



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

SISTEMA DE INFORMACIÓN BASADO EN TPM PARA MEJORAR LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO VEHICULAR EN UNA EMPRESA DE TRANSPORTE DE MERCANCÍAS

Línea de investigación:

Seguridad vial e infraestructura de transporte

Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Ingeniería de Transportes

Autor

Bustamante Jáuregui, Italo David

ORCID: 0000-0001-7774-6685

Asesor

López Ráez, Luz Eufemia

ORCID: 0000-0002-5425-1900

Jurado

Bazán Briceño, José Luis

Ccasani Allende, Julián

Gordon Meza, Ruth Escarlen

Lima - Perú

2024

SISTEMA DE INFORMACIÓN BASADO EN TPM PARA MEJORAR LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO VEHICULAR EN UNA EMPRESA DE TRANSPORTE DE MERCANCÍAS

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|---|----|
| 1 | es.slideshare.net Fuente de Internet | 1% |
| 2 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 1% |
| 3 | repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 4 | repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet | 1% |
| 5 | repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 6 | repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 7 | Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante | 1% |
| 8 | dehesa.unex.es Fuente de Internet | 1% |



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

SISTEMA DE INFORMACIÓN BASADO EN TPM PARA MEJORAR LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO VEHICULAR EN UNA EMPRESA DE TRANSPORTE DE MERCANCÍAS

**Línea de Investigación:
Seguridad vial e infraestructura de transporte**

Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Ingeniería de Transportes

Autor

Bustamante Jáuregui, Italo David

ORCID: 0000-0001-7774-6685

Asesor(a)

López Ráez, Luz Eufemia

ORCID: 0000-0002-5425-1900

Jurado

Bazán Briceño, José Luis

Ccasani Allende, Julián

Gordon Meza, Ruth Escarlen

Lima – Perú

2024

DEDICATORIA

A mi familia, en especial a mi madre quien me brinda su apoyo e inmenso amor de manera incondicional desde el día que nací y es mi fuente de inspiración para ser cada día, un mejor ser humano.

A la memoria de Clorinda Romero de Jáuregui, quien me inculcó desde temprana edad, el hábito del estudio.

A la memoria de Carmen Rosa Córdova Anicama, de quien guardo un grato recuerdo, respeto y admiración; asimismo, demostró con sus acciones, el significado legítimo de familia.

A mis compañeros del Programa de Maestría en Ingeniería de Transportes, de los cuales llevo buenos recuerdos por las experiencias vividas y compartidas en cada sesión de clase.

A la Dra. Luz Eufemia López Ráez por haberme guiado en el desarrollo y culminación de esta investigación en calidad de asesora de tesis.

ÍNDICE

| | | |
|-------|--|----|
| I. | INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 | Planteamiento del problema | 1 |
| 1.2 | Descripción del problema..... | 2 |
| 1.2.1 | Nivel internacional..... | 2 |
| 1.2.2 | Nivel nacional | 3 |
| 1.3 | Formulación del problema | 7 |
| 1.3.1 | Problema general | 7 |
| 1.3.2 | Problemas específicos | 7 |
| 1.4 | Antecedentes | 7 |
| 1.4.1 | Antecedentes internacionales..... | 7 |
| 1.4.2 | Antecedentes nacionales | 12 |
| 1.5 | Objetivos de la investigación | 16 |
| 1.5.1 | Objetivo general..... | 16 |
| 1.5.2 | Objetivos específicos | 16 |
| 1.6 | Justificación de la investigación..... | 16 |
| 1.6.1 | Justificación teórica | 16 |
| 1.6.2 | Justificación práctica..... | 16 |
| 1.6.3 | Justificación metodológica..... | 17 |
| 1.7 | Limitaciones de la investigación..... | 17 |
| 1.8 | Hipótesis..... | 17 |

| | | |
|--------|---|----|
| 1.8.1 | Hipótesis general..... | 17 |
| 1.8.2 | Hipótesis específicas..... | 18 |
| II. | MARCO TEÓRICO..... | 19 |
| 2.1 | Bases teóricas..... | 19 |
| 2.1.1 | Sistema de información..... | 19 |
| 2.1.2 | Metodología TPM..... | 22 |
| 2.1.3 | Gestión de mantenimiento..... | 24 |
| 2.2 | Marco conceptual..... | 28 |
| 2.2.1 | CMMS..... | 28 |
| 2.2.2 | TI..... | 29 |
| 2.2.3 | Mantenimiento correctivo..... | 29 |
| 2.2.4 | Mantenimiento preventivo..... | 29 |
| 2.2.5 | Mantenimiento autónomo..... | 29 |
| 2.2.6 | Mantenimiento productivo total (TPM)..... | 29 |
| 2.2.7 | Recursos de producción..... | 30 |
| 2.2.8 | Confiabilidad..... | 30 |
| 2.2.9 | Mantenibilidad..... | 30 |
| 2.2.10 | Disponibilidad..... | 30 |
| 2.2.11 | Operatividad..... | 30 |
| III. | MÉTODO..... | 31 |
| 3.1 | Tipo de investigación..... | 31 |
| 3.1.1 | Tipo..... | 31 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.1.2 | Enfoque | 31 |
| 3.1.3 | Nivel o alcance..... | 32 |
| 3.1.4 | Diseño | 32 |
| 3.1.5 | Ámbito temporal y espacial | 33 |
| 3.1.6 | Variables | 33 |
| 3.2 | Población y muestra | 34 |
| 3.2.1 | Población..... | 34 |
| 3.2.2 | Muestra | 35 |
| 3.3 | Operacionalización de variables..... | 36 |
| 3.4 | Instrumentos | 39 |
| 3.5 | Procedimientos | 40 |
| 3.5.1 | Difusión del estudio ante el directorio de la empresa | 40 |
| 3.5.2 | Reconocimiento del área de estudio (AS-IS)..... | 40 |
| 3.5.3 | Desarrollo de la propuesta | 40 |
| 3.5.4 | Implementación de la propuesta | 41 |
| 3.5.5 | Recopilación de información generada (TO-BE) | 41 |
| 3.5.6 | Tratamiento de resultados | 41 |
| 3.6 | Análisis de datos..... | 41 |
| 3.7 | Consideraciones éticas | 46 |
| IV. | RESULTADOS..... | 48 |
| 4.1 | Prueba de hipótesis..... | 76 |
| 4.1.1 | Mejora de la distribución por tipos de mantenimiento vehicular | 76 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 4.1.2 | Mejora de las funciones paramétricas del mantenimiento vehicular | 80 |
| 4.1.3 | Incremento de la productividad operativa vehicular..... | 88 |
| V. | DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 92 |
| VI. | CONCLUSIONES | 94 |
| VII. | RECOMENDACIONES | 95 |
| VIII. | REFERENCIAS..... | 96 |
| IX. | ANEXOS | 101 |
| | Anexo A Matriz de consistencia | 101 |
| | Anexo B Orden de trabajo (OT)..... | 102 |
| | Anexo C Hoja de ruta..... | 103 |
| | Anexo D Distribución de tiempos de trabajo por vehículo..... | 104 |
| | Anexo E Validación de diagrama de flujo sobre sistematización de actividades (AS-IS) | 105 |
| | Anexo F Validación de diagrama de flujo sobre documentación de procesos propuesto (TO-BE) | 105 |
| | Anexo G Validación de sub proceso documentado propuesto (TO-BE) | 106 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|-----------------|---|----|
| Tabla 1 | Operacionalización de variables | 36 |
| Tabla 2 | Técnicas e Instrumentos a utilizar durante el desarrollo de la investigación..... | 39 |
| Tabla 3 | Estadístico de prueba según distribución de datos..... | 42 |
| Tabla 4 | Matriz de actividades y dependencias..... | 42 |
| Tabla 5 | Datos de Pretest..... | 49 |
| Tabla 6 | Módulos que comprende el SGBD desarrollado | 52 |
| Tabla 7 | Documentación de procesos | 64 |
| Tabla 8 | Datos de Postest | 72 |
| Tabla 9 | Consolidado de datos recopilados de Pretest y Postest..... | 73 |
| Tabla 10 | Resumen de datos promedio de Pretest y Postest | 75 |
| Tabla 11 | Indicadores evaluados según la dimensión N° 1 | 76 |
| Tabla 12 | Evaluación de variabilidad / intervenciones correctivas (%)..... | 78 |
| Tabla 13 | Evaluación de variabilidad / intervenciones preventivas (%)..... | 80 |
| Tabla 14 | Indicadores evaluados según la dimensión N° 2 | 81 |
| Tabla 15 | Evaluación de variabilidad / índice de Mantenibilidad (%)..... | 84 |
| Tabla 16 | Evaluación de variabilidad / índice de Confiabilidad (%)..... | 85 |
| Tabla 17 | Evaluación de variabilidad / índice de Disponibilidad (%) | 87 |
| Tabla 18 | Indicador evaluado según la dimensión N° 3 | 88 |
| Tabla 19 | Evaluación de variabilidad / índice de Operatividad (%) | 89 |
| Tabla 20 | Resumen de resultados de aplicación de estadísticos de prueba..... | 91 |
| Tabla 21 | Resultados de estudios previos | 92 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 Diagrama de flujo por función (AS-IS)..... | 5 |
| Figura 2 Diagrama de Ishikawa aplicado al caso de estudio | 6 |
| Figura 3 Esquema general de implementación de un SIE | 21 |
| Figura 4 Departamentos a los que engloba la aplicación de TPM..... | 22 |
| Figura 5 Orden cronológico sobre tipos de mantenimiento..... | 23 |
| Figura 6 Pilares de TPM | 24 |
| Figura 7 Cambio de técnicas y expectativas | 26 |
| Figura 8 Triángulo paramétrico de las funciones del mantenimiento | 27 |
| Figura 9 Ubicación espacial de la Empresa de Transportes JP Logística S.A.C..... | 33 |
| Figura 10 Representación gráfica de variables | 34 |
| Figura 11 Matriz de registro de experiencia | 48 |
| Figura 12 Prototipado de propuesta de solución..... | 51 |
| Figura 13 Modelamiento relacional de base de datos en Ms. Access..... | 53 |
| Figura 14 Interfaz de sistema de información basado en TPM desarrollada con Ms. Access | 55 |
| Figura 15 Formulario de registro de unidades de transporte desarrollado con Ms. Access ... | 56 |
| Figura 16 Formularios de registro de mantenimiento vehicular desarrollado con Ms. Access | 57 |
| Figura 17 Formulario de control de mantenimiento preventivo desarrollado con Ms. Access | 58 |
| Figura 18 Formulario de registro de incidencias desarrollado con Ms. Access | 59 |
| Figura 19 Formulario de registro de repuestos desarrollado con Ms. Access | 60 |
| Figura 20 Informe / consulta sobre programación de mantenimiento preventivo customizado en Ms. Access | 61 |
| Figura 21 Bases de datos generadas | 62 |

| | |
|---|----|
| Figura 22 Interacción de colaboradores y Stakeholders con el SGBD..... | 63 |
| Figura 23 Diagrama de flujo por función propuesto (TO-BE) | 68 |
| Figura 24 Subproceso - Consulta de estado de unidades en retorno | 69 |
| Figura 25 Implementación del sistema de información basado en TPM..... | 70 |
| Figura 26 Proceso de levantamiento de información..... | 71 |
| Figura 27 Comparación de valores individuales para el caso de intervenciones correctivas (%)..... | 77 |
| Figura 28 Comparación de valores individuales para el caso de intervenciones preventivas (%)..... | 77 |
| Figura 29 Prueba de normalidad para datos de Pretest y Postest / intervenciones correctivas (%)..... | 78 |
| Figura 30 Prueba de normalidad para datos de Pretest y Postest / intervenciones preventivas (%)..... | 79 |
| Figura 31 Comparación de valores individuales para el caso del índice de Mantenibilidad (%)..... | 81 |
| Figura 32 Comparación de valores individuales para el caso del índice de Confiabilidad (%) | 82 |
| Figura 33 Comparación de valores individuales para el caso del índice de Disponibilidad (%) | 82 |
| Figura 34 Prueba de normalidad para datos de Pretest y Postest / índice de Mantenibilidad (%)..... | 83 |
| Figura 35 Prueba de normalidad para datos de Pretest y Postest / índice de Confiabilidad (%) | 85 |
| Figura 36 Prueba de normalidad para datos de Pretest y Postest / índice de Disponibilidad (%)..... | 86 |

| | |
|--|----|
| Figura 37 Comparación de valores individuales para el caso del índice de Operatividad (%) | |
| | 88 |
| Figura 38 Prueba de normalidad para datos de Pretest y Postest / índice de Operatividad (%) | |
| | 89 |

RESUMEN

A raíz del problema percibido en la gestión del mantenimiento y su administración comprendida de prácticas empíricas sumado al ejercicio incomunicado de sus funciones con áreas inmediatas directamente involucradas en el proceso de negocio de una empresa de transporte de mercancías, suscitó en el sometimiento de sus activos a intervenciones correctivas con un porcentaje del 32 % respecto a las preventivas, además, de índices paramétricos con valores menores al 80 %, que a su vez, repercutió sobre su productividad operacional puesto que la participación de flota propia en viajes asignados, fue de un 64 % mientras que el 36 % restante, se complementaron con servicios tercerizados. Con el objetivo de contribuir a su mejora, se desarrolló un sistema basado en la filosofía TPM compuesto de actividades orquestadas bajo la notación BPM 2.0 orientadas a la sostenibilidad de alcances en el tiempo. La investigación, fue de enfoque cuantitativo y diseño cuasiexperimental sobre una muestra por conveniencia de 30 unidades de transportación. Los resultados, reportaron una reducción porcentual absoluta de intervenciones correctivas en un 19 %; los índices de Mantenibilidad, Confiabilidad y Disponibilidad, incrementaron a un 85.25 %, 89.33 % y 92.41 % respectivamente; por consiguiente, el índice de operatividad, se incrementó un 25 %. Comparados los datos de Pretest y Posttest mediante la aplicación de estadísticos de prueba, se obtuvo una variabilidad significativa de valor $p = 0.000 < \alpha = 0.05$ lo cual conllevó a concluir que la propuesta de solución, generó un efecto favorable sobre la variable de estudio.

Palabras clave: sistema, gestión, mantenimiento, TPM, transporte

ABSTRACT

As a result of the perceived problem in maintenance management and its administration comprised of empirical practices added to the isolated exercise of its functions with immediate areas directly involved in the business process of a freight transport company, it led to the subjection of its assets to corrective interventions with a percentage of 32% compared to preventive ones, in addition, parametric indices with values less than 80%, which in turn, had an impact on its operational productivity since the participation of its own fleet in assigned trips was 64%. % while the remaining 36% were complemented with outsourced services. With the aim of contributing to its improvement, a system was developed based on the TPM philosophy composed of activities orchestrated under the BPM 2.0 notation aimed at the sustainability of achievements over time. The research had a quantitative approach and quasi-experimental design on a convenience sample of 30 transportation units. The results reported an absolute percentage reduction of corrective interventions by 19%; the Maintainability, Reliability and Availability indices increased to 85.25%, 89.33% and 92.41% respectively; Consequently, the operational index increased by 25%. Comparing the Pretest and Posttest data through the application of test statistics, a significant variability of value $p = 0.000 < \alpha = 0.05$ was obtained, which led to the conclusion that the proposed solution generated a favorable effect on the study variable.

Keywords: information, management, maintenance, TPM, transport

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

En tiempos signados por la globalización de mercados, abre las puertas hacia la competitividad por lo que hoy en día, las empresas deben evocar esfuerzos al desarrollo de capacidades que coadyuven a adaptarse con facilidad a los cambios, dinamismo y exigencias del entorno de negocio. (Ortiz et al., 2013)

Hipkin y De Cock (2000, citados por Ardila et al., 2016) comprenden que este escenario, obliga a buscar formas de mejorar debido a que la gestión de activos físicos representa ahora una parte mayor de los costes de explotación, además, se le ha prestado una mayor atención habiendo surgido importantes aplicaciones industriales como el Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad (RCM) y el Mantenimiento Productivo Total (TPM).

Sin embargo, industrias que desarrollan actividades económicas en la producción de bienes y servicios, presentan convergencias en el desconocimiento sobre implicancias de una gestión eficiente de equipos y maquinarias, una de estas, es referida a la gestión del mantenimiento, sus herramientas y estrategias; frente a ello, las partes interesadas internas suelen apostar de manera reactiva a la realización de inversiones para su ampliación y/o renovación pretendiendo abarcar con mayor amplitud a los requerimientos de la demanda objetivo; si bien en principio puede resultar beneficioso, la sostenibilidad de sus condiciones funcionales en el tiempo no se encuentran garantizadas puesto que todo activo se encuentra sujeto a la ocurrencia de fallas debido a factores diversos presentes en el escenario espacial donde son utilizados / operados.

Al respecto, Torres (2018, citado por Razuri y Ventura, 2020) sostienen que las pequeñas y medianas industrias dejan de lado toda actividad concerniente al mantenimiento de sus maquinarias asumiendo su tenencia bajo control, de requerir revisión alguna, es atendida superficialmente por el personal a cargo; cuando es necesaria la intervención de personal

especializado, su solicitud implica la generación de tiempos de paradas no programadas viéndose comprometida en principio a la productividad, calidad de lo ofertado, insatisfacción de clientes lo que deriva finalmente, en una reducción de ingresos económicos.

Curiosamente, publicaciones con una antigüedad mayor a 5 años con relación a Eti et al. (2006, citados por Ardila et al., 2016) reportaron sobre la existencia de estudios en sectores industriales, donde se demostró que la baja disponibilidad y la baja productividad habituales en algunos países, son causales del cierre de empresas, lo que conduce a la comprensión de los retos estratégicos impuestos a la gestión del mantenimiento, hasta el punto de entender que el entorno empresarial cada vez más competitivo ha dado por acentuada la importancia de sus funciones, sobre todo, en organizaciones con importantes inversiones en activos físicos.

Pese a que autores destacan su importancia, el mantenimiento es asociado persistentemente a prácticas de carácter correctivo siendo ubicado a nivel de procesos de soporte lo que tiende a limitar su capacidad funcional integral total.

1.2 Descripción del problema

1.2.1 Nivel internacional

Espinell et al. (2016) aseveran que una gestión inadecuada del mantenimiento es la razón principal de la baja disponibilidad de los vehículos de una empresa de transporte y de los gastos excesivos debidos al consumo de piezas de recambio, averías y paradas innecesarias por lo que, la adopción de buenas prácticas que coadyuven a la proactividad en el contexto operacional de los mismos, así como su revisión constante, garantizan la eficiencia en los procesos productivos de una organización.

Por otro lado, Alkali et al. (citados por Ardila et al., 2016) señalan que datos inexactos provocan estimaciones deficientes de los parámetros y conclusiones incorrectas sobre los intervalos de sustitución y las actividades de mantenimiento en el análisis de fiabilidad y la gestión por indicadores en general.

