, these activities are carried out manually and dispersed, which makes efficient analysis difficult and delays decision-making. The implementation of predictive monitoring and data analysis technologies will allow for anticipating failures, reducing downtime and optimizing resources. In addition, the project seeks to train staff to adapt to new technological tools, avoiding their job displacement and promoting their continuity in the organization.

This approach not only improves operational efficiency and the useful life of assets, but also promotes the growth of human talent, guaranteeing a positive impact on the organization and the work environment. The proposal integrates technological and social solutions, ensuring a more efficient and sustainable transportation system.

The main problem identified is the dispersion of information across different platforms and systems, which makes its analysis difficult and generates delays in the implementation of corrective actions. In addition, the lack of unification and adequate processing of data prevents optimal maintenance management. Automation offers solutions to efficiently collect, unify and process data, improving decision-making in fleet maintenance.

The project also addresses the social impact of automation, as technical staff could be displaced if they are not trained to manage, develop or maintain new technological tools. Training not only guarantees job continuity, but also allows staff to occupy higher and more valuable roles within the organization, promoting job sustainability.

The justification for the project lies in the need to optimize fleet maintenance management, which faces challenges due to the management of large volumes of information from multiple platforms and formats. Automation will allow for more efficient data collection and processing, optimizing response times, reducing human errors and facilitating the identification of patterns for predictive maintenance. This will translate into reduced costs, increased asset life and greater fleet availability.

In addition to operational and economic benefits, the project has a social focus by training technical staff in new skills related to the development of technological tools. This ensures the continuity of the human team's work, increasing its value within the organization and promoting a smarter and more sustainable use of available human resources.

The comprehensive approach of the project ensures not only improvements in operational efficiency, but also a positive impact on the work environment and the development of human talent. The aim is to implement inclusive and sustainable technological solutions that not only optimize processes, but also strengthen the available human talent. This contributes to organizational development and the sustainability of the mass transportation system, ensuring a positive long-term impact in both operational and social terms.

In conclusion, the automation of processes in fleet maintenance and staff training will not only optimize resources and reduce downtime, but will also encourage the growth of human talent, promoting an inclusive and sustainable work environment. This comprehensive approach guarantees long-term operational, economic and social benefits, contributing to organizational development and the growth of human talent.

Keywords: Automation, training, data, fleet, maintenance, predictive, processes, sustainability, technology, transportation.

Tabla de Contenido

Introducción	12
Planteamiento del Problema	13
Justificación	14
Objetivos	15
Objetivo General	15
Objetivos Específicos	15
Marco Conceptual y Teórico	16
Conceptos Clave.....	16
Bases Teóricas.....	16
Aplicaciones Prácticas	17
Metodología	18
Fase de Diagnostico	18
Fase de Diseño	20
Diseño de la Solución Automatizada	20
Diseño del Programa de Capacitación.....	21
Fase de Implementación.....	23
Implementación del Sistema Automatizado	23
Ejecución del Plan de Capacitación	24
Fase de Evaluación y Mejora Continua	25
Sensibilización Sobre la Importancia del Proyecto – Inspiración Desde Talentos Ocultos	27
Conclusiones	29
Recomendaciones	30

Referencias Bibliográficas	31
----------------------------------	----

Lista de Tablas

Tabla 1 *Inventario de Implementación de la Automatización* 23

Tabla 2 *Inventario de Implementación de la Capacitación* 24

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Flujograma de Automatización</i>	21
Figura 2 <i>Flujograma de Diseño de Capacitación</i>	22
Figura 3 <i>Ciclo PHVA</i>	26
Figura 4 <i>Katherine Johnson en la NASA, en 1966</i>	28

Introducción

El mantenimiento de flotas en el transporte masivo es un proceso crítico para asegurar la operatividad, la seguridad y la eficiencia en el uso de los recursos. Sin embargo, la dispersión de los datos en múltiples plataformas, así como la dependencia de procesos manuales para su integración y análisis, representa una limitación importante para la toma de decisiones oportuna y fundamentada. Esta situación puede traducirse en retrasos operativos, aumento de costos y una menor capacidad de anticiparse a fallos o necesidades de mantenimiento correctivo.

Ante este contexto, la automatización de procesos, especialmente mediante la recolección, unificación y procesamiento inteligente de datos, surge como una alternativa prometedora. No obstante, su adopción efectiva requiere no solo del diseño de soluciones tecnológicas adecuadas, sino también de un cambio organizacional que contemple la capacitación del personal técnico para asumir nuevos roles y responsabilidades.

Este proyecto propone el desarrollo de una guía teórica de referencia para la implementación futura de un sistema automatizado que permita integrar y procesar datos relacionados con el mantenimiento de flotas en una empresa de transporte masivo. La guía se enfoca tanto en los aspectos técnicos de la integración de plataformas y fuentes de datos, como en la elaboración de modelos para el procesamiento y análisis de dicha información. Asimismo, se incluye una propuesta teórica de programa de capacitación para el personal, con el fin de facilitar su adaptación a las nuevas tecnologías, evitando su desplazamiento y promoviendo su reconversión laboral.