Frente al fenómeno observado, investigaciones antecedentes han incurrido en la aplicación de técnicas de ingeniería, y en algunos casos, a su integración / fusión con el objetivo de potenciar el alcance de los entregables; postulados emitidos por sus respectivos autores presentan aspectos de convergencia, asimismo, demarcan a nivel de composición y características, los requerimientos básicos para el desarrollo de soluciones futuras; algunos de estos, se presentan a continuación:

En principio, García (2003, citado por Espinel et al., 2016) valora indispensablemente el uso de sistemas de información en el proceso de recopilación de datos relativos a las actividades realizadas por el personal de campo y la operación de vehículos para un desempeño eficiente en la gestión del mantenimiento.

Un programa de mantenimiento bien estructurado debe construirse en torno a herramientas que coadyuven a la realización de una inspección continua para la toma de decisiones basadas en criterios de ingeniería y en el rendimiento de cada equipo en relación con su entorno operativo. Moubray y Lanthier (2012, citados por Espinel et al., 2016)

Kans (2008, citado por Ardila et al., 2016) refiere que la implementación de CMMS (Computerized Maintenance Management System) debe considerarse y someterse a evaluación previa para su ubicación a un nivel correcto de TI (Information Technology) que le permita contribuir a una gestión exitosa del mantenimiento a través de una planificación, realización y seguimiento eficiente de sus actividades de acuerdo con la estrategia adaptada.

1.2.2 Nivel nacional

La Empresa de Transportes JP Logística S.A.C, dedicada al transporte de mercancías, específicamente, en el rubro de bebidas no alcohólicas como son: bebidas gaseosas, agua mineral y néctares de fruta en sus diversos sabores y presentaciones; desarrolla operaciones en las zonas norte, centro y sur del país teniendo como cliente a la Corporación Lindley S.A.C. teniendo a su cargo 18 rutas de distribución en calidad de socio estratégico.

El departamento de mantenimiento está dirigido por un jefe colaborador con una sólida formación en mecánica; sin embargo, a pesar de sus esfuerzos, no ha podido lograr los resultados esperados debido a que sus habilidades administrativas son limitadas y se resiste al cambio.

Los datos del trabajo de campo se recogen mediante formatos y listas de comprobación, que luego se procesan/digitalizan en un archivo .xls. Aunque se trata de una forma tradicional de gestión de datos, su función principal son los cálculos matemáticos; por lo tanto, la falta de un sistema de gestión de bases de datos impide el acceso inmediato a la información sobre el estado de la flota en funcionamiento, lo que limita en la toma de decisiones.

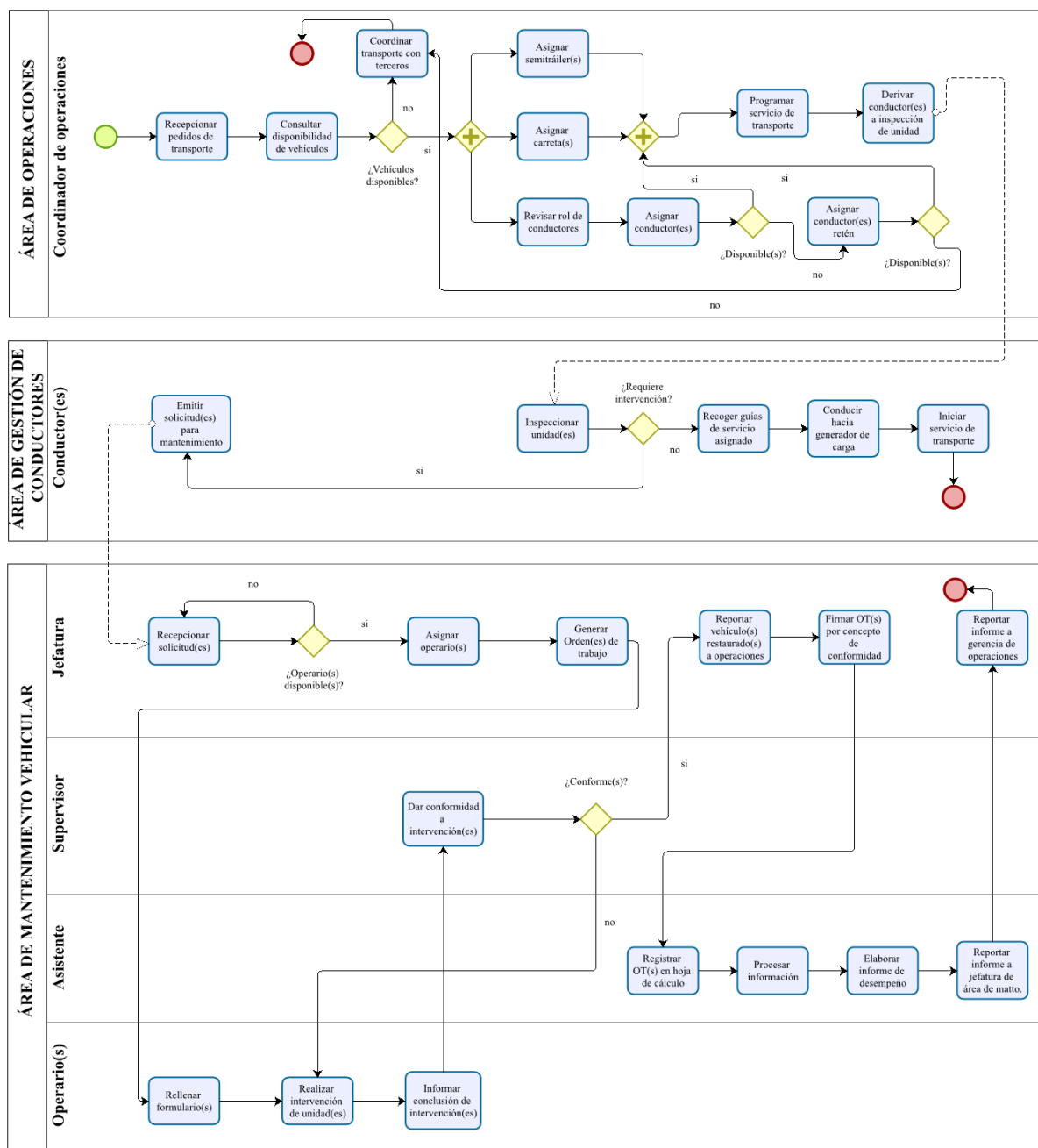
El mantenimiento preventivo no se realiza a tiempo; aunque la actividad de cambio de aceite del motor recibe más atención que las demás, se han presentado retrasos de más de 100 kilómetros. A pesar de contar con información sobre las rutas, sus distancias y tiempos de recorrido, no existe un programa de mantenimiento vehicular definido por fechas de parada que pueda servir como recurso base para la planeación estratégica de las actividades en colaboración con el área de operaciones para su ejecución en el momento adecuado sin interferir con el cumplimiento de los viajes programados.

Entre los coordinadores de operaciones y los empleados operativos/mecánicos se percibe una aversión mutua a la conexión comunicativa. La única relación de sinergia informativa son los supervisores inmediatos de ambos departamentos; a consecuencia de ello, hubo un descenso a un 64 % de participación de flota propia en el cumplimiento del cronograma de viajes; debido a los bajos índices de Mantenibilidad, Confiabilidad y Disponibilidad, recurrieron a la tercerización del servicio en un 36 %.

Han utilizado el benchmarking externo como referencia, sin embargo, la adopción de buenas prácticas de gestión del mantenimiento no ha sido de interés dentro un marco productivo por parte de la alta dirección y los jefes directos debido a su falta de comprensión.

Figura 1

Diagrama de flujo por función (AS-IS)

Powered by
bizagi
Modeler

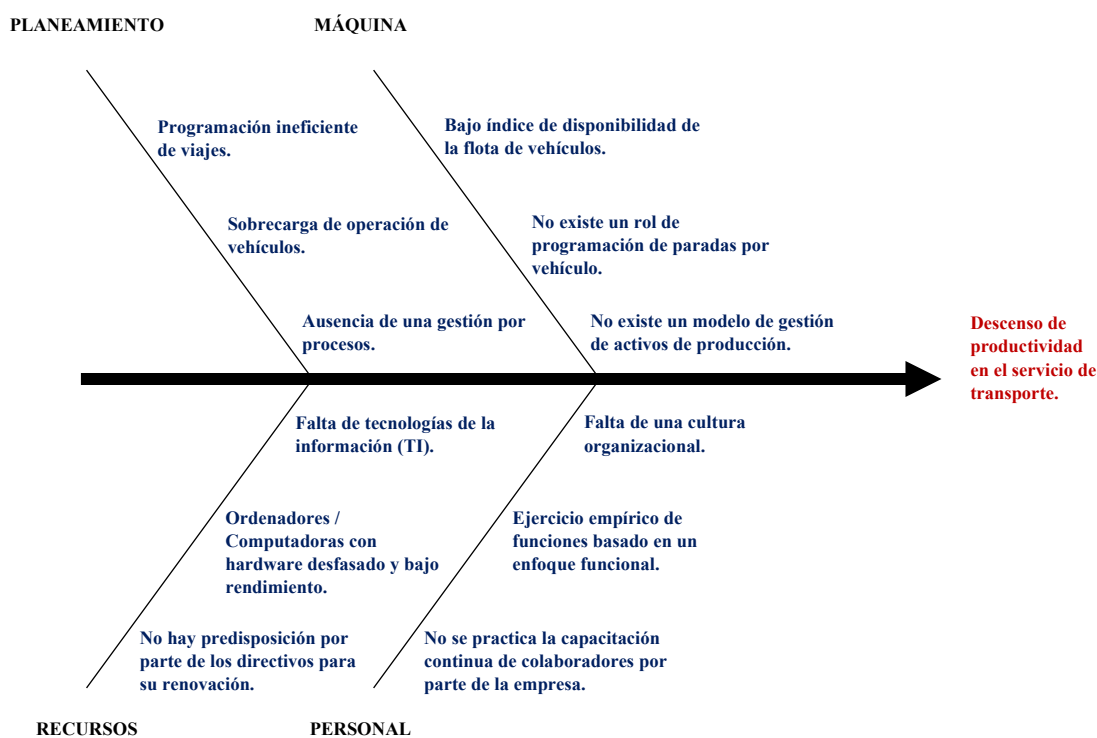
Fuente: Elaboración propia.

Entre las actividades realizadas en el área de mantenimiento de flota, así como aquellas realizadas en el área de operaciones, se percibe que el único vínculo de comunicación es a

través del staff de conductores, quienes, a su vez, sólo informan de la necesidad de revisión en caso de averías y/o problemas en el funcionamiento de los vehículos asignados.

Figura 2

Diagrama de Ishikawa aplicado al caso de estudio



Fuente: Elaboración propia.

Se denota que la productividad de activos de producción en la empresa de transportes JP Logística S.A.C., se encuentra comprometida en función de 4 aristas siendo estas: Máquina, Personal, Planeamiento y Recursos; asimismo, el análisis conjunto de sus descripciones respectivas, conlleva a la identificación de la causa raíz del problema asociado a una deficiente gestión del mantenimiento además de ejercer funciones desvinculadas con departamentos interdependientes en el proceso de negocio.

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema general

¿En qué medida, el uso de un sistema de información basado en TPM, contribuye a mejorar la gestión del mantenimiento vehicular en una empresa de transporte de mercancías?

1.3.2 Problemas específicos

a. ¿En qué medida, el uso de un sistema de información basado en TPM, contribuye a mejorar la distribución por tipos de mantenimiento vehicular en una empresa de transporte de mercancías?

b. ¿En qué medida, el uso de un sistema de información basado en TPM, contribuye a mejorar las funciones paramétricas del mantenimiento vehicular en una empresa de transporte de mercancías?

c. ¿En qué medida, el uso de un sistema de información basado en TPM, contribuye al incremento de la productividad operativa vehicular en una empresa de transporte de mercancías?

1.4 Antecedentes

Los estudios en calidad de antecedentes al problema de investigación abordado, conforman un total de 21, siendo los 10 primeros a un nivel internacional y los 11 restantes, a un nivel nacional; asimismo, reportados de manera cronológica respectivamente tal como se presenta a continuación:

1.4.1 Antecedentes internacionales

Beltrán y Orozco (2013) buscaron construir e implementar un plan de mantenimiento que ofrezca todo el soporte documental esencial para supervisar el proceso de mantenimiento de la flota vehicular del consorcio MSI. De igual forma, el enfoque utilizado constó de tres fases: características de la flota vehicular, entorno operativo - historial de fallas y métodos de mantenimiento. En cuanto a los resultados, se consiguió elevar el índice de Disponibilidad de

las grúas del 68 % al 95 % y aumentar la rentabilidad, eliminando la necesidad de recurrir a equipos de terceros reduciendo los gastos de mantenimiento en un 55 %. Por lo tanto, a partir del diagnóstico, decidieron que la dificultad con el mantenimiento estaba en la gestión administrativa de todos los documentos necesarios para llevar a cabo los planes, recopilación de datos, información y control del rendimiento.

Tamayo et al. (2015) en su investigación tuvieron como objetivo analizar las causas que generaban la pérdida de Disponibilidad de los ómnibus pertenecientes a la Universidad Técnica de Manabí; para su análisis, emplearon herramientas como el diagrama de Pareto e Ishikawa. La flota de transporte de la UTM estuvo conformada por 9 unidades de las cuales 4 se encontraron con un bajo y crítico índice de Disponibilidad siendo estos de 44.6 %, 44 %, 36,7 % y 62,7 %. La indisponibilidad global calculada fue de un 29 % por debajo de los estándares para estos tipos de flota. A partir de los datos obtenidos, concluyeron que las causas de indisponibilidad son a raíz de problemas de organización del área de mantenimiento relacionado con pocas oportunidades de capacitación para el personal, motivación, materiales, control de stock de repuestos, infraestructura e instalaciones adecuadas.

Espinel et al. (2016) en su investigación tuvieron como objetivo diseñar y aplicar un plan de seguimiento al programa de mantenimiento fundamentado en la metodología del mejoramiento continuo - ciclo PHVA. Los resultados que se obtuvieron luego de su aplicación reflejaron una mejora en el índice de Disponibilidad el cual al principio era de un 67 % y se incrementó a un 91 % evaluándose durante un periodo de 11 meses en el año 2011. Finalmente, concluyeron que la implementación de mejoras desarrolladas para el programa de mantenimiento, trajo muchos beneficios a la gestión a través del análisis y evaluación de la información recolectada enfocado en la mejora continua de procesos.

Penabad et al. (2016) trataron de examinar las similitudes y diferencias entre las medidas de preparación y Disponibilidad consideradas fundamentales para evaluar el éxito de

la gestión empresarial. La metodología de desarrollo consistió en realizar una exhaustiva revisión bibliográfica; en cuanto a los resultados, los autores sostienen que el indicador de Disponibilidad es más apropiado para evaluar el rendimiento del mantenimiento de los vehículos de transporte, especialmente si uno de los principales objetivos de la empresa es garantizar la funcionalidad, mientras que el indicador de preparación es más útil cuando se organizan servicios de transporte. Concluyeron que la similitud entre los dos indicadores radica en que ambos se refieren al estado en el que el vehículo está operando de acuerdo con los parámetros requeridos; sin embargo, consideraron que el índice de Disponibilidad es prioritario, porque requiere que el modo de transporte o flota esté listo para cumplir una misión que se le ha asignado, es decir, que esté inactivo y asociado al plan de transporte para satisfacer la demanda.

Cabrera et al. (2017) trataron de mejorar el programa de mantenimiento de la flota de vehículos mediante un examen de los indicadores técnico-económicos, el uso de la auditoría de las 20 cualidades, la matriz DAFO y el diagrama de Pareto para ayudar a la toma de decisiones. Los resultados de Disponibilidad alcanzados a lo largo del periodo de investigación fueron del 94 % en 2014, 89 % en 2015 y 92 % en 2016 siendo en promedio superiores al valor utilizado como referencia, es decir, un CDT \geq 85 %. Constataron que el indicador de objetivo estaba por encima del valor umbral, pero que el sistema de indicadores como elemento esencial del sistema de gestión del mantenimiento no se había utilizado en todo su potencial.

García et al. (2017) trataron de asegurar la Disponibilidad de equipos e instalaciones con el fin de garantizar que el proceso de fabricación o servicio sea fiable, seguro, respetuoso con el medio ambiente y rentable. La técnica empleada consistió, en primer lugar, en acumular toda la información relevante dentro de la empresa para aplicar el proceso de análisis y síntesis, así como la estadística descriptiva. Los datos adquiridos revelaron un índice de Disponibilidad operativa del 86 %. Afirmaron que el resultado adquirido tiene un valor sustancial,

demostrando su utilidad en las operaciones de mantenimiento de las empresas de transporte al facilitar la toma de decisiones con características de base técnica.

Guerra y Montes de Oca (2018) buscaron establecer un vínculo entre la productividad, el mantenimiento y los equipos mineros utilizados en la minería a cielo abierto a gran escala a través de un examen de su rendimiento bajo ciertas circunstancias operativas en su estudio. El estudio de caso se basó en una investigación de campo; asimismo, se descubrió que los equipos mineros estaban conformados por equipos de transporte, excavación y bulldozer; se calcularon sus índices de productividad y Disponibilidad para cada uno de ellos, los cuales fueron de 51,72 %, 48,88 %, 55,51 % - 72 %, 69 % y 76 %, respectivamente. Utilizando estos datos como referencia del rendimiento de los equipos tras cinco años de funcionamiento, se realizó una comparación paramétrica con los valores de rendimiento de los equipos nuevos. Revelaron que existe un margen sustancial de variabilidad, que se traduce en costes de explotación y problemas de mantenimiento extremadamente elevados, lo que se justificó en la necesidad de evaluar la sustitución de los equipos. Concluyeron que la planificación y la ejecución del mantenimiento tenían un impacto significativo en la operatividad de los equipos a medida que avanzaban los años de explotación; el estudio reveló que el índice de productividad total de los equipos mineros desciende entre un 44 % y un 51 % en el sexto año de explotación, lo que implicó un empeoramiento de su régimen de trabajo al verse obligados a operar en condiciones extremas.