Desde este enfoque, se busca aportar una base conceptual y estratégica para una eventual transformación digital del área de mantenimiento, contribuyendo a mejorar la eficiencia operativa, la sostenibilidad del sistema y el fortalecimiento del talento humano en el sector.

Planteamiento del Problema

En el sector de transporte masivo, se presentan diversos factores críticos en el mantenimiento de la flota, los cuales tienen como finalidad asegurar la operación de los activos, seguridad de los usuarios y optimización de los costos. Sin embargo, actualmente se presentan problemas como:

1. La información relacionada con el mantenimiento se encuentra dispersa en distintas plataformas y sistemas, lo que dificulta su análisis.
2. La falta de unificación y procesamiento adecuado de los datos genera retrasos en la toma de decisiones y en la implementación de acciones correctivas.

Donde a su vez, el avance de las diversas tecnologías de automatización presenta algunos retos adicionales: donde el personal de mantenimiento actualmente se podría ver inmerso en desplazamiento laboral si no se le capacita adecuadamente para manejar, desarrollar o mantener estas nuevas herramientas tecnológicas. Por lo tanto, es fundamental abordar estos temas:

1. Implementar sistemas de automatización para recolectar, unificar y procesar datos de manera más eficiente, lo que permitirá mejorar la gestión del mantenimiento de la flota.
2. Diseñar estrategias de capacitación para que el personal técnico pueda adaptarse a estas nuevas tecnologías, ocupando roles más elevados y manteniéndose como un recurso valioso dentro de la organización.

Este planteamiento busca integrar soluciones tecnológicas y sociales, las cuales tienen como finalidad garantizar un sistema de transporte más eficiente y sostenible, donde a su vez se aprovecha el crecimiento del talento humano disponible.

Justificación

El mantenimiento de una flota de transporte masivo es fundamental para garantizar la operatividad, la seguridad y la optimización de recursos, sin embargo, se presentan casos en la gestión del mantenimiento relacionados con los grandes volúmenes de información provenientes de múltiples plataformas y formatos, lo cual dificulta el análisis y la toma de decisiones.

Por lo tanto, la implementación de sistemas de automatización con fines de recolección, unificación y procesamiento de la información presentan una solución que no solamente optimiza tiempos de respuesta y reduce errores humanos, sino que también brinda la oportunidad de identificar patrones, predecir fallos y mejorar la planeación. Lo cual se transforma e interpreta en reducción de costos, incremento de la vida útil e incremento en la disponibilidad de los activos.

Pero estas implementaciones representan una gran afectación al personal técnico, ya que se reduce gran cantidad de actividades tradicionales. Lo cual brindan una oportunidad para capacitar al personal actual en nuevas competencias relacionadas con el desarrollo de estas herramientas tecnológicas. Este tipo de enfoque permite la continuidad laboral del equipo humano, incrementando su valor dentro de la organización y permite un uso más inteligente y sostenible de los recursos humanos disponibles.

Basado en esta explicación, justificar la implementación de estas estrategias no solo radica en los beneficios tecnológicos y económicos, sino también en el impacto social, garantizando que las innovaciones sean inclusivas y sostenibles.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar una guía teórica que sirva como referencia para la implementación de un sistema automatizado de integración y procesamiento de datos en una empresa de transporte masivo, con énfasis en la optimización del mantenimiento de la flota y en un programa de capacitación para el personal actual, facilitando su adaptación a las nuevas tecnologías.

Objetivos Específicos

Identificar y documentar las principales plataformas y fuentes de datos utilizadas en el mantenimiento de la flota de transporte masivo.

Diseñar un modelo teórico de integración y unificación de datos que pueda ser implementado por la empresa en un futuro.

Elaborar recomendaciones teóricas sobre cómo procesar y analizar los datos para optimizar la toma de decisiones relacionadas con el mantenimiento.

Proponer un programa de capacitación teórico que prepare al personal para operar, mantener y desarrollar soluciones basadas en sistemas automatizados.

Evaluar, mediante un análisis teórico, el posible impacto de la automatización y de la capacitación en la eficiencia del mantenimiento de la flota y en la adaptación del personal a los nuevos procesos.

Marco Conceptual y Teórico

Las actividades se centran en los principios, conceptos y teorías que sustentan la solución a la propuesta para mejorar el mantenimiento de una flota de transporte masivo mediante la automatización de procesos y capacitación del personal técnico.

Conceptos Clave

Automatización: Hace énfasis en el uso de sistemas tecnológicos y herramientas computacionales, las cuales permiten ejecutar tareas repetitivas o complejas sin intervención humana constante.

Mantenimiento predictivo: Es una estrategia de mantenimiento que utiliza datos históricos y en tiempo real para predecir posibles fallos antes que afecten los activos, donde la metodología se basa en el análisis de patrones y tendencias de los datos recopilados.

Recolección de datos: Es el proceso por el cual se obtiene información de distintas fuentes, tanto tecnológicas de seguimiento como múltiples sensores, al automatizar estas actividades permite centralizar la información y reducción de errores a la ingesta de datos.

Capacitación tecnológica: Proceso de enseñanza diseñada para proporcionar al personal habilidades y conocimientos necesarios para operar, mantener y desarrollar soluciones tecnológicas.