Rubio (2019) buscó establecer un plan de mantenimiento preventivo para la flota de maquinaria pesada y vehículos administrativos del Municipio de Motavita. El estudio se realizó sobre los datos recibidos de un total de 8 máquinas, de las cuales el 67 % tenían intervenciones correctivas, el 32 % preventivas y el 11 % estaban fuera de servicio. Una vez realizado el reconocimiento y diagnóstico de la máquina, se prepararon y enviaron los formularios de inspección preoperacional, formulario de solicitud, orden de trabajo, formulario de

mantenimiento programado y formulario de control de combustible; con los datos recopilados, se creó una base de datos Excel con toda la información necesaria para llevar a cabo el plan de mantenimiento preventivo. Los resultados revelaron una mejora considerable de las intervenciones de mantenimiento de la flota, con un 60 % para intervenciones preventivas, un 30 % para intervenciones correctivas y sólo un 10 % para unidades fuera de servicio. Se constató que es posible llevar un control exhaustivo de la información sobre las máquinas, la gestión de las piezas de recambio y los calendarios de mantenimiento; para ello es necesario utilizar un sistema de gestión de bases de datos.

Flores et al. (2020) buscaron crear una herramienta en Excel para la asignación de modelos de mantenimiento con base en la Disponibilidad y criticidad de los equipos. Para su creación, se desarrollaron parámetros mediante un cuestionario para identificar la criticidad de los equipos; posteriormente, se determinaron los indicadores de Consecuencia y Criticidad Total; automatizaron este procedimiento con una hoja de cálculo de Excel. El equipo SPEEDMASTER 5 COLORES tiene un índice de Disponibilidad del 95,51 % basado en los resultados agregados del modelo de Criticidad, Disponibilidad y Mantenimiento. Por último, sugirieron que la definición de un algoritmo para la asignación del modelo de mantenimiento, permitiría a los futuros módulos gestionar la evolución del indicador de Disponibilidad y otras indicaciones con el fin de mejorar este proceso.

López et al. (2021) en su estudio trataron de diseñar una técnica para evaluar la función de mantenimiento aplicada en una flota de vehículos de transporte de combustible por carretera. El proceso de mantenimiento se estudió utilizando enfoques estadísticos, análisis y síntesis, modelización teórica y análisis sistémico. Los datos adquiridos indicaron una baja Disponibilidad del 56,1 %, un índice de mantenimiento correctivo del 82,61 % y una fiabilidad que indicaba que la flota de vehículos de la investigación presentaba averías por cada 1138 km recorridos, mientras que el índice de relación de mantenimiento era sólo del 33,8 %.

Finalmente, comprobaron que la técnica empleada les permitía identificar equipos, sistemas, subsistemas y componentes importantes, así como medir su impacto económico y fundamentar las actividades técnicas y de formación de mayor éxito.

1.4.2 Antecedentes nacionales

Díaz (2015) buscó disminuir los gastos de una empresa de logística optimizando el uso de recursos de terceros mediante el aumento de la Disponibilidad de sus máquinas. Para ello se basó en la metodología TPM; asimismo, tras realizar las correspondientes simulaciones del modelo de gestión propuesto, el resultado fue un aumento de la Disponibilidad de la flota del 83,49 % al 90,36 %, concluyendo que el aumento es posible siempre y cuando se siga un mantenimiento preventivo.

Portal y Salazar (2016) buscaron mejorar la Disponibilidad operativa de los equipos de movimiento de tierras propiedad de la empresa multiservicios PUNRE S.R.L. mediante la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento. Como resultado, lograron un cumplimiento del 100 % del mantenimiento programado y una tasa mínima de Disponibilidad del 85 %. Comprobaron que la aplicación del plan realizado bajo los criterios del mantenimiento productivo total, que se centraba en la mejora de la gestión de los procesos y la información, les permitió aumentar la Disponibilidad del 79 % al 85 %.

Estrada (2017) realizó una investigación para determinar cómo el uso del mantenimiento productivo total (TPM) mejora la eficiencia en el área de mantenimiento de la empresa Corporación Logística y Transporte S.A.C.; los resultados obtenidos fueron significativamente favorables, aumentando la Confiabilidad en un 13 % y la Disponibilidad en un 8 %. Se constató que la adopción del enfoque utilizado produjo una reducción en las fallas de las unidades, permitiendo elevar el índice de productividad de la unidad y satisfacer los criterios del cliente.

Alfaro (2018) desarrolló un sistema web con el objetivo de evaluar su influencia sobre el índice de control de mantenimiento preventivo de máquinas tragamonedas de la empresa Newport Capital S.A.C.; para su desarrollo, utilizó la metodología SCRUM por su constante interacción con el cliente durante su desarrollo permitiendo gestionar las expectativas con la máxima flexibilidad. Como consecuencia de implantación del sistema online, el índice de acciones preventivas con un valor del 62,52 % en preprueba, ascendió a un valor del 97,56 %; inversamente proporcional, el índice de acciones correctivas, se redujo de un valor del 38,04 % en preprueba a un valor del 3,07 % en posprueba.

Asalde (2018) en su investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de un sistema web en el proceso de control de mantenimiento de flotas de la empresa de servicios de transporte BEKYS S.R.L.; para su desarrollo, recurrió a la utilización de un modelo híbrido compuesto de las metodologías RUP y SCRUM, siendo esta última, un framework de gestión y desarrollo de proyectos complejos teniendo como principales características ser: ligero, de simple comprensión y manejo; asimismo, obtuvo como resultados el incremento del porcentaje de Confiabilidad en un 5.9 % y el porcentaje de Disponibilidad en un 7.65 %.

Ruiz (2018) utilizó su investigación para proponer un sistema de gestión basado en el análisis modal de fallas y efectos para mejorar la Disponibilidad del parque automotor de la empresa Chimú Agropecuaria S.A.; luego de su implementación se obtuvieron resultados favorables debido a que los indicadores de Disponibilidad, Confiabilidad y Mantenibilidad pasaron de 87,8 %, 69,2 % y 92 %, respectivamente, a 95,6 %, 84,6 % y 97,4 %. Finalmente, se constata que, tras la implantación del sistema, los indicadores de gestión de la Disponibilidad crecieron un 7,8 %, la fiabilidad subió un 15,4 % y la Mantenibilidad aumentó un 5,4 %.

Villar (2018) buscó construir un plan de ingeniería de sistemas de gestión de mantenimiento para incrementar la Disponibilidad y Confiabilidad de la flota de camiones Komatsu 730E-6 de la empresa minera Barrick Misquichilca S.A. para trabajos en alturas

superiores a los 3500 m.s.n.m. Para su desarrollo se utilizó la técnica de Análisis Modal de Fallas y Efectos (AMFE); tras su implementación, los resultados fueron satisfactorios, con una Disponibilidad de 86 % y una Confiabilidad de 54,4 horas por equipo, lo que representa un promedio de 86 %, considerando 600 horas de operación mensuales por equipo. Comprobó que las mejoras en las métricas de Disponibilidad y Fiabilidad fueron el resultado de la intervención en el plan de mantenimiento a través de la reingeniería.

Ames et al. (2019) llevaron a cabo una investigación para aplicar un modelo de gestión del mantenimiento con el fin de paliar el problema de las horas de baja productividad en una industria del plástico. El enfoque se verificó además mediante la implementación de las tecnologías TPM y SMED de la metodología Lean Manufacturing. En el estudio realizado tras la implantación del modelo, se constataron buenos resultados en los indicadores objetivos; la utilización de la capacidad de los equipos pasó del 72 % al 91 %, y la eficacia global aumentó del 64 % al 78 %. Determinaron que, si bien la implantación del Lean Manufacturing era eficaz, existía una considerable resistencia al cambio, lo que afectaba al cumplimiento del calendario previsto.

Paredes (2019) en su investigación intentó diseñar un sistema de gestión del mantenimiento basado en la metodología del mantenimiento productivo total TPM para mejorar la Disponibilidad de la maquinaria pesada en la empresa UNIMAQ S.A.; tras su implantación, consiguió una mejora de la Disponibilidad hasta el 91 % de toda la maquinaria. Concluye que la adopción del TPM requiere muchas horas de trabajo y es a largo plazo; además, subraya la necesidad del apoyo de los socios de la organización para su éxito.

Dávila (2020) en su investigación trató de aumentar el grado de cumplimiento del servicio de transporte de personas de una empresa minera mediante la implantación de un sistema de gestión del mantenimiento. Para ello aplicó los enfoques TPM y RCM; asimismo, los datos arrojados tras la adopción mostraron una ganancia del 5 % en Fiabilidad y un aumento

del 12 % en Disponibilidad. Concluye que la creación de este tipo de proyectos permite descubrir posibilidades de mejora continua, haciendo hincapié en la necesidad de ser flexible con los colaboradores, ya que todo cambio influye en los hábitos de trabajo, los procesos, etc. Con este enfoque, tuvo como expectativa incentivar su participación y motivación en el mantenimiento de las condiciones operativas de la flota de vehículos.

Aliaga y Grey (2021) realizaron un estudio con el objetivo general de incrementar los indicadores de mantenimiento como Disponibilidad, Confiabilidad y Mantenibilidad de las unidades vehiculares de la Compañía de Bomberos de Trujillo. Para ello utilizaron la metodología AMEF; asimismo, luego de la implementación, obtuvieron un incremento promedio en los indicadores de Disponibilidad a un 89,40 %, Confiabilidad a un 91,47 % y Mantenibilidad a un 55,25 %, concluyendo que un plan de mantenimiento es muy importante en la organización, orden y operatividad de los vehículos porque permite brindar asistencia oportuna a los ciudadanos con la certeza y confianza de que sus unidades de transporte no fallarán.

En base a lo expuesto; desde una perspectiva sistémica se entiende que un acercamiento orientado a disipar la entropía empresarial, se encuentra en el Mantenimiento Productivo Total (TPM) que considera dentro de su filosofía de trabajo, el incremento de las competencias del recurso humano para su participación e involucramiento en el mantenimiento de las condiciones operativas de los activos productivos, por representar un elemento clave para la definición de la calidad del bien o servicio ofrecido, es uno de los más importantes. En general, su ejecución se basa en la aplicación de sus ocho pilares conformadores; no obstante, aun así, este sistema presenta vacíos de conocimiento en la concretización de procesos, estrategias y/o especificaciones de actividades que contribuyan a su efectiva utilización.

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1 Objetivo general

Determinar en qué medida, el uso de un sistema de información basado en TPM, contribuye a mejorar la gestión del mantenimiento vehicular en una empresa de transporte de mercancías.

1.5.2 Objetivos específicos

a. Determinar en qué medida, el uso de un sistema de información basado en TPM, contribuye a mejorar el proceso de distribución por tipos de mantenimiento vehicular en una empresa de transporte de mercancías.

b. Determinar en qué medida, el uso de un sistema de información basado en TPM, contribuye a mejorar las funciones paramétricas del mantenimiento vehicular en una empresa de transporte de mercancías.

c. Determinar en qué medida, el uso de un sistema de información, contribuye al incremento de la productividad operativa vehicular en una empresa de transporte de mercancías.

1.6 Justificación de la investigación

1.6.1 Justificación teórica

El aporte del estudio radicará en el establecimiento de lineamientos para la materialización de la filosofía TPM, en este caso, a través del desarrollo de un sistema de información para su gestión y administración eficiente integrando el ejercicio de funciones de colaboradores bajo un enfoque por procesos a fin de conservar las condiciones operacionales de activos de producción en organizaciones.

1.6.2 Justificación práctica

La propuesta de solución, permitirá mantener un control estricto sobre las intervenciones de tipo preventivas, de tal forma, que su preponderancia porcentual respecto a

las de tipo correctivas, será beneficiosa para el incremento progresivo de sus funciones paramétricas, siendo esta última, un requerimiento de suma vitalidad durante el proceso de contratación de servicios con equipos y maquinarias. Como consecuencia, su desempeño en términos de rendimiento, coadyuvarán al alcance de una mayor productividad, además, de contribuir a la extensión de sus respectivos tiempos de vida útil.

1.6.3 Justificación metodológica

La adopción de TPM, se justifica en función a su perspectiva en calidad de sistema de mejora continua donde establece que la responsabilidad de mantención de condiciones de operación de equipos, trasciende a una participación activa total de colaboradores a todo nivel.

1.7 Limitaciones de la investigación

La empresa utiliza una modalidad mixta de trabajo, por consiguiente, requiere que el personal se presente de manera Inter diaria a la base de operaciones; esta medida promovida para la prevención del contagio de COVID-19, limita la realización de un seguimiento continuo in situ de la flota en general; como responsable del área de mantenimiento, mi solicitud en reuniones ejecutivas tienen como objetivo participar en el proceso de establecimiento de acuerdos para el desarrollo de proyectos de mejora en otras áreas directamente implicadas en el negocio.

Dichas actividades rutinarias, consumen gran parte de mi jornada laboral diaria lo que limita mi disponibilidad en términos de tiempo tanto para la toma y procesamiento de datos en campo, como también, para la redacción del presente entregable de investigación.

1.8 Hipótesis

1.8.1 Hipótesis general

El uso de un sistema de información basado en TPM, contribuye a mejorar la gestión del mantenimiento vehicular en una empresa de transporte de mercancías.

1.8.2 Hipótesis específicas

- a. El uso de un sistema de información basado en TPM, contribuye a mejorar la distribución por tipos de mantenimiento vehicular en una empresa de transporte de mercancías.
- b. El uso de un sistema de información basado en TPM, contribuye a mejorar las funciones paramétricas del mantenimiento vehicular en una empresa de transporte de mercancías.
- c. El uso de un sistema de información basado en TPM, contribuye al incremento de la productividad operativa vehicular en una empresa de transporte de mercancías.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Bases teóricas

2.1.1 *Sistema de información*

Los sistemas de información hoy en día, constituyen uno de los ámbitos principales dentro de una organización. Asimismo, la globalización, internacionalización de las empresas y la creciente competencia de los mercados de bienes y servicios hacen de estas, un elemento clave para la gestión atribuyéndose a la información como insumo fundamental que genera valor a nivel empresarial. (Moreno y Dueñas, 2018)

Un sistema de información empresarial (SIE) sirve para la captación, análisis, tratamiento, difusión y utilización sistemática de la información y el conocimiento necesarios para la correcta toma de decisiones en la empresa. Es, por tanto, un sistema de inteligencia de negocio. (Goitia, 2008)

Para generar riqueza y mantener la empresa en funcionamiento, la dirección necesita: información básica, información sobre productividad, información sobre competencia e información sobre asignación de recursos; debidamente organizada, les permite orientar esfuerzos estratégicamente para la toma de decisiones. (Moreno y Dueñas, 2018)

Goitia et al. (2008) sostienen que, para implementar de manera exitosa un SIE, deben cumplirse una serie de requerimientos como son: entender que se trata de una actividad integrada con el resto de actividades de la empresa; compromiso total de la dirección de la empresa, no sólo durante la implantación del sistema, sino también en su gestión diaria y, por supuesto, en la exploración de sus resultados en la estrategia empresarial; como cualquier otra actividad, requiere la menor cantidad de recursos; nombramiento de un responsable o coordinador; asimismo, que el trabajo lo realice una unidad específica situada cerca de la dirección; finalmente, el propicio de un entorno para la comunicación y trabajo en equipo para la difusión de información y conocimientos entre departamentos.

Para Oncebay (2020), un sistema de información es una herramienta muy útil para una pequeña empresa, ya que permite automatizar los procedimientos diarios en etapas sencillas y garantiza que la información esté siempre disponible y conectada con las distintas áreas que la utilizan. Por ello, es fundamental que cada organización realice una selección adecuada de los módulos que deban conformar su composición para lograr la eficiencia de los procesos.

Las organizaciones deben afrontar el reto de la innovación; deben predecir el futuro, las repercusiones de la innovación, las reacciones de los consumidores, los competidores y el entorno empresarial. Para tener éxito, la innovación debe estar dirigida por la intuición, la inteligencia y la previsión. (Moreno y Dueñas, 2018)

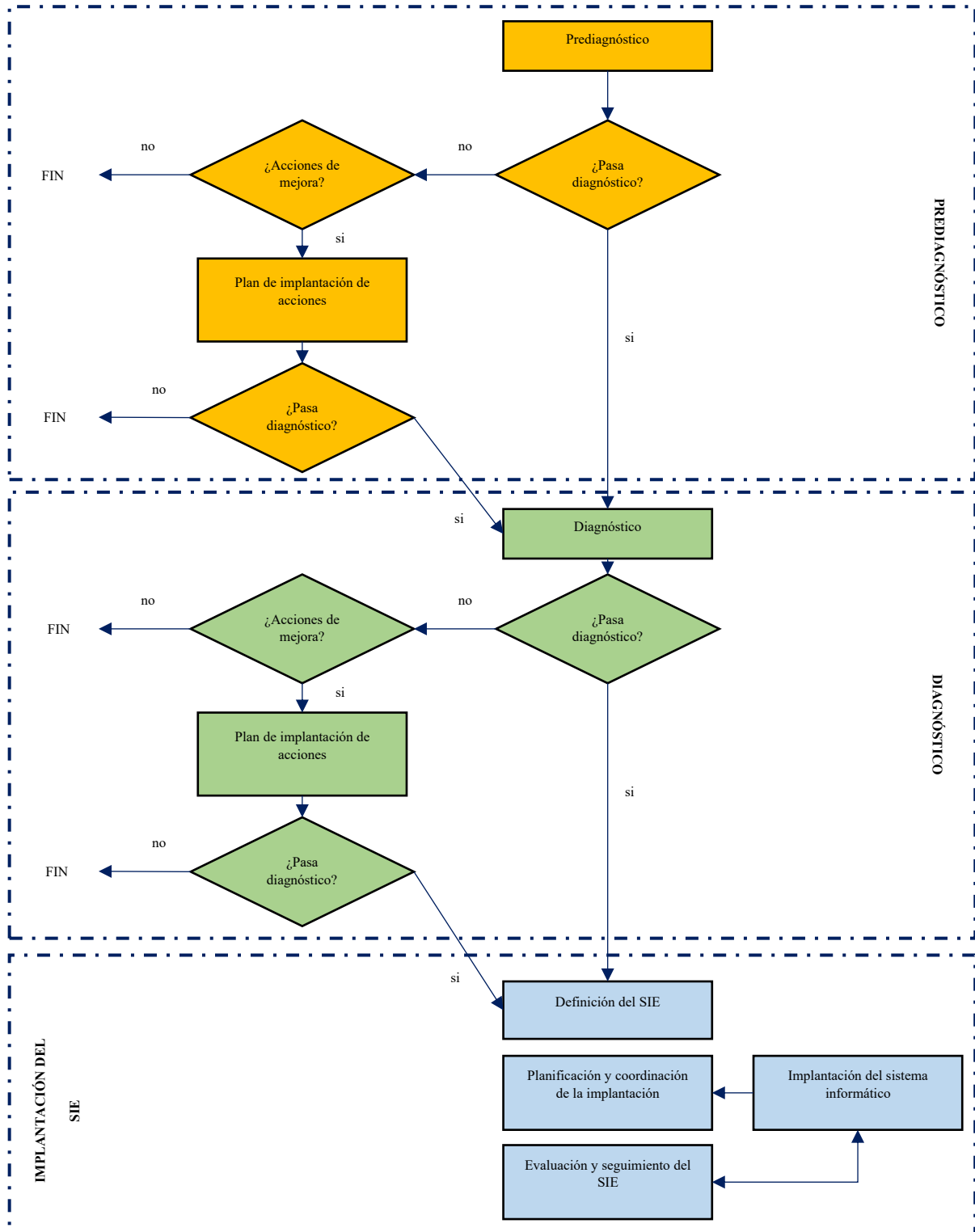
Para dicho propósito, el rol del recurso humano en una organización es crucial para la mejora continua de sus procesos, asimismo, el incremento de sus competencias es considerado como parte del ejercicio de buenas prácticas para que estos puedan desarrollar sus funciones dentro de un marco productivo.

Cabe mencionar que, ante la exigencia y dinamismo del mercado; su adecuación ante este, requiere de una mayor rigurosidad en explorar sobre alternativas de mejora; he ahí, donde se justifica la necesidad de optar por la implementación de departamentos dedicados con exclusividad a la investigación y / o Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva (VT e IC).

Sobre esto último, hoy en día existe un abanico de opciones de entidades proveedoras de softwares para su aplicación; además, de ofrecer acceso inmediato a demos por un periodo limitado de tiempo permitiéndole al interesado, un acercamiento provechoso para su potencial adopción definitiva e integración a procesos de mejora.

Figura 3

Esquema general de implementación de un SIE



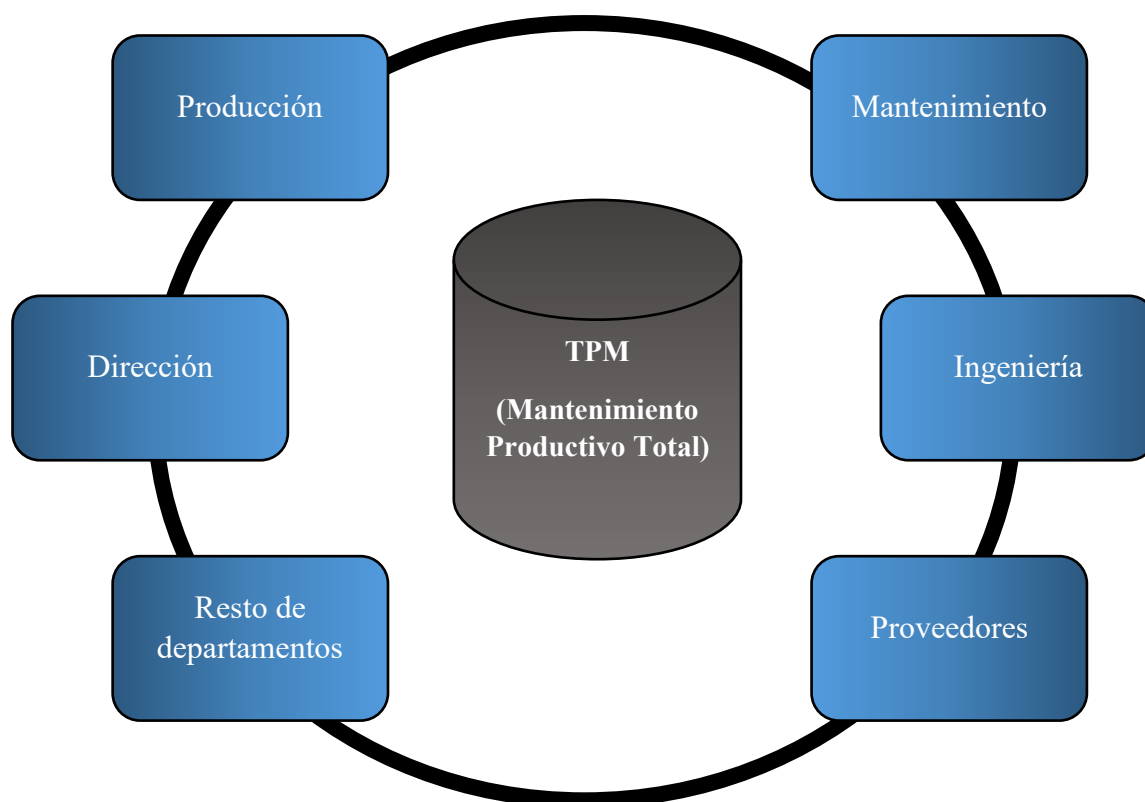
Nota. Se visualiza el esquema general de implementación de un sistema de información empresarial. Tomado y adaptado de *Implantación de sistemas de información empresarial* (p. 542), por Goitia et al., 2008.

2.1.2 Metodología TPM

Es un sistema de gestión que evita todo tipo de pérdidas durante la vida entera del sistema de producción con el objetivo de maximizar su eficacia involucrando a todos los departamentos y a todo el personal desde operadores hasta la alta dirección, lo cual deriva en la orientación de sus acciones apoyándose en el desarrollo de actividades en pequeños grupos. En contraste con la tradicional asociación del mantenimiento a la realización de reparaciones de fallas, TPM promueve el seguimiento y control del plan de mantenimiento preventivo a fin de permitir la continuidad de operación de los equipos. (Fernández, 2018)

Figura 4

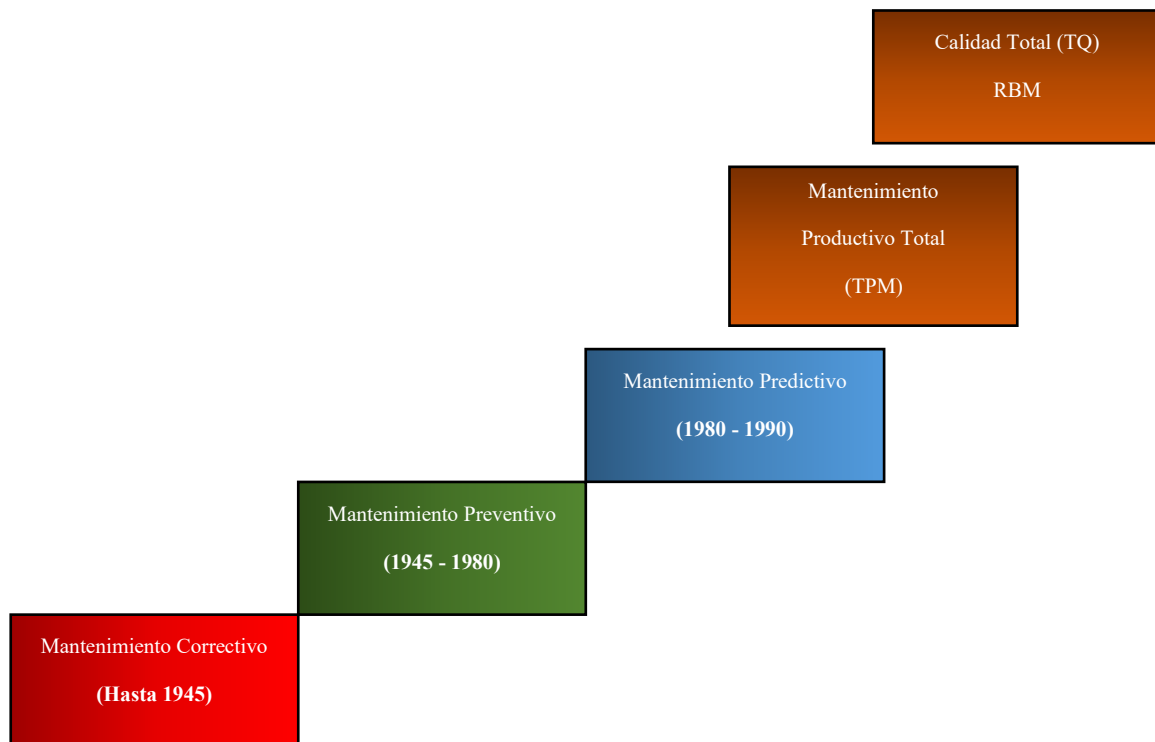
Departamentos a los que engloba la aplicación de TPM



Nota. Se muestran a todos los departamentos involucrados en el desarrollo de la metodología TPM. Tomado y adaptado de *Gestión de mantenimiento. Lean Maintenance y TPM*, (p. 24), por Fernández, 2018.

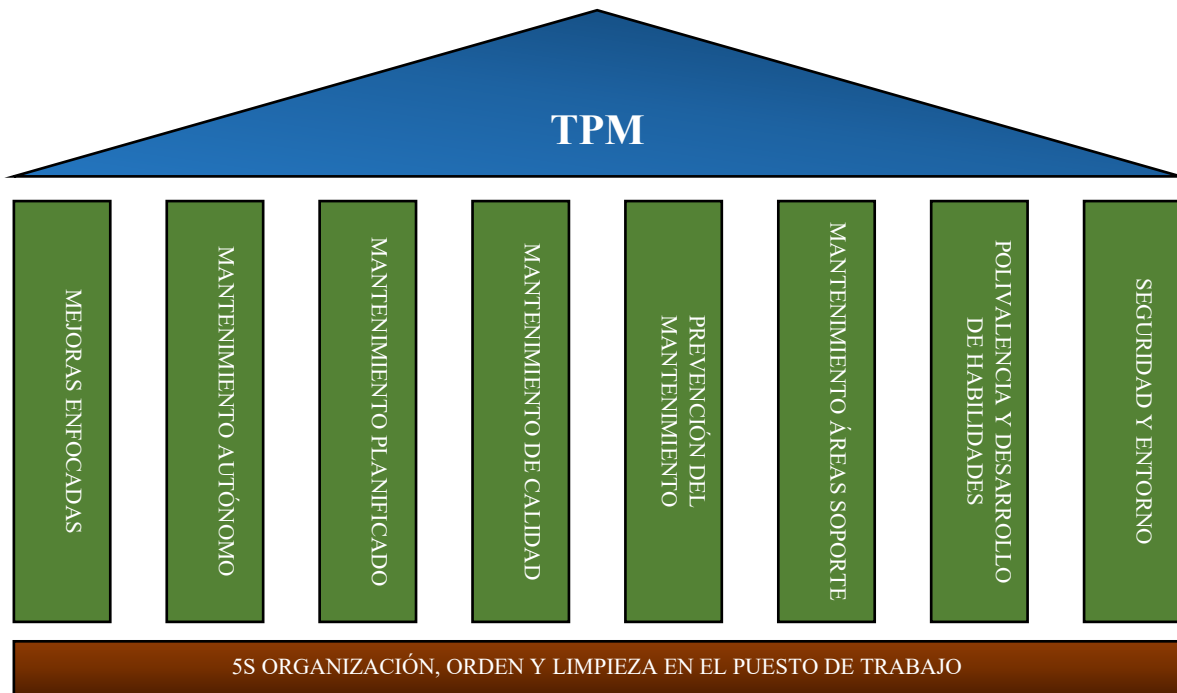
Figura 5

Orden cronológico sobre tipos de mantenimiento



Nota. Se muestra la cronología de concepción del mantenimiento, donde en un principio se consideraba como actividad principal la reparación de fallas, y a través del tiempo, ese enfoque ha ido evolucionando teniendo como horizonte la conservación de la vida útil en el sistema de producción. Tomado y adaptado de *Gestión de mantenimiento. Lean Maintenance y TPM*, (p. 26), por Fernández, 2018.

Los pilares de sustento de TPM, refieren una serie de procesos fundamentales para la construcción de un sistema de producción ordenado siendo estos: el enfoque kaizen o mejora focalizada, el mantenimiento autónomo también conocido como Jisho Hozen, el mantenimiento preplanificado, Hinshitsu Hozen o mantenimiento de calidad, prevención del mantenimiento, mantenimiento de áreas de apoyo, desarrollo de actividades y polivalencia, seguridad y medio ambiente. (Fernández, 2018)

Figura 6*Pilares de TPM*

Nota. Se muestran los pilares que sustentan la metodología del TPM. Tomado y adaptado de *Gestión de mantenimiento. Lean Maintenance y TPM*, (p. 31), por Fernández, 2018.

El TPM debe abordar las pérdidas que impiden la optimización de los equipos. Estas pérdidas o fallos crean o aumentan la probabilidad de paradas de los equipos. Por fallo se entiende cualquier cosa que no sea la parada de un equipo e incluye su funcionamiento defectuoso y/o fallido. (Fernández, 2018)

2.1.3 Gestión de mantenimiento

Es la labor de planificación, y revisión que debe realizarse para maximizar la disponibilidad y efectividad de la infraestructura requerida por el sistema de producción; su finalidad, es la optimización de la funcionalidad de los componentes de la infraestructura de producción en ejercicio de los lineamientos y objetivos establecidos por la organización; en calidad de procedimiento de soporte a la cadena de valor del sistema de producción, si bien no

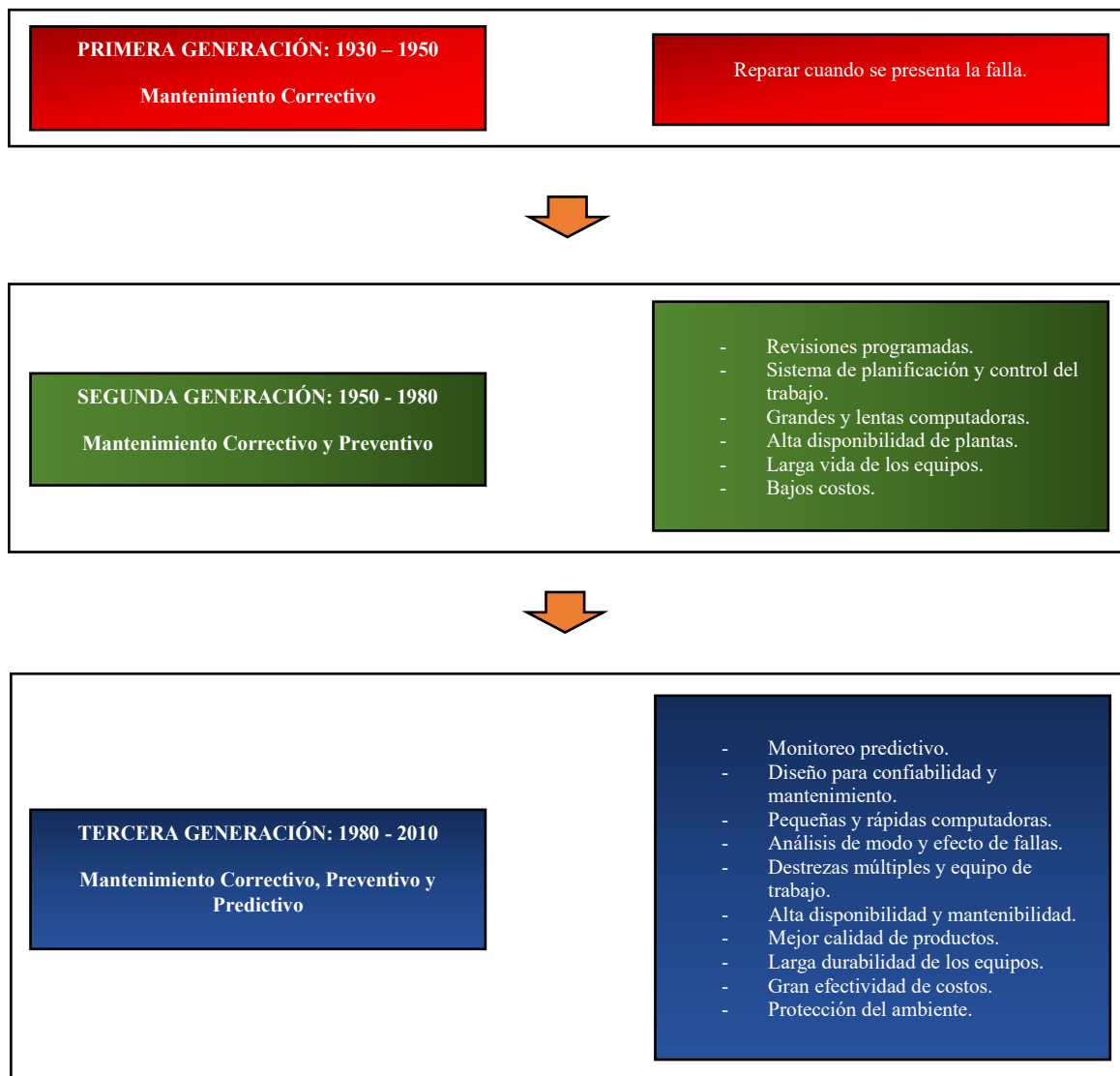
agrega valor directo, su ausencia o ineficiencia puede colocar la diferencia entre una empresa competitiva y una empresa estancada; en un escenario más crítico, en vías de desaparición, siendo esto último, producto de asumirse erróneamente como un gasto, que consume recursos y no aporta valor agregado alguno al bien y servicio ofertado; se predispone a pensar que: cuanto todo va bien, nadie recuerda que existe; cuando algo va mal, dicen que no existe; cuando es para gastar, se dice que no es necesario; pero cuando no existe, todos concuerdan en que debería existir; dicho enfoque tradicionalista, afecta el desempeño general de la organización y su propósito de competir en mercados globalizados. (Márquez, 2010)

Durante las últimas décadas las formas de gestión del mantenimiento han avanzado aceleradamente en aras de la optimización de la Mantenibilidad, Confiabilidad y Disponibilidad de equipos y componentes cada vez más complejos debiéndose fundamentalmente a(1): aumento de la competitividad del mercado, complejidad de las infraestructuras, así como de la tecnología producida y utilizada en los procedimientos operativos, avances tecnológicos en la detección de averías en los equipos y uso de estadísticas para predecir y prevenir problemas; como resultado, la diversificación de las operaciones de mantenimiento se ha convertido en un aspecto crítico para el éxito de la organización y es ahora un proceso integrado en los sistemas operativos. (Márquez, 2010)

Con base en las líneas anteriores, la gestión de mantenimiento debe estar conectada con los demás subsistemas de la organización; una operación más eficaz requiere un esfuerzo coordinado, principalmente con el departamento de operaciones / producción. De surgir dificultades que potencialmente puedan repercutir en su desempeño, corresponderá a la intervención efectiva de los recursos humanos - colaboradores de acuerdo al ámbito de sus funciones, tomar las acciones respectivas para disipar su impacto en la continuidad del proceso de negocio.