Sostenibilidad laboral: Es un valor importante en el campo laboral, ya que la permanencia de personal dentro de una compañía permite la estabilidad y continuidad del negocio.

Bases Teóricas

Teoría de los sistemas ciberfísicos: Es la integración entre sistemas físicos (Activos) con sistemas digitales (software) mediante la conectividad y el procesamiento de los datos en tiempo

real, donde nos permite comprender la implementación de la automatización en el mantenimiento de la flota.

Teoría de la gestión del conocimiento: Es la gestión del conocimiento partiendo de la captura, organización y difusión del conocimiento dentro de la organización, donde al momento de capacitar al personal se promueve la transferencia del conocimiento, permitiendo la adaptación y desarrollo efectivo de las habilidades adquiridas.

Modelo de la mejora continua: Es el modelo que nos permite constantemente evaluar y gestionar los desarrollos realizados, con la finalidad de incrementar la eficiencia y exigencia de los diferentes procesos.

Teoría del cambio organizacional: Nos brinda la información necesaria para la adaptación de nuevas tecnologías a nivel empresarial, donde la gestión adecuada de los procesos de cambio, comunicación, capacitación y soporte del personal garantizan el éxito de las estrategias planteadas.

Big data y análisis predictivo: En primera instancia nos garantiza el procesamiento de grandes volúmenes de datos para desarrollar análisis de estos, generando identificación de patrones donde son utilizados en el mantenimiento predictivo mediante de herramientas automatizadas.

Aplicaciones Prácticas

En la industria del transporte existen empresas como Siemens Mobility y Alstom han desarrollado sistema de monitoreo predictivo, los cuales son implementados por medio de sensores y algoritmos de análisis reduciendo los tiempos muertos en la flota.

Los programas de capacitación tecnológicas desarrollados por Caterpillar University, han demostrado como el personal puede adquirir diversas habilidades y mantenerse a la vanguardia.

Metodología

La metodología propuesta se fundamenta en el diseño de una guía teórica que oriente a las empresas de transporte masivo interesadas en implementar un sistema automatizado de integración y procesamiento de datos, enfocado en la optimización del mantenimiento de su flota. Esta guía se estructura en cuatro fases principales: diagnóstico, diseño, implementación, y evaluación con mejora continua. Cada fase contempla actividades clave, resultados esperados y recomendaciones para su desarrollo, brindando así un marco de referencia completo y adaptable.

Fase de Diagnóstico

Esta fase tiene como objetivo identificar y caracterizar el estado actual de los procesos de mantenimiento y las fuentes de datos que los soportan. El diagnóstico permite establecer las brechas existentes entre la situación actual y el escenario deseado de automatización.

Se recomienda iniciar con un análisis interno que contemple entrevistas con personal del área de mantenimiento, revisión documental y observación directa de los procesos. Es fundamental identificar todas las tareas operativas, flujos de trabajo y plataformas utilizadas en la gestión del mantenimiento (sistemas de planificación, hojas de cálculo, aplicaciones móviles, etc.). A partir de este análisis, se debe elaborar un inventario de procesos y fuentes de datos, clasificándolos en función de su frecuencia, impacto, repetitividad y posibilidad de automatización.

Además, se sugiere categorizar las actividades según su nivel de criticidad, diferenciando aquellas que pueden ser automatizadas con relativa facilidad de aquellas que requieren intervención humana constante. Este análisis permitirá priorizar los esfuerzos futuros de diseño.

En el contexto del transporte masivo, es común que las empresas gestionen sus activos mediante sistemas ERP (Enterprise Resource Planning), los cuales centralizan múltiples procesos administrativos, técnicos y operativos. Entre los más utilizados en el sector se encuentran plataformas como SAP, Infor o IBM Maximo, que permiten una gestión integral del mantenimiento, inventario, órdenes de trabajo y seguimiento de recursos.

Estas plataformas representan una fuente clave de información, y a través de herramientas internas, exportación de informes, o mediante el uso de interfaces API, es posible extraer datos relevantes sobre fallas recurrentes, historial de mantenimiento, consumo de repuestos y rendimiento de unidades.

El análisis de estas fuentes debe contemplar tanto su estructura técnica como los flujos operativos asociados, con el fin de determinar qué procesos son susceptibles de automatización. De este modo, se pueden identificar oportunidades para integrar herramientas de análisis predictivo o sistemas de alerta temprana basados en los datos históricos del ERP.

Ejemplo práctico

Contexto: Diagnóstico del proceso de mantenimiento de llantas en una flota de buses.

1. Entrevistas revelan que el desgaste de llantas se realiza manualmente cada 15 días y se registra en un formato físico que luego se transcribe en una hoja de Excel.
2. Observación directa muestra que hay inconsistencias entre lo registrado en campo y lo digitado, y que la revisión toma entre 10-15 minutos por unidad.
3. Inventario del proceso:
 - Proceso: Inspección de llantas.
 - Frecuencia: Quincenal.
 - Fuente de datos: Formato físico + Excel.

- Problemas: Retrasos, errores en la digitación, dificultad para hacer seguimiento histórico.
 - Potencial de automatización: Alto.
4. Evaluación técnica: El ERP actual (por ejemplo, IBM Maximo) tiene un módulo de inspecciones, pero no está siendo usado. Existe posibilidad de conectar sensores IoT para medir presión y profundidad del labrado.
 5. Brecha identificada: No se está aprovechando el módulo del ERP ni tecnologías de monitoreo automático.
 6. Recomendación: Automatizar la captura de datos con sensores y registrar los datos directamente en el ERP, generando alertas cuando una llanta alcance un umbral de desgaste.

Fase de Diseño

Esta fase se subdivide en dos componentes complementarios: el diseño de la arquitectura teórica del sistema de automatización y la estructuración del programa de capacitación para el personal.

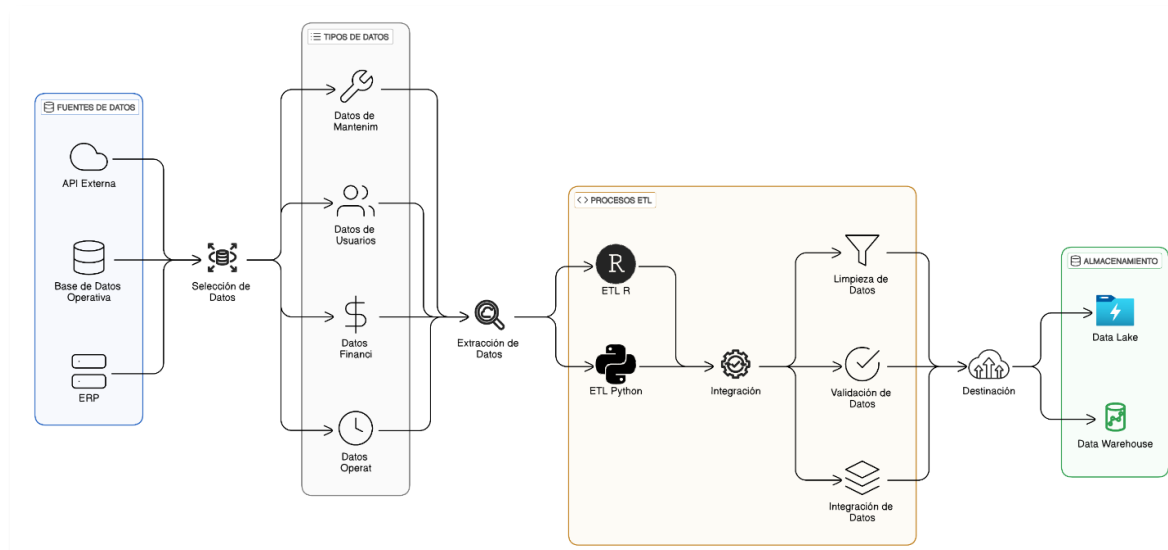
Diseño de la Solución Automatizada

En este apartado se propone un modelo teórico para la integración y unificación de datos provenientes de distintas fuentes. Se deben definir los elementos clave del sistema: tipos de datos, herramientas tecnológicas sugeridas (lenguajes de programación, software RPA, bases de datos, etc.), procesos de extracción, transformación y carga (ETL), así como esquemas de almacenamiento centralizado (data lakes o data warehouses).

Se sugiere describir cómo se llevaría a cabo la interoperabilidad entre sistemas, especificando posibles APIs, conectores u otros mecanismos. También es importante esbozar un flujo lógico que represente cómo circula la información desde su origen hasta su análisis final.