Figura 7

Cambio de técnicas y expectativas



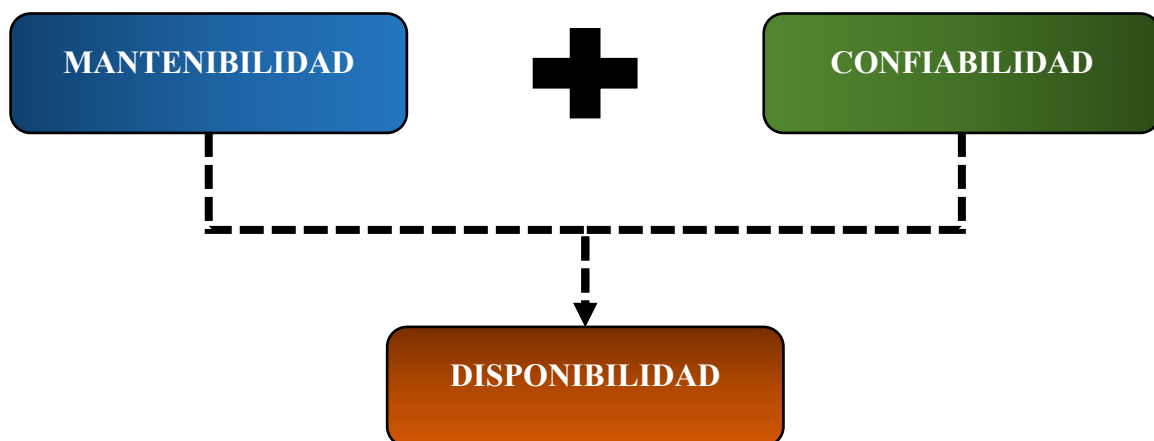
Nota. Cambio de técnicas y expectativas. Tomado y adaptado de *Manual de la Ingeniería de la calidad, Modulo III: Desarrollo de Sistemas de Producción, Capítulo 8: Gestión de Mantenimiento*, (p. 4), por Márquez 2010, <https://www.slideshare.net/mrpayasin/gestionmantenimiento>

Los cambios observados en la última generación son atribuibles a un crecimiento en la diversidad y cantidad de infraestructuras que deben ser mantenidas, así como a la complejidad de los diseños. Las empresas modernas ejecutan la gestión del mantenimiento basándose en los fundamentos de las metodologías y conceptos modernos enunciados en la tercera generación,

con el fin de maximizar la disponibilidad, funcionalidad y eficacia de los recursos de infraestructura utilizados por los sistemas operativos. (Márquez, 2010)

Figura 8

Triángulo paramétrico de las funciones del mantenimiento



Nota. Triángulo paramétrico de las funciones del mantenimiento. Tomado y adaptado de *Manual de la Ingeniería de la calidad, Modulo III: Desarrollo de Sistemas de Producción, Capítulo 8: Gestión de Mantenimiento*, (p. 10), por Márquez 2010, <https://www.slideshare.net/mrpayasin/gestionmantenimiento>

“El objetivo básico del mantenimiento es disponer de recursos de infraestructura mantenibles y fiables para su uso en el momento oportuno y en el lugar adecuado durante el mayor tiempo posible” (Márquez, 2010, p. 10).

En cuanto a los índices de Mantenibilidad, Confiabilidad y Disponibilidad, Ortiz et al. (2006) refieren que:

Para el incremento de la producción en una planta, es indispensable que estas tres se aborden de forma relacional, de tal manera que, si se quiere incrementar la Disponibilidad en una sistema o equipo, se debe: incrementar la Confiabilidad expresada en MTBF; reducir el tiempo empleado en la reparación expresado en MTTR; incrementar el MTBF y reducir el MTTR de manera simultánea; sumado a ello, dentro de sus conclusiones y recomendaciones

brindó una serie de pautas para la elaboración de un buen plan de mantenimiento siendo algunas de estas, citadas a continuación en función de la apreciación y relevancia por parte del autor del presente estudio de investigación: el objetivo del mantenimiento es garantizar que los equipos y sistemas funcionen correctamente, no eliminar todos los fallos; la producción equivale a operación sumado a mantenimiento, a su vez, sumado a ingeniería; equipos con características técnicas iguales pero con fases de vida distintas, requieren de distintos tipos de mantenimiento; más mantenimiento preventivo no siempre es mejor, más mantenimiento preventivo no siempre es peor; equipos idénticos con funciones diferentes requieren estrategias de mantenimiento customizadas; debe hacerse hincapié en determinar la causa de los fallos en lugar de limitarse a repararlos; finalmente, que la organización del mantenimiento debe centrarse en la Disponibilidad.

Sobre las perspectivas vertidas por autores sobre el objetivo perseguido por el mantenimiento, se detectan en ciertos casos ambigüedades en su concepción debido a que suele asumirse a la conservación y restauración como terminologías sinónimas; siendo lo correcto, su asociación con prácticas orientadas a la prevención y corrección respectivamente.

Es asumible que, a consecuencia de ello, gran parte del público lector distorsione su comprensión y valoración dentro del ámbito académico y laboral.

2.2 Marco conceptual

2.2.1 CMMS

“CMMS viene de sus siglas en inglés Computerized Maintenance Management System que significa Sistema de gestión de mantenimiento computarizado y según sus alcances también puede ser llamado EAM (Enterprise Asset Management) que significa software de gestión de activos empresariales” (MPSoftware [MP Chile], 2020).

2.2.2 TI

El término tecnología de la información (TI) fue creado con el objetivo de hacer una distinción entre las máquinas de limitado alcance y otras con propósitos más generales. Esta se basa en el estudio y desarrollo de sistemas de información como aplicaciones de software y hardware de computadoras, es decir, un TI se encarga de garantizar que las computadoras funcionen correctamente para el resto de las personas. (Euroinnova, 2022)

2.2.3 Mantenimiento correctivo

“Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos” (Fernández, 2018, p. 7).

2.2.4 Mantenimiento preventivo

“Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno” (Fernández, 2018, p. 7).

2.2.5 Mantenimiento autónomo

Su propósito es involucrar al operador en el cuidado del equipo a través de un alto grado de formación y preparación profesional, respeto de las condiciones de operación, conservación de las áreas de trabajo libres de contaminación, suciedad y desorden. (Fernández, 2018)

2.2.6 Mantenimiento productivo total (TPM)

Es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de mantenimiento preventivo creado en la industria de los Estados Unidos. Evita todo tipo de pérdidas durante la vida entera del sistema de producción, maximizando su eficacia e involucrando a todos los departamentos y a todo el personal desde operadores hasta la alta dirección, y orientando sus acciones a poyándose en las actividades en pequeños grupos. (Fernández, 2018)

2.2.7 Recursos de producción

“Define a los recursos de producción a Maquinaria, Equipos, Vehículos, instrumentos y herramientas, utilizados en los procesos operativos” (Márquez, 2010, p. 3).

2.2.8 Confiabilidad

“Es la probabilidad de que un equipo no falle, que cumpla una misión específica bajo condiciones de operación determinada en un periodo de tiempo específico” (Márquez, 2010, p. 10).

2.2.9 Mantenibilidad

La mantenibilidad es la característica inherente de un elemento asociada a su capacidad de ser recuperado para el servicio a través del proceso de mantenimiento. Un indicador para medir la mantenibilidad es la probabilidad de que un equipo o sistema no presenta fallas en un tiempo determinado después de haber sido reparado. (Márquez, 2010)

2.2.10 Disponibilidad

Márquez (2010) la define como la probabilidad de que un equipo esté operando sin fallas o esté disponible para su uso, durante un periodo de tiempo determinado y permite: determinar el porcentaje de tiempo en el cual el equipo se encuentra en servicio; resume cuantitativamente el comportamiento que presenta un elemento durante su vida útil y tomar decisiones con respecto a la adquisición de un equipo o elemento entre varias opciones siendo una condición básica para la efectividad de las operaciones.

2.2.11 Operatividad

Tiene como objetivo “asegurar la máxima operatividad de los vehículos de manera tal que se pueda cumplir con la programación de viajes y las intervenciones de mantenimiento requeridas” (Díaz, 2015, p. 155).

III. MÉTODO

3.1 Tipo de investigación

3.1.1 Tipo

El estudio aborda un tipo de investigación aplicada justificada en la toma de aportes teóricos sobre ingeniería del mantenimiento y gestión por procesos soportados en la utilización de herramientas orientadas a la mejora continua, como también, en el diseño de aplicaciones para el desarrollo de un sistema de información que contemple la integración de sistemas duros y blandos con el objetivo de aportar a la solución del problema / fenómeno observado en una empresa de transporte nacional de mercancías.

Murillo (2008 citado por Vargas, 2009) define que también se le conoce como "investigación práctica o empírica"; se distingue porque busca la aplicación o explotación de los conocimientos adquiridos derivándose en la generación nuevos aportes tras la adopción y sistematización de prácticas basadas en la investigación dando lugar a un enfoque exhaustivo, metódico y sistemático de comprensión de la realidad.

Está diseñada para la resolución de problemas que surgen durante la creación, distribución, circulación y consumo de bienes y servicios en cualquier actividad humana. Se denomina aplicada porque se desarrollan problemas o hipótesis de trabajo para resolver dificultades de la vida productiva de la sociedad a partir del estudio básico, puro o fundamental en las ciencias fácticas o formales. También se denomina tecnológica porque su producción es tecnológica y no de conocimiento puro. (Esteban, 2018)

3.1.2 Enfoque

El estudio aborda un enfoque cuantitativo puesto que los indicadores comprendidos en la variable dependiente, fueron de tipo porcentual tanto discretos como continuos; según Hernández et al. (2014) se basa en la recopilación y el análisis de datos para responder a preguntas de investigación y validar hipótesis desarrolladas previamente; se miden cifras,

recuentos y estadísticas ya que su utilización radica en coadyuvar a la definición de patrones de comportamiento en una población.

3.1.3 Nivel o alcance

El estudio aborda un nivel o alcance explicativo debido a que se busca exponer el contexto del problema a razón de identificar su causa raíz; por otro lado, poder dar interpretación a los efectos producidos de su intervención a través de la implementación de la propuesta de solución.

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de ideas o fenómenos o del establecimiento de vínculos entre conceptos; tratan de responder a preguntas sobre las causas de acontecimientos y fenómenos físicos o sociales. Su interés, como su nombre indica, es comprender por qué surge un fenómeno y en qué condiciones se expresa, o por qué se relacionan dos o más variables. (Hernández et al., 2014)

3.1.4 Diseño

El estudio aborda un diseño cuasi experimental; Fernández et al. (2014) afirman que su objetivo es probar una hipótesis causal modificando al menos una variable independiente y en el que, por razones logísticas o éticas, no es factible la asignación aleatoria de unidades de investigación.

Para el estudio de caso, la manipulación de la variable independiente se dio mediante su funcionamiento / operación para la gestión y control del mantenimiento de la flota muestral de vehículos en calidad de unidad de análisis con el objetivo de evaluar cuantitativamente su efecto sobre sus atributos de composición.

Frecuentemente, este tipo de diseño incorpora un grupo de control; debido a condiciones de la unidad de observación, la recogida de datos y la aplicación del estímulo se realizó sobre el mismo grupo muestral.

3.1.5 *Ámbito temporal y espacial*

3.1.5.1 Ámbito temporal. El estudio tuvo una duración de 497 días, habiendo iniciado el día 4 de octubre del año 2021 y culminado el día 11 de agosto del año 2023.

3.1.5.2 Ámbito espacial. El estudio fue realizado en la base de operaciones de la Empresa de Transportes JP Logística S.A.C. ubicada en Cal. Tokio Nro. S/n C.P. Santa María de Huachipa (Sub Lote B y C) en el distrito de Lurigancho, departamento de Lima.

Figura 9

Ubicación espacial de la Empresa de Transportes JP Logística S.A.C.



Fuente: Elaboración propia.

3.1.6 *Variables*

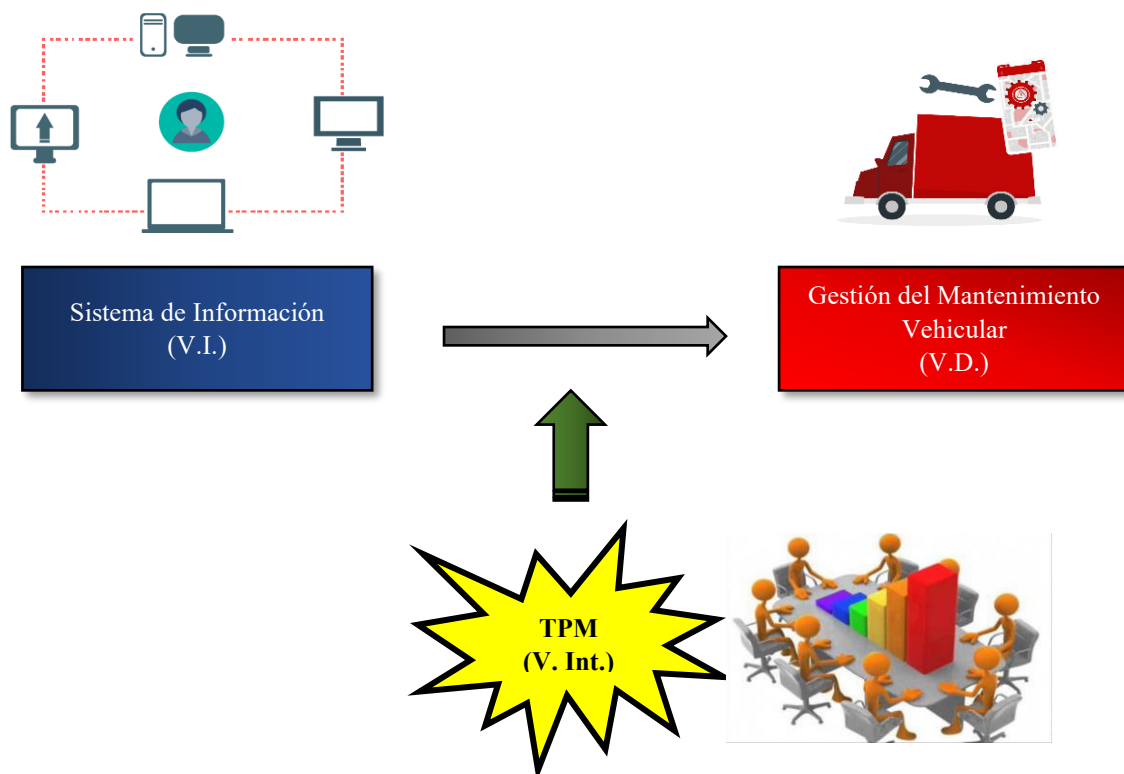
3.1.6.1 Variable independiente. El presente estudio, consideró en calidad de variable independiente al sistema de información.

3.1.6.2 Variable interviniente. El presente estudio, consideró en calidad de variable interviniente a la aplicación de la metodología TPM.

3.1.6.3 Variable dependiente. El presente estudio, consideró en calidad de variable dependiente a la gestión del mantenimiento vehicular.

Figura 10

Representación gráfica de variables



Fuente: Elaboración propia.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población estuvo constituida por la flota propia de vehículos semitráiler de la Empresa de Transportes JP Logística S.A.C. con un total de $N = 49$ estandarizados a la configuración vehicular T3S3 según lo establecido por el Decreto Supremo N°058 - 2003 - Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) con tracción 6x4 (6 puntos de unión - 4 puntos de distribución de potencia del motor) con un sistema de suspensión de tipo neumático.

3.2.2 *Muestra*

En base a un muestreo por conveniencia, se tomó de forma no aleatoria a $n = 30$ unidades de marca Volvo FH (61 % del total de flota vehicular) a razón de racionalizar esfuerzos en términos de tiempo para su canalización y/o aprovechamiento a la asistencia in situ durante el proceso de implementación del sistema, de igual manera, que en la recopilación y consolidación de la base de datos. Al respecto, Cutipa (2020) afirma que cuando el tamaño de la muestra es superior o igual a 30, se denomina muestra grande; hasta cierto punto, es lógico suponer que cuanto mayor sea el tamaño de la población, mayor será el tamaño de la muestra; sin embargo, ambos no guardan una relación proporcional, y esta última evoluciona lentamente hasta mantenerse constante con independencia del tamaño de la población.

El modelo de negocio de la empresa, no contempla la segmentación de vehículos a rutas / zonas de distribución específicas, es decir, que el 100 % de estos, se encontraron expuestos bajo las mismas condiciones ambientales, sinuosidades del terreno peruano y características entendidas en materia de ingeniería de tráfico durante el desarrollo de las operaciones de transporte; un aspecto de suma consideración para dar por justificada a la generalización de resultados.

3.3 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

| Variable Independiente | Indicador | Definición Conceptual | Definición Operacional | Índice | Unidad de Medida | Unidad de Observación | Fórmula de Cálculo |
|-------------------------------|----------------------|---|---|---------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Sistema de información | [Presencia_Ausencia] | Un conjunto estructurado de elementos utilizados para la recogida, análisis, tratamiento, difusión y aplicación sistemática de la información y los conocimientos necesarios para la correcta toma de decisiones en la organización. (Goitia, 2008, p. 541) | Recurso tecnológico intangible que cumple la función de gestionar y administrar eficientemente la información ingresada otorgando inmediatez a su acceso, además, de permitir la customización de reportes en función de los requerimientos de análisis por parte de los Stakeholders internos. | [Si_No] | | | |

| Variable Dependiente | Definición Conceptual | Definición Operacional | Dimensión | Indicadores | Índice | Unidad de Medida | Unidad de Observación | Fórmula de Cálculo |
|--|--|--|---|----------------------------|---------------|-------------------------|------------------------------|--|
| Gestión del mantenimiento vehicular | Pérez (2021) lo define como: Conjunto de actividades direccionadas | Acciones orientadas a la mantención de las condiciones de operación de los | Distribución por tipos de mantenimiento vehicular | Intervenciones correctivas | ≤ 20 | % | Registro digital | (Cantidad de horas de mantenimiento correctivo / Total de horas disponibles para |

| | | | | | | | |
|--|--|---|-----------------------------------|------------------|----------|-------------------------|--|
| <p>a la conservación de los equipos, maquinarias y componentes involucrados en el proceso productivo industrial garantizando su operación según sea requerido; estas deben ser realizadas por el personal encargado a dicho departamento. (p.21)</p> | <p>equipos y maquinarias utilizados directamente en la actividad económica a través de una administración eficiente de la Distribución por Tipos de Mantenimiento de tal manera que, estos puedan operar de forma continua favoreciéndose además a la conservación de sus Funciones Paramétricas derivándose en una mayor Productividad Operativa haciendo de una organización, más competitiva ante las exigencias de la demanda y</p> | <p>Funciones paramétricas del mantenimiento vehicular</p> | <p>Intervenciones preventivas</p> | <p>[80- 100]</p> | <p>%</p> | <p>Registro digital</p> | <p>mantenimiento) *100 (Cantidad de intervenciones preventivas ejecutadas por completo al periodo / Cantidad de intervenciones preventivas programadas al periodo) *100</p> |
| | | | <p>Índice de Mantenibilidad</p> | <p>[80- 100]</p> | <p>%</p> | <p>Registro digital</p> | <p>(Tiempo promedio entre fallas / (Tiempo promedio entre fallas + Tiempo promedio para reparar)) *100</p> |
| | | | <p>Índice de Confiabilidad</p> | <p>[80- 100]</p> | <p>%</p> | <p>Registro digital</p> | <p>$M(t) = 1 - e^{-ut}$ Donde: M: Mantenibilidad. e: Constante Neperiana. u: N° promedio de operaciones de mantenimiento realizados en un</p> |

dinamismo del mercado. Por otra parte, permitiéndole adquirir visibilidad ante futuros clientes potenciales.

tiempo "t".
t: Tiempo máximo disponible para reparación.

| | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|------------|---|------------------|---|
| | Índice de Disponibilidad | [80- 100] | % | Registro digital | (Tiempo promedio en operación / (Tiempo promedio en operación + Tiempo promedio para reparar)) *100 |
| Productividad operativa vehicular | Índice de Operatividad | [90 - 100] | % | Registro digital | (Cantidad de horas operadas / Total de horas estimadas de operación) *100 |

3.4 Instrumentos

Tabla 2

Técnicas e Instrumentos a utilizar durante el desarrollo de la investigación

| Técnicas | Instrumentos |
|---------------------|--|
| Observación | <p>Dispositivos para captura de imágenes y grabación de audio:</p> <p>En esta sección, se menciona específicamente el empleo de una cámara digital, una cámara de vídeo y una grabadora de voz para registrar toda la información relativa al ejercicio de las actividades laborales diarias en la unidad de observación.</p> <p>Software modelador de procesos:</p> <p>Es crítico sistematizar las actividades desarrolladas en la unidad de observación, así como la inclusión de trabajadores e interrelaciones a nivel de departamentos o áreas en el proceso de negocio; para dicho propósito, se utilizará el software modelador de procesos Bizagi.</p> |
| Inspección de campo | <p>Formatos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Checklist. - Orden de Trabajo. - Hoja de Ruta. - Distribución de Tiempos de Trabajo por Vehículo. - Software de Monitoreo TrackLog. |
| Revisión documental | <ul style="list-style-type: none"> - Ordenador Portátil. - Ordenador de Escritorio. - Internet. - Disco Duro Externo. - Almacenamiento en la nube. |

-
- Software de Ofimática.
 - Software para Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva (VT e IC).
-

3.5 Procedimientos

3.5.1 *Difusión del estudio ante el directorio de la empresa*

Se solicitó una reunión con la Dirección General, la Dirección de Operaciones y los mandos inmediatos directamente implicados en el desarrollo del proceso de negocio para explicar el proyecto de mejora, además, de haber otorgado los alcances necesarios en cuanto a sus beneficios potenciales en términos de productividad, asimismo, habiendo dado respuesta a toda interrogante surgida al respecto.