Figura 1

Flujograma de Automatización



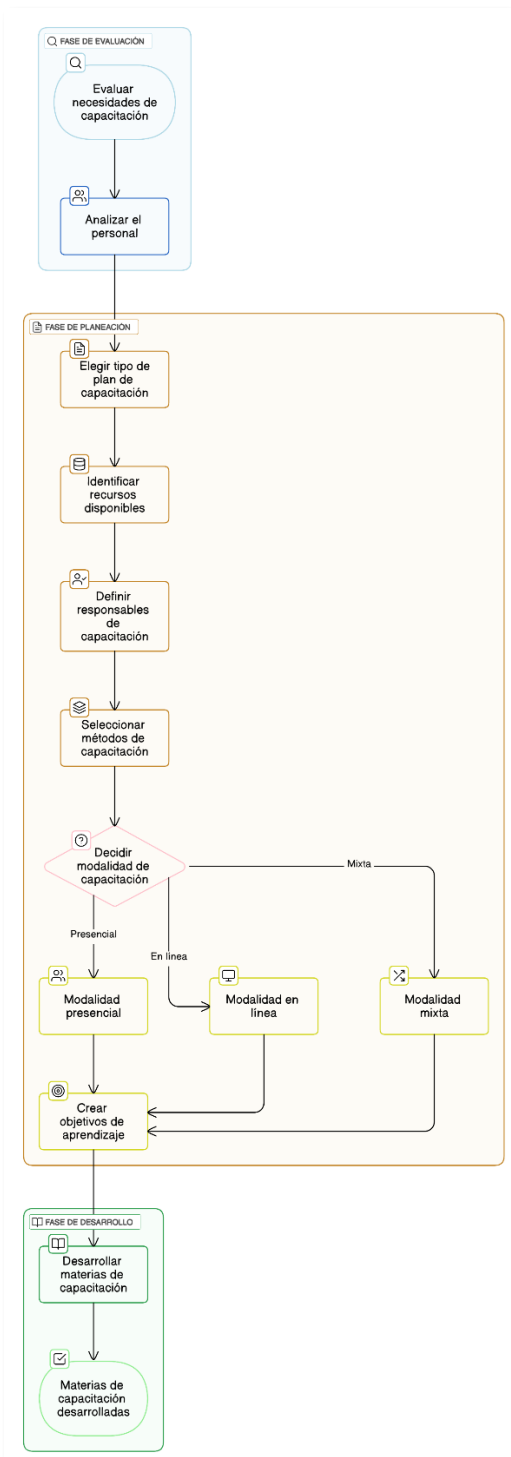
Diseño del Programa de Capacitación

Este componente tiene como propósito preparar al personal operativo para los desafíos que implica la automatización. Se recomienda estructurar el programa en módulos temáticos que aborden desde el uso básico de herramientas informáticas, hasta fundamentos de análisis de datos, lógica de automatización, operación de sistemas digitales y resolución de problemas.

El diseño debe considerar distintos niveles de dificultad y métodos de enseñanza (presencial, virtual, simulaciones, estudios de caso), así como mecanismos de evaluación continua del aprendizaje.

Figura 2

Flujograma de Diseño de Capacitación



Fase de Implementación

Aunque el presente proyecto es de carácter teórico, esta fase describe cómo se llevaría a cabo la puesta en marcha de la solución diseñada.

Implementación del Sistema Automatizado

En esta etapa se contempla la integración de herramientas digitales al área de mantenimiento, mediante pruebas piloto que permitan evaluar la viabilidad técnica del modelo propuesto. Se recomienda realizar pruebas controladas con volúmenes de datos reducidos, evaluando tiempos de ejecución, tasas de error, usabilidad y compatibilidad con los procesos existentes.

Este proceso debería ser documentado y ajustado progresivamente, identificando cuellos de botella, dificultades operativas o requerimientos adicionales de recursos.

Tabla 1

Inventario de Implementación de la Automatización

Actividad	Proceso Asociado	Objetivo	Responsable	Tiempo Estimado	Herramientas	Indicador
Integración de fuentes de datos (ERP, Excel, ETC)	Recolección de Información	Centralización de datos	TI	A convenir	Conectores API, ETL, base de datos	Fuentes conectadas sin errores
Diseño del flujo de procesamiento	Análisis predictivo	Automatizar limpieza y transformación de datos	Análisis de datos	A convenir	Python, SQL, R, Jupyter Notebook	Scripts procesan sin intervención manual
Desarrollo de panel de control	Visualización de resultados	Facilitar la toma de decisiones	Desarrollador BI	A convenir	Power BI, Tableau, Streamlit	Panel actualizado con datos

Actividad	Proceso Asociado	Objetivo	Responsable	Tiempo Estimado	Herramientas	Indicador
						en tiempo real
Prueba piloto con flota seleccionada	Mantenimiento preventivo	Validar la funcionalidad del sistema en condiciones reales	Líder de proyecto	A convenir	Flota de prueba, registros históricos	Validación del 100% de procesos esperados
Registro y documentación de hallazgos	Evaluación de prueba piloto	Registrar incidencias, ajuste y validaciones	Documentadores técnicos	A convenir	Plantillas, software de documentación	Informe técnico completado y aprobado

Nota. Tiene como finalidad brindar una guía breve de los datos a recolectar en la implementación del proyecto, esto con la finalidad de tomar decisiones y realizar los respectivos ajustes.

Ejecución del Plan de Capacitación

En paralelo con la automatización, se debe poner en marcha el programa de formación para el personal. La implementación debe contemplar cronogramas, facilitadores o tutores, herramientas de apoyo didáctico y evaluaciones periódicas del desempeño. La participación del personal debe ser activa y constante, promoviendo su apropiación de las nuevas herramientas y fomentando un entorno colaborativo.

Tabla 2

Inventario de Implementación de la Capacitación

Módulo de Capacitación	Competencia Por Desarrollar	Tipo de Actividad	Duración Estimada	Modalidad	Responsable	Criterio de Evaluación
Introducción a sistemas de automatización	Comprensión del	Charla teórica interactiva	A convenir	Virtual – Presencial	Especialista TI	Pregunta diagnóstica al

Módulo de Capacitación	Competencia Por Desarrollar	Tipo de Actividad	Duración Estimada	Modalidad	Responsable	Criterio de Evaluación
	funcionamiento general					final del módulo
Herramientas básicas de manejo de datos	Uso de Excel avanzado, manejo de CSV	Taller práctico	A convenir	Presencial	Instructor de ofimática	Desarrollo correcto de un ejercicio guiado
Fundamentos de análisis predictivo	Interpretación de gráficas y tendencias	Simulación guiada	A convenir	Virtual	Analista de datos	Resolución de caso aplicado
Operación de sistema automatizados	Uso de interfaz del sistema desarrollado	Demostración y práctica	A convenir	Presencial	Líder técnico	Usuario opera correctamente sin asistencia
Resolución de fallas básicas en los sistemas	Autonomía frente a problemas comunes	Juego de roles	A convenir	Presencial	Facilitador del cambio	Solución eficaz de un problema simulado
Evaluación final de competencias adquiridas	Consolidación del conocimiento	Evaluación practica y teórica	A convenir	Presencial o virtual	Comité interno de evaluación	Resultado mínimo del 70 al 80% de ambas secciones

Nota. Tiene como finalidad brindar una guía breve de la implementación del plan y sus respectivas recolecciones de informaciones, esto con fines de realizar los ajustes respectivos o tomar las decisiones más apropiadas.

Fase de Evaluación y Mejora Continua

La última fase se centra en el análisis del impacto y la retroalimentación del proceso de automatización y capacitación, con el fin de proponer ajustes y fortalecer la sostenibilidad de la estrategia.

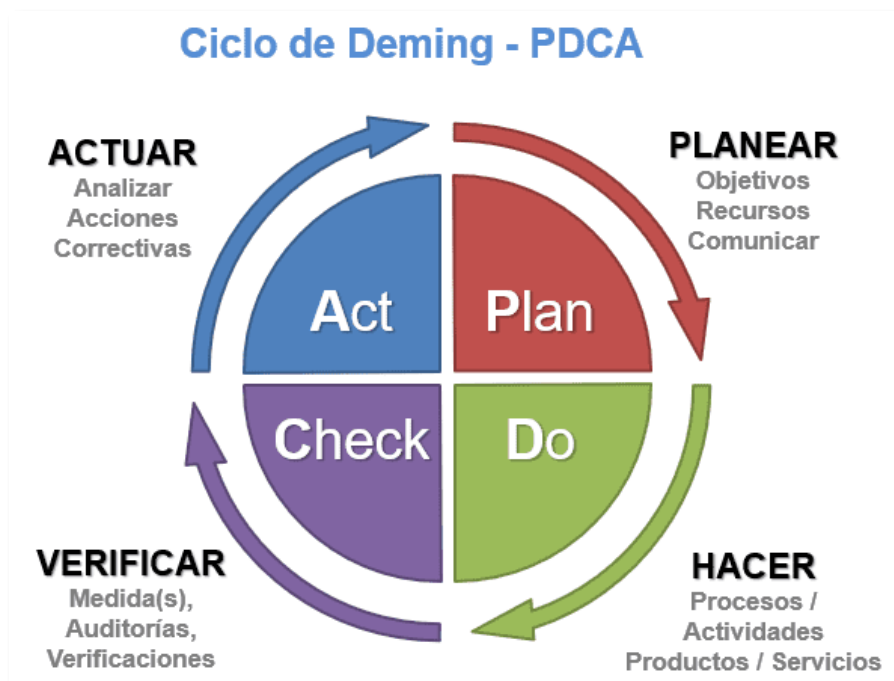
Se sugiere establecer indicadores clave de desempeño (KPIs) relacionados con el mantenimiento de flota, tales como reducción de tiempos de inactividad, disminución de costos operativos, frecuencia de fallas, y mejora en la disponibilidad de vehículos. Estos indicadores permitirán valorar cuantitativamente el aporte de la automatización.

Paralelamente, se debe evaluar el nivel de competencias adquiridas por el personal mediante pruebas, entrevistas o encuestas. El contraste entre los resultados esperados y los observados servirá como insumo para rediseñar contenidos de capacitación o ajustar los procesos automatizados.

La mejora continua se enfoca en cerrar brechas detectadas, actualizar herramientas y reforzar el acompañamiento al personal en la transición tecnológica.

Figura 3

Ciclo PHVA



Nota. Tomada de ingeniería de calidad (calidad, 2025)

El proceso de implementación está diseñado bajo los principios del Ciclo de Deming - PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar), una metodología ampliamente reconocida para la mejora continua de procesos. En este caso particular, la fase 4 representa el componente "Actuar" (Act) del ciclo, donde se analizan los resultados obtenidos tras la implementación de los sistemas automatizados y los programas de capacitación.

Durante esta etapa se revisa el impacto de las acciones ejecutadas, tanto en términos operativos (como reducción de tiempos de mantenimiento y mejora en la disponibilidad de la flota), como en el desarrollo de competencias del personal. A partir del análisis de estos resultados, se proponen y ejecutan acciones correctivas y ajustes necesarios que permitan optimizar el sistema implementado y reforzar las capacidades técnicas del equipo humano.

Este enfoque cíclico garantiza que la estrategia no se limite a una implementación estática, sino que se mantenga en evolución constante, adaptándose a las nuevas condiciones del entorno, la tecnología y las necesidades organizacionales.

Sensibilización Sobre la Importancia del Proyecto – Inspiración Desde Talentos Ocultos

Este proyecto no solo propone una guía para la automatización de procesos técnicos dentro del mantenimiento de flotas, sino que también promueve una transformación consciente del talento humano. Una analogía poderosa que ilustra el espíritu de esta iniciativa se encuentra en la película "Talentos Ocultos" (Hidden Figures), basada en hechos reales de la NASA durante la década de 1960.