3.5.2 *Reconocimiento del área de estudio (AS-IS)*

La primera etapa consistió en una inspección ocular del flujo de procesos existente en la gestión del mantenimiento de vehículos soportado en la recopilación de material narrativo por parte de socios y colaboradores mediante entrevistas breves a fin de consolidar conocimiento sobre el modelo de negocio además de coadyuvar a la identificación de la causa raíz del problema; posteriormente, se recopiló información y documentación específica de cada unidad como son: registros de mantenimiento, registros físicos de inventarios vehiculares, etc., además del tratamiento y desarrollo de indicadores de gestión (Pretest) afectados directamente.

3.5.3 *Desarrollo de la propuesta*

Comprendió el desarrollo del sistema de información: modelamiento relacional, diseño de formularios, digitación de código fuente, estructuración de informes y diseño de interfaz de acceso; además, de un flujograma de procesos por función donde se integraron departamentos y workers con participación directa sobre el proceso de negocio complementado con la realización de capacitaciones dando prioridad a colaboradores de las áreas de operaciones y mantenimiento.

3.5.4 Implementación de la propuesta

Se requirió del previo establecimiento de un periodo de tiempo de experimentación para uso del sistema; concluido ello, se procedió a la instalación del recurso tecnológico mencionado a estaciones de trabajo; desde el ordenador designado como servidor, se ingresó información concerniente a la flota de vehículos en calidad de muestra de estudio, finalmente, se dio puesta en marcha a su operación.

3.5.5 Recopilación de información generada (TO-BE)

Concluido el tiempo de operación del sistema, en aprovechamiento de las bondades de la plataforma, se exportaron bases de datos en formato .xls comprendidas de tablas generadas directamente de los formularios, así como de informes producto de la customización / selección de campos específicos en dependencia del modelo relacional planteado; asimismo, dichos recursos fueron sometidos a un preprocesamiento el cual consistió en su limpieza y organización para la elaboración de indicadores de gestión.

3.5.6 Tratamiento de resultados

Contando con los registros de los escenarios AS-IS y TO-BE, se consolidaron mediante el uso de tablas dinámicas; dicho proceso, consistió en la concatenación de indicadores de gestión obtenidos del Pretest con sus homólogos del Postest habiendo considerado el orden de mención de sus respectivas dimensiones en la operacionalización de variables. Por consiguiente, el data set fue transformado del sistema de porcentajes al sistema decimal para su importación al entorno sobre el que se realizó el análisis estadístico correspondiente.

3.6 Análisis de datos

El comportamiento de resultados obtenidos tanto para datos de Pretest como de Postest respecto al proceso de distribución por tipos de mantenimiento, permitieron explicar del estado porcentual de los indicadores de gestión consiguientes relacionados con sus funciones paramétricas y productividad operativa.

Se aplicaron métodos de estadística descriptiva como son: medidas de tendencia central y análisis de variabilidad, específicamente, diagramas de cajas y bigotes.

Para la comprobación de hipótesis mediante inferencia, se aplicaron estadísticos de prueba paramétricas y no paramétricas en dependencia de la distribución que presentaron los datos obtenidos, posteriormente, sujetos a las métricas de evaluación de variabilidad correspondientes.

Tabla 3

Estadístico de prueba según distribución de datos

| Nº | Distribución de datos | Estadístico de Prueba | Tipo de prueba |
|----|-----------------------|-----------------------|----------------|
| 1 | Normal | t-Student | Paramétrica |
| 2 | No normal | Wilcoxon | No paramétrica |

La ejecución del plan de análisis, se llevó a cabo utilizando el software estadístico Minitab versión 19.

Tabla 4

Matriz de actividades y dependencias

| Nº | Actividad | Tarea(s) | Entregable(s) | Dependencia |
|----|------------------------------------|--|---------------------------------------|-------------|
| 1 | Reconocimiento del área de estudio | 1.1 Inspección ocular del flujo de procesos apoyado en el uso de material narrativo. | - Flujograma de procesos por función. | |
| | | 1.2 Recopilación de datos y documentación por vehículo. | - Bancos digitales de información. | |

| | | | | |
|---|----------------------------|---|--|---------------|
| | | Elaboración de indicadores de gestión (AS-IS). | - Reporte consolidado de desempeño por vehículo. | 1.2 |
| | 2.1 | Desarrollo de prototipo. | - Prototipo de propuesta. | |
| | | Sistema | | |
| | 2.2 | Construcción del modelo relacional. | ----- | 2.1 |
| | 2.3 | Diseño de formularios. | ----- | 1.2, 2.1 |
| | 2.4 | Estructuración de informes. | ----- | 1.2, 2.1 |
| 2 | Desarrollo de la propuesta | 2.5 | - Sistema gestor de información. | 2.1 |
| | | Rediseño de procesos | | |
| | 2.6 | Revisión del mapeo de procesos por función. | ----- | 1.1, 1.2, 1.3 |
| | 2.7 | Definición de nuevas actividades basadas en TPM por área. | ----- | 2.1 |

| | | | | |
|---|---------------------------------|---|--|-----|
| | | Modelamiento de | - Flujograma | |
| | 2.8 | flujograma por función propuesto. | basado en un enfoque por procesos. | 2.1 |
| | 2.9 | Capacitación de personal. | ----- | 2.1 |
| | 3.1 | Definición de tiempo de experimentación. | ----- | |
| | 3.2 | Instalación de sistema en estaciones de trabajo. | ----- | |
| 3 | Implementación | Ingreso de datos | | |
| | 3.3 | sobre flota en calidad de muestra a sistema. | ----- | 3.2 |
| | 3.4 | Puesta en marcha del sistema integrado. | ----- | 3.3 |
| | 4.1 | Exportación de bases de datos generadas. | ----- | 3.4 |
| 4 | Levantamiento de información | Preprocesamiento de datos. | ----- | 4.1 |

| | | | | | | |
|---|----------------------------|-----|--|-------|--|---------------|
| | | 4.3 | Elaboración de indicadores de gestión (TO-BE). | - | Reporte de desempeño por vehículo. | 4.1, 4.2 |
| | | 5.1 | Consolidación de datos de Pretest y Postest. | ----- | | 1.3, 4.3 |
| 5 | Tratamiento de datos | 5.2 | Transformación de datos. | - | Base de datos transformada al sistema decimal. | 5.1 |
| | | 6.1 | Aplicación de estadístico(s) de prueba. | - | Reporte de evaluación de variabilidad. | |
| 6 | Análisis | 6.2 | Contrastación de hipótesis. | ----- | | 6.1 |
| 7 | Comunicación de resultados | 7.1 | Redacción de informe final. | ----- | | 1, 2, 3, 4, 5 |

Nota. El material narrativo mencionado en la actividad 1.1, hace referencia a entrevistas realizadas a colaboradores de la empresa con el objetivo de comprender a detalle el proceso de negocio, interdependencia de áreas y actividades para su sistematización.

Como procedimiento adicional, la conclusión del estudio fue formalizada a través de la redacción / elaboración de un informe final estructurado de acuerdo a lo visualizado en la **Tabla 4** remitido a la gerencia general y de operaciones de la empresa para su revisión, emisión de apreciaciones y evaluación de su permanencia a largo plazo.

3.7 Consideraciones éticas

Ante la escasez y dificultad para localizar estudios antecedentes sobre el problema de investigación, el esfuerzo de búsqueda se evocó en repositorios de reconocidas instituciones de educación superior; en el caso de artículos científicos, se tomaron en cuenta aquellos que presentaron al menos un DOI (Digital Object Identifier); para la localización de documentación específica, se formularon y aplicaron previamente ecuaciones - cadenas de búsqueda compuestas por palabras clave y operadores Booleanos.

Para la redacción del presente estudio, se consideraron los lineamientos establecidos por la Escuela Universitaria de Posgrado (EUPG) de la Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV) basados en las normas APA 7 edición; toda postura, tabla y figura que fueron consideradas de relevancia por el autor – investigador, fueron debidamente citadas y referenciadas bibliográficamente.

Se priorizó la mantención de una comunicación efectiva con los grupos de interés internos y alta dirección sobre los avances y resultados obtenidos durante el proceso de ejecución de cada fase; además, dicho mecanismo fue puesto a disposición a fin de poder brindar reportes en un tiempo oportuno respecto a situaciones que pudiesen haber incidido negativamente en su continuidad; la implementación del sistema de información, fue realizado con éxito sin percance alguno.

Es de naturaleza que, durante la prestación del servicio de mantenimiento, el staff de colaboradores – operarios interactúen constantemente con maquinaria pesada de tipología diversa, equipos y herramientas en el propio ejercicio de sus labores. Independientemente de su experiencia, preparación y/o formación en su manipulación, no son inmunes a la ocurrencia de percances que puedan poner en peligro su integridad física y mental.

En consecuencia, la adopción de la propuesta resultó en parte, a la integración de nuevos procesos a fin de incentivar un control riguroso sobre los activos de producción, es decir, la

flota de vehículos semitráilers en cuanto a sus condiciones de funcionamiento; ello, requirió de la revisión documental sobre buenas prácticas del mantenimiento autónomo el cual tiene como propósito según Fernández (2018) “involucrar al operador en el cuidado del equipo a través de un alto grado de formación y preparación profesional, respecto de las condiciones de operación, conservación de las áreas de trabajo libres de contaminación, suciedad y desorden” (p. 25) y mantenimiento de oportunidad definido como “el aprovechamiento de paradas o periodos de no uso de equipos para la realización de actividades de mantenimiento según sea de correspondencia garantizando su óptimo funcionamiento ante un nuevo periodo de utilización” (Asociación Española para la Calidad [AEC], s.f.).

Por lo expuesto, el investigador - autor, fue responsable de hacer proposición, supervisión y seguimiento a las actividades ejecutadas en función del plan de trabajo definido dentro de un marco preventivo en aras de garantizar la seguridad del recurso humano involucrado en el proceso.

IV. RESULTADOS

Figura 11

Matriz de registro de experiencia

| 1. PERFIL | 2. WOW |
|--|--|
| <p>Nombre: Italo David Bustamante Jáuregui.</p> <p>Edad: 32 años.</p> <p>Cargo: Autor de la investigación.</p> | <p>¿Qué es lo que más le sorprendió que sea relevante para el desafío?</p> <ul style="list-style-type: none"> - La coordinadora de operaciones considera “opcional” la comunicación con el departamento de mantenimiento en la planificación de viajes. - El jefe del departamento de mantenimiento considera “muy usual” los retrasos en el cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo. - No se utiliza un aplicativo o software para el control de neumáticos. - Algunos conductores no aplican el manejo defensivo. |
| 3. DUDAS | 4. IDEAS |
| <p>¿Qué otras preguntas se han despertado a partir de hablar con esta persona?</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Por qué algunos conductores no aplican el manejo defensivo? - ¿Por qué no se considera la participación del departamento de mantenimiento en la planificación de viajes? - ¿Cuál es el perfil profesional del jefe del departamento de mantenimiento? - ¿Estarían dispuestos los colaboradores de la empresa a recibir charlas y asesoría técnica en materia de administración de flota? | <p>¿Cómo podrías cambiarle la vida a esta persona pensando en el desafío?</p> <p>Luego de implementar la propuesta innovativa lograríamos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejoras en el clima laboral de la empresa. - Incremento de la productividad y rentabilidad de la empresa basada en una correcta administración de flota. - En base a lo anterior, podría implementarse un programa de bono de reconocimiento a los mejores conductores. - Posibilidad de aumento de sueldo a colaboradores. |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5*Datos de Pretest*

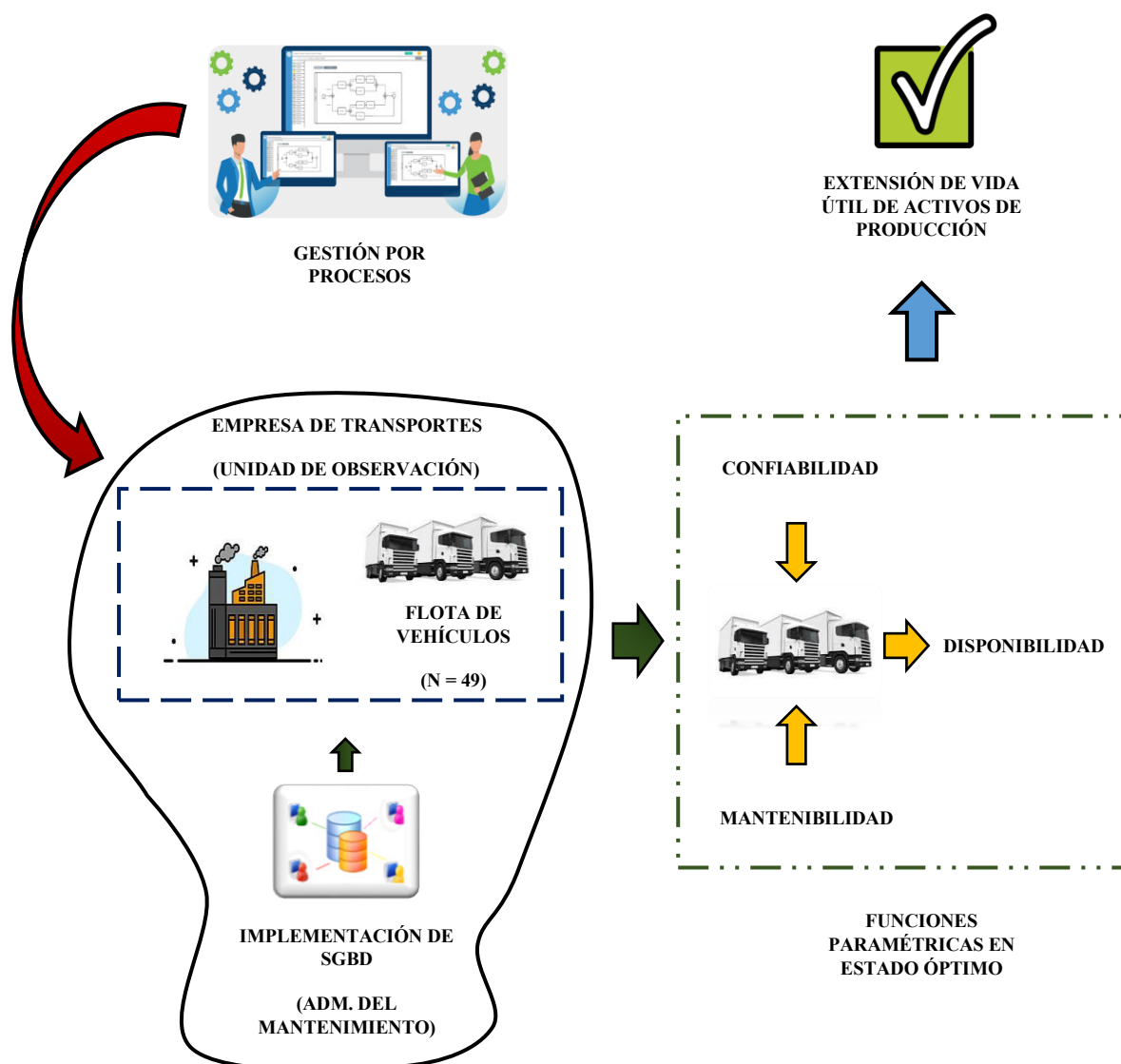
| Nº | Placa Vehicular | Mantenimiento Correctivo | Mantenimiento Preventivo | Índice de Mantenibilidad | Índice de Confiabilidad | Índice de Disponibilidad | Índice de Operatividad |
|-----------|----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | A6V-912 | 34 % | 66 % | 75.55 % | 77.13 % | 77.03 % | 63 % |
| 2 | A6V-917 | 38 % | 62 % | 75.51 % | 77.82 % | 76.64 % | 64 % |
| 3 | A6V-918 | 32 % | 68 % | 77.45 % | 77.73 % | 77.81 % | 64 % |
| 4 | A6V-920 | 34 % | 66 % | 76.36 % | 77.98 % | 79.83 % | 65 % |
| 5 | A6V-921 | 26 % | 74 % | 75.25 % | 77.17 % | 78.64 % | 64 % |
| 6 | B3F-902 | 35 % | 65 % | 75.69 % | 77.62 % | 77.05 % | 62 % |
| 7 | B9Z-836 | 28 % | 72 % | 75.72 % | 77.72 % | 78.87 % | 64 % |
| 8 | C1O-922 | 37 % | 63 % | 77.18 % | 77.39 % | 79.59 % | 62 % |
| 9 | C1M-868 | 33 % | 67 % | 76.80 % | 78.36 % | 76.88 % | 62 % |
| 10 | C9G-946 | 37 % | 63 % | 77.31 % | 78.33 % | 78.73 % | 62 % |
| 11 | D2H-933 | 33 % | 67 % | 78.00 % | 77.46 % | 77.85 % | 66 % |
| 12 | D2I-880 | 36 % | 64 % | 75.88 % | 77.61 % | 79.20 % | 65 % |
| 13 | D2I-920 | 29 % | 71 % | 76.10 % | 77.50 % | 78.91 % | 64 % |
| 14 | D2K-853 | 36 % | 64 % | 75.33 % | 78.42 % | 78.65 % | 63 % |
| 15 | D2L-835 | 28 % | 72 % | 75.09 % | 78.37 % | 78.34 % | 63 % |
| 16 | D2L-913 | 26 % | 74 % | 75.72 % | 78.26 % | 78.03 % | 64 % |