En la historia, las protagonistas —mujeres afroamericanas matemáticas— desempeñaban funciones repetitivas como “computadoras humanas”. Sin embargo, con la llegada de los primeros sistemas de cómputo (automatización), su rol corrió el riesgo de volverse obsoleto. Lejos de resistirse al cambio, decidieron aprender por sí mismas a programar el nuevo

computador IBM, convirtiéndose en un pilar fundamental de la transición tecnológica de la organización. Gracias a su iniciativa, no solo conservaron sus empleos, sino que elevaron su perfil profesional, liderando áreas clave del desarrollo aeroespacial.

De forma similar, el presente proyecto no pretende desplazar al personal técnico que hoy ejecuta tareas manuales en mantenimiento, sino prepararlo para asumir nuevos roles mediante la capacitación, reubicándolo en actividades más analíticas, estratégicas y orientadas al uso de herramientas tecnológicas. Esta propuesta reconoce que el valor de una organización no reside únicamente en sus activos físicos o digitales, sino en su capacidad para identificar, preservar y transformar el conocimiento interno de sus equipos humanos.

Así como en Talentos Ocultos, la clave no está en resistirse al cambio, sino en anticiparse, adaptarse y liderarlo. Este enfoque metodológico busca replicar ese modelo de transición, donde la innovación tecnológica camina de la mano con el crecimiento del talento humano, fortaleciendo no solo la eficiencia operativa sino también la dignidad laboral.

Figura 4

Katherine Johnson en la NASA, en 1966



Nota. Tomado de wikipedia (Desconocido, 25)

Conclusiones

La automatización representa una oportunidad clave para mejorar la eficiencia en la gestión del mantenimiento de flotas en empresas de transporte masivo, permitiendo la integración y análisis de datos provenientes de múltiples fuentes.

La dispersión actual de la información y la dependencia de procesos manuales constituye una limitación significativa para la toma de decisiones oportunas, lo que justifica la necesidad de diseñar modelos de integración automatizada.

El diseño de un modelo teórico de integración y procesamiento de datos proporciona una base estructurada para futuras implementaciones prácticas, incluyendo recomendaciones sobre herramientas tecnológicas, metodologías de análisis y estructura de flujos de información.

El componente humano es esencial en la transición tecnológica, por lo que la propuesta de programas de capacitación teóricos se vuelve fundamental para preparar al personal en el uso, mantenimiento y evolución de los sistemas automatizados.

Una estrategia integral que combine tecnología con desarrollo humano puede favorecer una transición sostenible hacia la automatización, minimizando impactos negativos sobre el talento humano y potenciando sus capacidades.

Recomendaciones

Profundizar en estudios de caso o modelos existentes, con el fin de alimentar el diseño teórico con experiencias prácticas que permitan validar los supuestos planteados.

Establecer criterios de priorización para la automatización de procesos, identificando aquellos con mayor impacto en la eficiencia operativa y viabilidad técnica.

Diseñar módulos de formación progresiva, que aborden desde conocimientos básicos sobre automatización hasta competencias específicas en análisis de datos y manejo de sistemas.

Incorporar mecanismos de retroalimentación continua en la propuesta teórica, de modo que los futuros implementadores puedan adaptar el modelo a las particularidades de su organización.

Considerar la sostenibilidad tecnológica y operativa en el diseño teórico, incluyendo propuestas sobre mantenimiento del sistema, escalabilidad y actualización constante de conocimientos del personal.

Referencias Bibliográficas

- A, S. F. (2022). *Polarización y riesgo de automatización del empleo en el mercado laboral español*. Obtenido de bibliotecavirtual.unad.edu.co:
<https://openurl.ebsco.com/c/qcagk4/EPDB%3Aasn%3A6%3A35631654/detailv2?sid=ebsco%3Aplink&id=ebsco%3Aasn%3A164647103&x-cgp-token=qcagk4>
- ario Limón-Mendoza, O. O.-F. (21 de 03 de 2024). *bibliotecavirtual.unad.edu.co*. Obtenido de <https://research-ebsco-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/c/qcagk4/viewer/pdf/x3kh77uthv>
- C, B. F. (2020). *El Riesgo de Automatización desde la Perspectiva de Contenido de Tareas. Estimaciones para Argentina*. Obtenido de bibliotecavirtual.unad.edu.co:
<https://openurl.ebsco.com/c/qcagk4/EPDB%3Absu%3A2%3A20793714/detailv2?sid=ebsco%3Aplink&id=ebsco%3Absu%3A143774899&x-cgp-token=qcagk4>
- calidad, I. (01 de 05 de 2025). *Ciclo de Deming: Metodología de mejora continua | PDCA - PHVA*. Obtenido de <https://www.ingenieriadecalidad.com/2020/02/ciclo-de-deming.html>
- Carlos Enrique Portes Flores, J. H. (31 de 12 de 2023). *bibliotecavirtual.unad.edu.co*. Obtenido de <https://research-ebsco-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/c/qcagk4/viewer/pdf/ros7bpfi6f>
- Computing. (2024). *Qué es la automatización de tareas y cómo hacerla en tu empresa*. Obtenido de Computing: <https://www.computing.es/analytics/las-6-tareas-mas-repetitivas-que-se-pueden-automatizar-con-inteligencia-artificial/>
- D, G. (2024). *Qué es la automatización de tareas y sus ventajas para las empresas*. Obtenido de [davizgonzalez blog: https://davizgonzalez.com/blog/automatizacion-de-tareas/](https://davizgonzalez.com/blog/automatizacion-de-tareas/)

- Desconocido. (18 de 05 de 25). *Wikipedia*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Hidden_Figures_\(pel%C3%ADcula\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Hidden_Figures_(pel%C3%ADcula))
- I., A. C. (2023). *Efecto de la automatización en el mercado laboral: el caso chileno*. Obtenido de <https://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/c/qcagk4/viewer/pdf/xjve3nc7bn>
- IBM. (20 de 08 de 2024). *¿Qué es la automatización?* Obtenido de <https://www.ibm.com/es-es/topics/automation>
- IBM. (21 de 04 de 2025). *IBM Maximo*. Obtenido de <https://www.ibm.com/es-es/products/maximo>
- Infor. (19 de 04 de 2025). *Infor*. Obtenido de <https://www.infor.com/latam>
- Ingrid Weingärtner Reis, A. E. (01 de 01 de 2024). *bibliotecavirtual.unad.edu.co*. Obtenido de <https://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/c/qcagk4/viewer/pdf/bouihaiaxr>
- J, G. F. (2023). *El impacto de la inteligencia artificial en los trabajadores despedidos por automatización de servicios*. Obtenido de <https://openurl.ebSCO.com/c/qcagk4/EPDB%3A16%3A2036272/detailv2?sid=ebSCO%3Aplink&id=ebSCO%3A174905099&x-cgp-token=qcagk4>
- Johnson, E. (15 de 04 de 2024). *blog.siemens*. Obtenido de <https://blog.siemens.com/2024/04/how-different-industries-are-using-predictive-maintenance-at-scale-to-unlock-earning-potential/>
- Manyika J, C. M. (2017). *Un futuro que funciona: automatización, empleo y productividad*. Obtenido de McKinsey: https://www.mckinsey.com/~/_/media/mckinsey/featured%20insights/digital%20disruption

/harnessing%20automation%20for%20a%20future%20that%20works/a-future-that-works-executive-summary-spanish-mgi-march-24-2017.pdf

Maurizio R, F. A. (2023). *Automatización, ocupaciones y tareas. Una mirada desde América Latina*. Obtenido de bibliotecavirtual.unad.edu.co:

<https://openurl.ebsco.com/c/qcagk4/EPDB%3Aafp%3A12%3A574604/detailv2?sid=ebsco%3Aplink&id=ebsco%3Afp%3A164774737&x-cgp-token=qcagk4>

Maximo, I. (2024). *¿Qué es la automatización?* Obtenido de IBM: <https://www.ibm.com/es-es/topics/automation>

O., S. C. (2021). *Metodología para la automatización de procesos tecnológicos en la industria farmacéutica cubana*. Obtenido de bibliotecavirtual.unad.edu.co:

<https://openurl.ebsco.com/c/qcagk4/EPDB%3Aasn%3A6%3A23216790/detailv2?sid=ebsco%3Aplink&id=ebsco%3Aasn%3A154875886&x-cgp-token=qcagk4>

P, B. (2024). *Automatización de tareas repetitivas para mejorar el rendimiento*. Obtenido de Smart Couper: <https://smartcouper.com/automatizacion-de-tareas-repetitivas-para-mejorar-el-rendimiento/>

Pardina, D. (s.f.). *bibliotecavirtual.unad.edu.co*. Obtenido de <https://research-ebsco-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/c/qcagk4/viewer/pdf/jkc7xc7nu5>

R, P. C. (2020). *Cuarta revolución industrial, automatización y afectación sobre la continuidad de la relación laboral*. Obtenido de bibliotecavirtual.unad.edu.co:

<https://openurl.ebsco.com/c/qcagk4/EPDB%3Aals%3A4%3A2744516/detailv2?sid=ebsco%3Aplink&id=ebsco%3Aals%3A145328953&x-cgp-token=qcagk4>

S, A. V. (2019). *Los efectos de la automatización sobre el trabajo*. Obtenido de bibliotecavirtual.unad.edu.co:

https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/26941/1/Los_efectos_de_la_automatizacion_sobre_el_trabajo.pdf

Sanchez, F. (18 de 04 de 2023). *alstorm*. Obtenido de <https://www.alstom.com/press-releases-news/2023/2/healthhub-intelligent-way-improve-maintenance>

SAP. (20 de 04 de 2025). Obtenido de SAP: <https://www.sap.com/latinamerica/index.html>

Viltard, L. A. (01 de 11 de 2018). *bibliotecavirtual.unad.edu.co*. Obtenido de <https://research-ebSCO-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/c/qcagk4/viewer/pdf/4v3i35xikv>