| | | | | | | | |
|-----------------|---------|------|------|---------|---------|---------|------|
| 17 | D2M-911 | 34 % | 66 % | 77.87 % | 78.75 % | 78.12 % | 62 % |
| 18 | D2M-938 | 34 % | 66 % | 76.44 % | 77.91 % | 76.13 % | 65 % |
| 19 | D2N-856 | 26 % | 74 % | 75.64 % | 77.85 % | 77.99 % | 64 % |
| 20 | D2O-891 | 33 % | 67 % | 76.84 % | 78.49 % | 78.58 % | 65 % |
| 21 | D2P-839 | 32 % | 68 % | 76.82 % | 77.34 % | 78.68 % | 63 % |
| 22 | D2S-873 | 28 % | 72 % | 76.59 % | 77.97 % | 77.70 % | 65 % |
| 23 | D2S-904 | 38 % | 62 % | 75.18 % | 78.50 % | 78.11 % | 62 % |
| 24 | D2T-803 | 35 % | 65 % | 75.11 % | 78.53 % | 76.19 % | 65 % |
| 25 | D2V-944 | 34 % | 66 % | 76.52 % | 78.33 % | 78.83 % | 64 % |
| 26 | YI-4450 | 28 % | 72 % | 75.18 % | 77.71 % | 77.66 % | 65 % |
| 27 | YI-9235 | 32 % | 68 % | 76.81 % | 78.38 % | 78.58 % | 65 % |
| 28 | YI-9236 | 28 % | 72 % | 76.96 % | 78.41 % | 76.67 % | 63 % |
| 29 | YQ-1218 | 34 % | 66 % | 75.20 % | 77.61 % | 78.70 % | 66 % |
| 30 | YQ-1224 | 35 % | 65 % | 77.42 % | 78.66 % | 77.27 % | 66 % |
| Promedio | | 32 % | 68 % | 76.25 % | 77.98 % | 78.04 % | 64 % |

Nota. Para el caso de cálculo del índice de Mantenibilidad, se consideró una probabilidad de reparación de una unidad de transporte en 3 horas; así, se obtuvieron valores en el intervalo [74 % - 78 %]. En cuanto al índice de Confiabilidad, se evaluó una probabilidad de funcionamiento satisfactorio durante un tiempo de 51 horas.

Figura 12

Prototipado de propuesta de solución



Fuente: Elaboración propia.

Se estableció el requerimiento de desarrollo de una gestión por procesos a fin de concretar su rediseño; por otro lado, en calidad de soporte de información, se propuso implementar un sistema gestor de base de datos (SGBD) para una administración eficiente de la misma además de permitir su inmediata accesibilidad por departamentos propiciando sinergia en el trabajo colaborativo, además, del alcance gradual de niveles óptimos sobre la flota vehicular general en términos de sus parámetros funcionales, de tal manera, que favorezca a la extensión de su vida útil.

Tabla 6*Módulos que comprende el SGBD desarrollado*

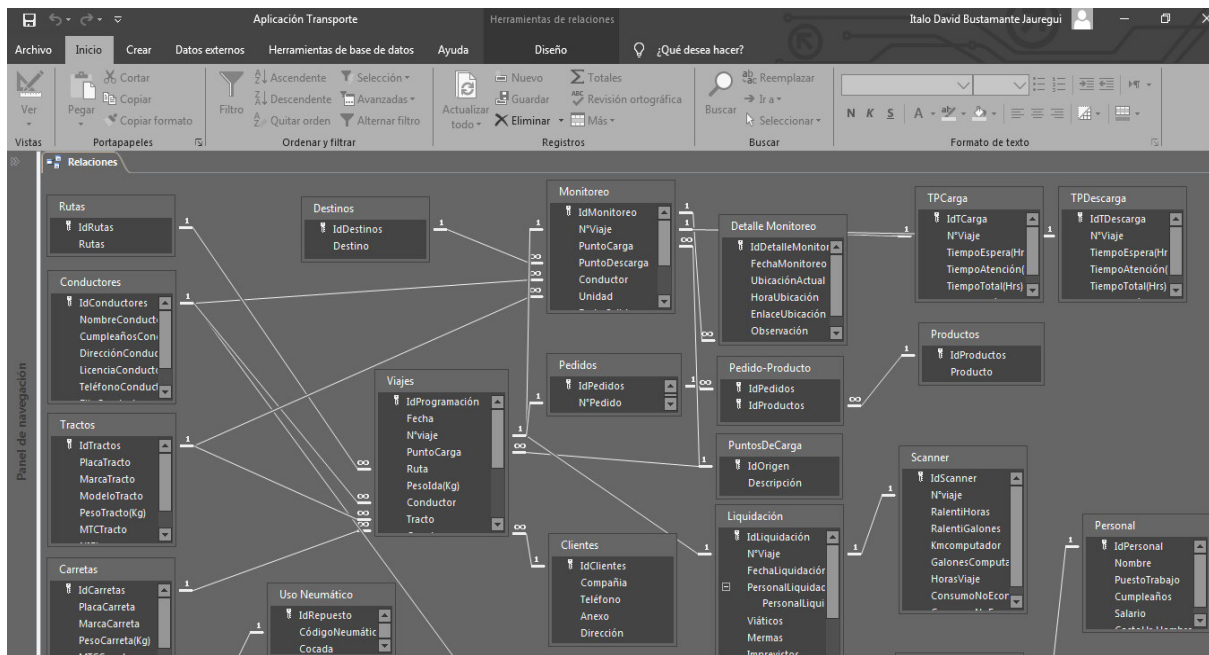
| Sección | Módulo(s) | Descripción |
|----------------------------|-------------------------------------|--|
| Flota de Transporte | Unidades | Se detalla información referente a las características del vehículo, además, de incluir un acceso directo a su documentación vigente. |
| | Registro de Incidencias | Habilitado para la digitación de información de concerniente a eventualidades que hayan repercutido sobre algún sistema del vehículo durante su operación en ruta. |
| | Registro de Mantenimiento | Habilitado para el registro de mantenimiento de vehículos según la tipología que corresponda. Asimismo, este módulo comprende a su vez, 4 accesos directos para ingreso y/o consulta de información complementaria a cada intervención realizada. |
| Mantenimiento | Control de Mantenimiento Preventivo | Habilitado para consultar el estado de cada vehículo respecto a sus próximas intervenciones de mantenimiento preventivo. Para ello, se requiere del kilometraje en tiempo real de la unidad, por lo general, consultado directamente al conductor que tenga asignado en ruta. |
| | Registro de Insumos / Repuestos | Habilitado para el registro de insumos y repuestos utilizados en las intervenciones de mantenimiento en términos generales; asimismo, incluyendo sus respectivos costos unitarios. Su relevancia radica en coadyuvar a un control monetario basado en la relación: costo / kilómetro recorrido (S/. / Km) por cada unidad de transporte. |

| | | |
|----------------------------|---|---|
| | Incidencias en unidades de transporte | Documento generado a partir de la información ingresada en el módulo de misma denominación; en función de lo reportado; permite a los gestores tomar decisiones orientadas al desarrollo de planes de acción para la mitigación de su ocurrencia que, por lo general, cabe en responsabilidad de los conductores. |
| | Mantenimientos realizados por unidad de transporte | Documento generado a partir de la información ingresada en el módulo de misma denominación; permitiendo a los gestores, tener un conocimiento a mayor detalle sobre las intervenciones de mantenimiento, además, de servir como recurso para su planificación de manera eficiente. |
| Informes / Reportes | Costos por Intervención por unidad de transporte | Documento que comprende información respecto a las actividades de mantenimiento en general a las que ha sido sometida cada unidad de transporte. Por otra parte, permite conocer en específico a aquellas que demanden un mayor costo de conservación y en base a ello, tomar decisiones. |
| | Historiales de Mantenimiento por unidad de transporte | Documento para alcance a los interesados internos según sea solicitado, su principal función radica en el propicio de buenas prácticas en documentación de unidades de transporte para su puesta en venta post - cumplimiento de su vida útil contribuyendo a su vez, al reflejo de seriedad por parte de la empresa en lo concerniente al tratamiento dado sobre la misma. |

Nota. La presente matriz, forma parte de la documentación del artefacto propuesto en calidad de mecanismo de intervención.

Figura 13

Modelamiento relacional de base de datos en Ms. Access



Fuente: Elaboración propia.

Dicho proceso, consistió en la estructuración de la comunicación de la información basada en la aplicación de tres principios lógicos: uno a muchos (1 - ∞), uno a uno (1 - 1), y muchos a muchos (∞ - ∞) formando parte del Back - End del sistema; además, de la introducción de líneas de código en el lenguaje de programación Visual Basic para Microsoft Access.

En un principio, fue originalmente pensada para la gestión y administración de la información relacionada con la gestión de operaciones, emulando las funciones de un ERP (Enterprise Resource Planning), sin embargo, se decidió por consenso dar como prioridad a la integración de módulos para la administración de la flota vehicular, entendiendo que una mayor eficiencia implica promover una comunicación efectiva entre ambas áreas a través de sus colaboradores aplicando los principios de TPM.

Figura 14

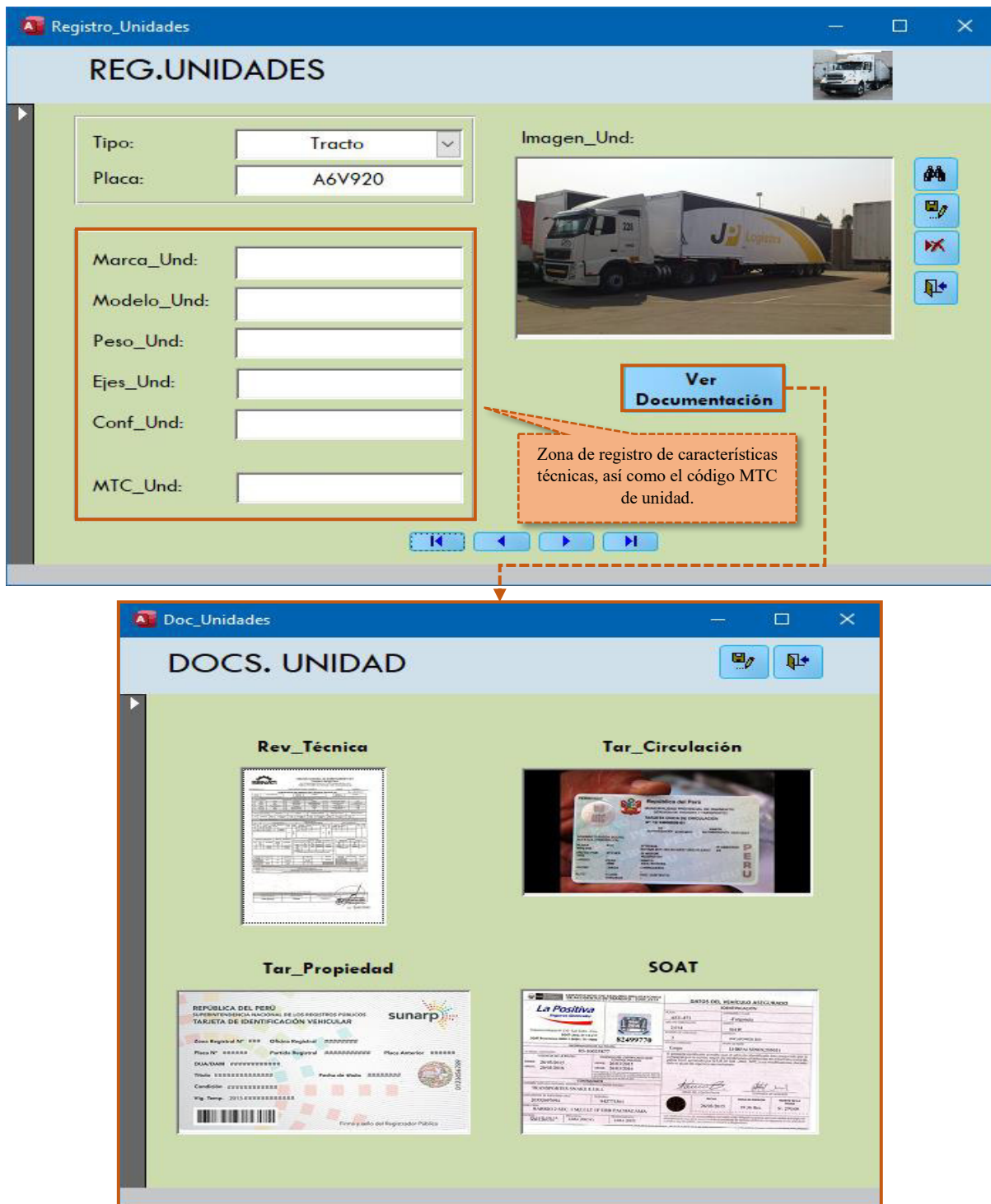
Interfaz de sistema de información basado en TPM desarrollada con Ms. Access



Fuente: Elaboración propia.

Figura 15

Formulario de registro de unidades de transporte desarrollado con Ms. Access



Fuente: Elaboración propia.

La información y/o documentación vertida en el(los) formulario(s) a excepción de la placa, marca, modelo, peso, número de ejes y configuración, fue a modo de prueba a fin de monitorear la funcionalidad del sistema.

Figura 16

Formularios de registro de mantenimiento vehicular desarrollado con Ms. Access

The image displays four screenshots of a software application for vehicle maintenance management. The central screenshot is the main 'REG. MANTENIMIENTO' form, which includes fields for N°OT, Fecha, Intervención, Sistema, Unidad, Placa, and Placa (Km), along with a Descripción field and an Observación field. A callout box points to a region in this form, stating: 'Región configurada para la generación automatizada de histograma de frecuencia (M.C. vs M.P.)'. Surrounding this are three other screenshots: 'Formatos de Trabajo' (listing 'Orden de trabajo (OT)', 'Hoja de ruta', and 'Distribución de tiempos de trabajo'), 'Detalle de Mantenimiento' (showing 'TABLAJE' and 'INSUMOS UTILIZADOS' sections), and 'Repuestos Utilizados por Mantenimiento' (a table of parts used). A fourth screenshot, 'Historiales de Mantenimiento', shows a table of maintenance history for a Volvo FH 400 truck. Below this table is a small table of preventive maintenance records.

| Mes | N°OT | Placa | Fecha | Repuestos | Cantidad | PrecioUnitario | SubTotal |
|---------------------|-------|--------|-------|----------------------|----------|----------------|-------------|
| Septiembre | P0001 | A6V920 | | | | | |
| | | | | Filtro de Petroleo | 1 | S/. 50.00 | S/ 50.00 |
| | | | | Filtro de Aceite | 1 | S/. 29.00 | S/ 29.00 |
| | | | | Aceite de Motor | 8 | S/. 32.00 | S/ 256.00 |
| | | | | Graso | 1 | S/. 29.20 | S/ 29.20 |
| | | | | Aceite de Retardador | 2 | S/. 29.20 | S/ 58.40 |
| | | | | Anillo Tapón Carter | 1 | S/. 1.00 | S/ 1.00 |
| Total en Repuestos: | | | | | | | S/ - 423.60 |

| Preventivo | | | | | |
|------------|---------|-------------|----------|----------|--------------|
| Tracto | Marca | Modelo | Config. | MTC | |
| A6V920 | VOLVO | FH 400 | 6x4 | | |
| FECHA | SISTEMA | DESCRIPCION | H.INICIO | H.FIN | PERSONAL(ES) |
| | Motor | Servicio C | 15:00:00 | 18:00:00 | Rómulo |
| | Motor | Servicio C | 14:30:00 | 15:30:00 | Rómulo |

Fuente: Elaboración propia.

El objetivo de los 4 accesos visualizados, es permitir la ubicación inmediata de información concerniente al estado de la flota de transporte, además, de automatizar la generación de reportes en función del requerimiento de los interesados. Por otra parte, el formulario cuenta con un histograma actualizable el cual reporta la comparativa acumulada de intervenciones de M.C. y M.P. de la flota a nivel mensual.

Figura 17

Formulario de control de mantenimiento preventivo desarrollado con Ms. Access

The image displays two windows from a Microsoft Access application. The main window, titled "Consulta Mantenimiento Preventivo", contains a form for "MANT. PREVENTIVO". It includes fields for "TIPO:" and "PLACA:", a "Nuevo" button, and a section for "INFORMACION DEL VEHICULO" with fields for "MARCA:", "MODELO:", "PESO:", "CONFIG:", "MTC:", and "EJES:". A table below the form has columns for "ActividadMantenimiento", "UltimaRevisión(Km)", "FechaRevisión", "PróximaRevisión(Km)", and "Observaciones". A red box highlights the "Ingresar Kilometraje:" input field and the "PróximaRevisión(Km)" and "Observaciones" columns of the table. Callouts indicate "Kilometraje recorrido en tiempo real." pointing to the input field, "Kilometrajes de contrastación." pointing to the "PróximaRevisión(Km)" column, and "Definición de intervención." pointing to the "Observaciones" column. A note at the bottom states: "NOTA: SI EL CAMPO 'OBSERVACIONES' = 'EN BLANCO' ENTONCES LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO SE ENCUENTRA RETRASADA". The footer shows "IDBJ" and "sábado, 9 de Marzo de 2024".


The second window, titled "Nueva Actividad", is titled "ACTIVIDAD" and contains a form for "ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO:". It includes input fields for "INTERVENCIÓN (Km):", "INTERVENCIÓN (Días):", "FECHA:", and "REVISIÓN (KM):", each with a "0" value. A small image of a white truck is visible on the right side of the form. Navigation buttons are located at the bottom of the form.

Fuente: Elaboración propia.

Su objetivo es permitir el control de la ejecución de intervenciones de mantenimiento preventivo de las unidades de transporte basado en sus kilometrajes de recorrido, a su vez, establecido previamente en función del plan otorgado por la concesionaria proveedora de vehículos. Asimismo, pueden incorporarse nuevas actividades según sea de requerimiento; para ello, es indispensable el registro de la información solicitada que, para el caso de estudio, es de factibilidad debido al modelo de negocio de la empresa.

Figura 18

Formulario de registro de incidencias desarrollado con Ms. Access



Fuente: Elaboración propia.

Dicho registro, permite la generación de una base de datos donde se consolide el costo de incidencias sobre unidades de transporte producidos por conductores, además, de servir como recurso para tomar decisiones en cuanto a medidas refiere para su mitigación. Por otro lado, el histograma ubicado en la sección inferior, se encuentra sujeto a actualizarse en función de los registros que se realicen lo que orienta al gestor a tomar conocimiento a primera vista respecto a su comportamiento acumulado a nivel mensual.

Figura 19

Formulario de registro de repuestos desarrollado con Ms. Access

Fuente: Elaboración propia.

Dicho registro, permite generar una base de datos respecto a los insumos en términos generales, utilizados para la realización de las intervenciones de mantenimiento según corresponda, asimismo, tomar conocimiento sobre aquellos proveedores recurridos con mayor frecuencia en el proceso de su adquisición. Esto último, contempla un recurso de suma importancia para la consideración de futuras alianzas estratégicas facilitando de esta manera, la disponibilidad de repuestos in situ para la atención oportuna de solicitudes.

La gestión de almacenes si bien no está contemplada epistemológicamente en la gestión del mantenimiento, es un elemento clave para el otorgamiento de disponibilidad en equipos de producción.

Cabe destacar, que la contribución del presente formulario al proceso de gestión, responde a través de la consolidación de la toma de decisiones desde el ámbito económico, además, de comprender el sustento para futuros estudios sobre análisis de criticidad.

Figura 20

Informe / consulta sobre programación de mantenimiento preventivo customizado en Ms.

Access

| UNIDAD | A6V920 | | | | | |
|-------------------------------------|---------------|------------|-------|-------------|---------------|--|
| ACTIVIDAD A REALIZAR | Intervalo(Km) | Ultimo(Km) | Fecha | Próximo(Km) | Fecha Próxima | |
| Cambio de Filtro de Aire Primario | 60000 | 140000 | | 200000 | | |
| Cambio de Aceite de Caja de Cambios | 60000 | 140000 | | 200000 | | |
| Cambio de Aceite de Motor | 25000 | 105000 | | 130000 | | |
| UNIDAD | D2V944 | | | | | |
| ACTIVIDAD A REALIZAR | Intervalo(Km) | Ultimo(Km) | Fecha | Próximo(Km) | Fecha Próxima | |
| Cambio de Aceite de motor | 25000 | 35000 | | 60000 | | |
| UNIDAD | D5P700 | | | | | |
| ACTIVIDAD A REALIZAR | Intervalo(Km) | Ultimo(Km) | Fecha | Próximo(Km) | Fecha Próxima | |
| Cambio de Filtro de Aire Primario | 60000 | 165000 | | 225000 | | |
| Cambio de Aceite de Caja de Cambios | 60000 | 165000 | | 225000 | | |
| Cambio de Aceite de Motor | 25000 | 130000 | | 155000 | | |

viernes, 27 de Octubre de 2023 Página 1 de 1

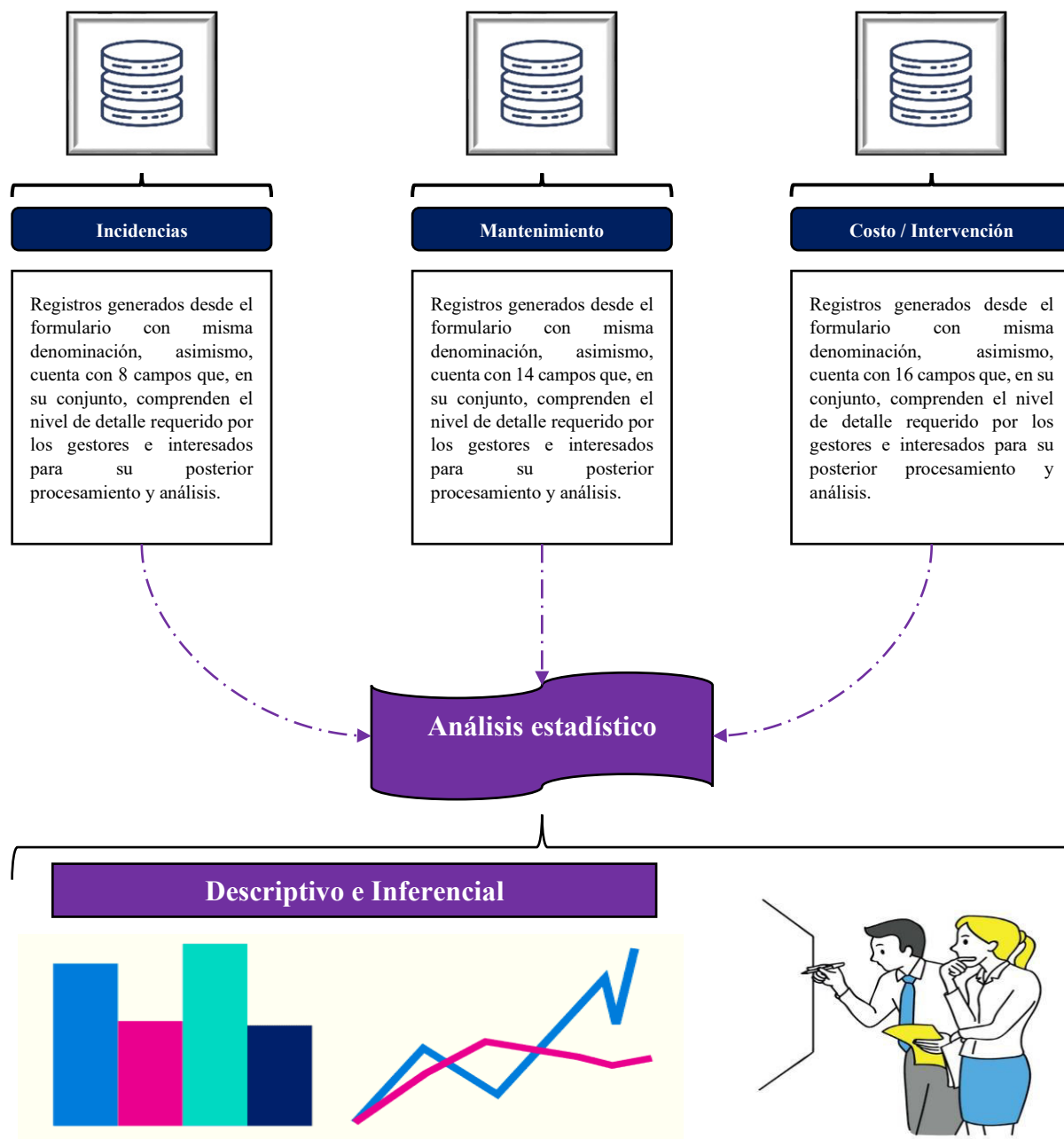
Fuente: Elaboración propia.

El proceso de consulta, da inicio con la ejecución de 2 parámetros para el establecimiento de un intervalo de fechas y con ello, generar un listado de vehículos con actividades de mantenimiento próximas a realizarse. A diferencia del formulario de control de mantenimiento preventivo, este reporte adjunta fechas próximas por lo que resulta de suma utilidad su remisión al área de operaciones para ser revisado durante la elaboración de la programación de viajes.

La gestión de fechas de intervención, fueron calculadas habiendo tomado como referencia los reportes de viajes realizados, además, del análisis de kilometrajes recorridos por ruta de distribución.

Figura 21

Bases de datos generadas

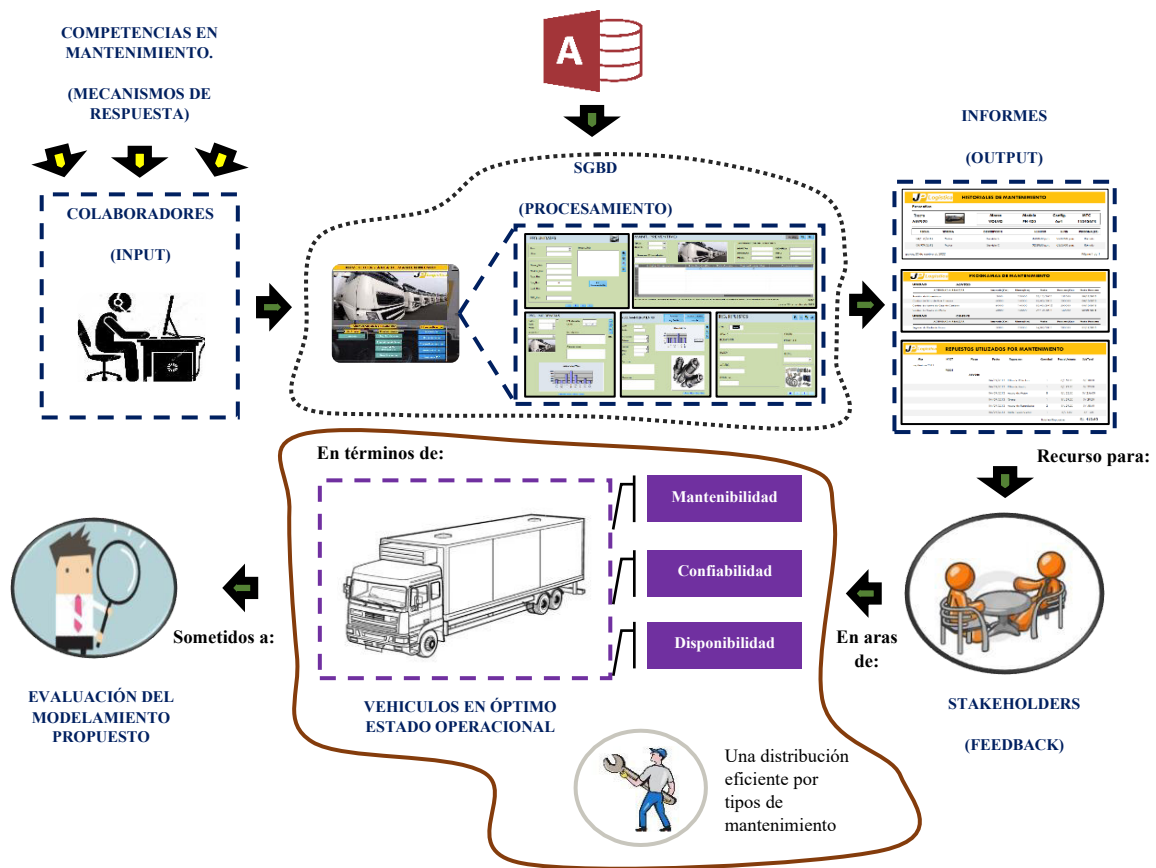


Fuente: Elaboración propia.

Los campos comprendidos en los formularios expuestos, se encuentran configurados para la admisión de un solo tipo de dato según corresponda; además, de limitar el número de caracteres que pueden ser digitados. A fin de evitar registros incompletos, se consideró la activación de la opción de requeridos, por otra parte, las bases de datos generadas, se presentan en modo lectura asegurando la exportación de los mismos de manera eficiente.

Figura 22

Interacción de colaboradores y Stakeholders con el SGBD



Fuente: Elaboración propia.

Se entiende que los colaboradores ejercen sus labores en función de los procesos documentados donde el SGBD en calidad de recurso tecnológico de mejora, se encarga principalmente del procesamiento de información automatizando la elaboración de entregables basados en los requerimientos de la organización; asimismo, su utilidad en la toma de decisiones vertidas por las partes interesadas, se fundamentan en la emisión de sugerencias como retroalimentación al proceso abordado. A consecuencia de ello, se contribuye al incremento progresivo de la productividad de activos en proporción directa con sus funciones paramétricas basados en procesos de intervenciones capaces.

Tabla 7*Documentación de procesos*

| Área de Trabajo | Workers | Actividades | Descripción | Mecanismo Presente |
|------------------------|-------------------------------|--|---|---------------------------|
| | Coordinador(a) de Operaciones | Consultar disponibilidad de unidades en el SGBD | Se realiza consulta en sistema previa a la asignación de unidad(es) en el módulo de “Programas de mantenimiento”; de figurar actividades próximas, se consolida información para su reporte al área de mantenimiento en calidad de alerta. | M.O. |
| Área de Operaciones | Asistente de Monitoreo | Reportar unidades en retorno a base de operaciones | Se remite a los interesados, el reporte consolidado de unidades que retornan a la base de operaciones donde, además, se destaquen a aquellas que presenten intervenciones próximas a realizarse; de ocurrir incidencia alguna sobre la(s) unidad(es), deberá adjuntarse al reporte referido a inicios para su atención por el área correspondiente. | M.O. |

| | | | | |
|---------------------------------|---------------|--|---|------|
| | Conductor(es) | Inspeccionar unidad(es) | Comprende la inspección de Semitráiler y Carreta asignados, dicha actividad se realiza previo y posterior al cumplimiento del servicio a fin de reportar averías de manera oportuna. | M.A. |
| Área de Gestión de Conductores | Conductor(es) | Comunicar estado y kilometraje de unidad | Se concreta a través de una comunicación directa con el asistente de monitoreo donde se hace de conocimiento respecto a eventualidades / ocurrencias que puedan darse en ruta. Es de conveniencia, que la actividad en mención, se realice en cada momento, que se establezca contacto. | M.O |
| Área de Mantenimiento Vehicular | Jefe de área | Brindar pautas de acción en ruta | Se realiza previa salida de unidades hacia los generadores de carga, comprendida de instrucciones a conductor(es) para la práctica de intervenciones inmediatas sobre su(s) unidad(es) (de ser requerido) durante la prestación del servicio en carretera. | M.O. |

| | | | |
|-----------------------------|--|--|------|
| Jefe de área | Gestionar reuniones con alta dirección | El objetivo de estas actividades es hacer de conocimiento en lo concerniente al desempeño del total de activos de producción en ruta, asimismo, vale recalcar, que su práctica propiciará al reconocimiento del área de mantenimiento y su importancia de abordaje para un desarrollo operacional eficiente. | M.G. |
| Jefe de área | Exponer caso(s) de unidad(es) crítica(s) | | |
| Supervisor de Mantenimiento | Verificar intervenciones | Si bien, es una actividad presente en la sistematización de actividades, su aporte radica en el aprovechamiento de esta para direccionar acciones del personal sobre unidades de condición crítica con atenciones y/o medidas específicas. | M.A. |
| Asistente de Mantenimiento | Consultar estado de unidades en retorno | Actividad derivante de lo propuesto para el Worker denominado asistente de monitoreo; la importancia de su realización radica en el propicio de una atención a tiempo sobre los requerimientos de | M.O. |

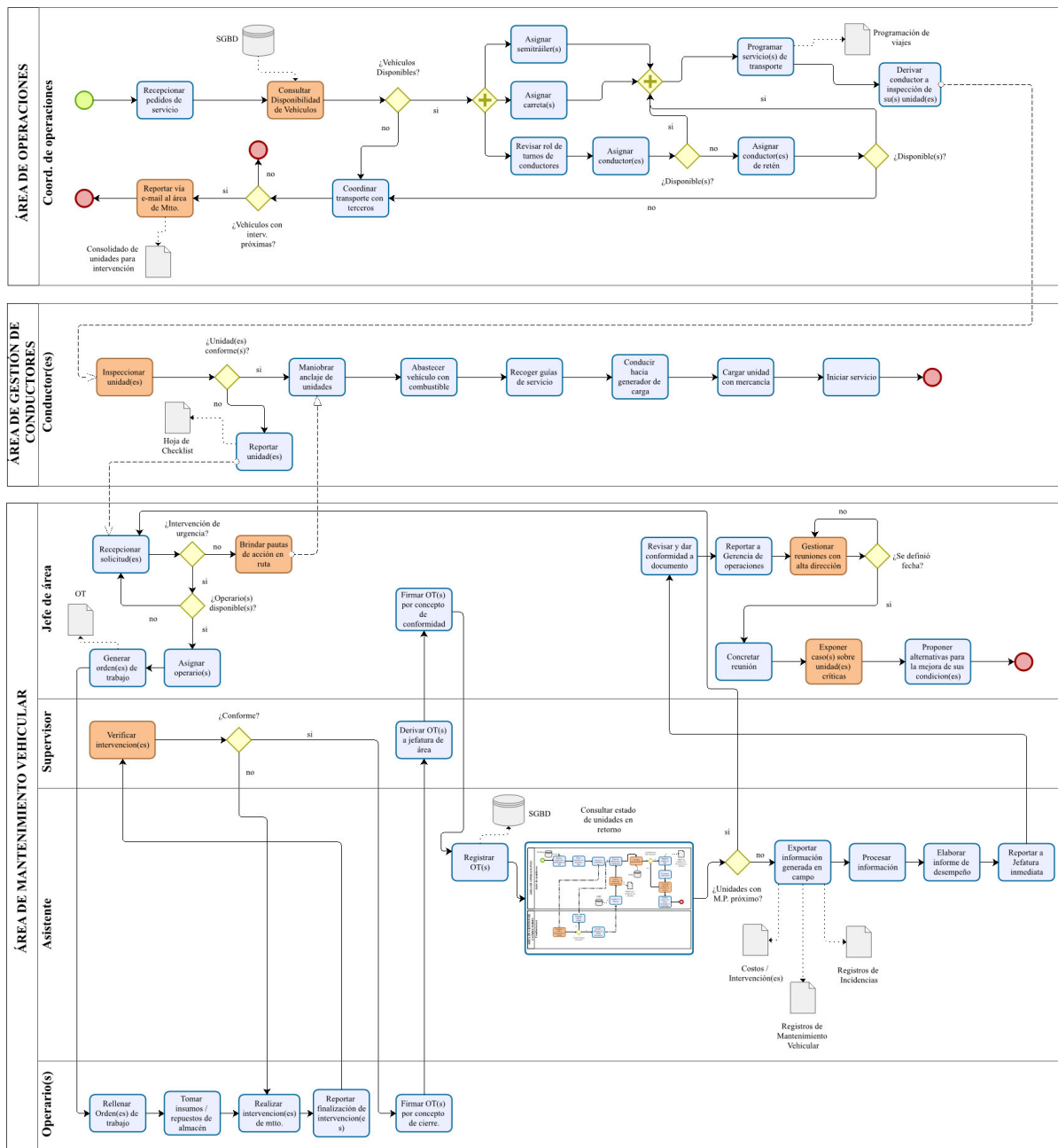
intervenciones preventivas en la flota total de vehículos. En la documentación del rediseño propuesto, se establece en calidad de subproceso.

Nota. El presente listado de actividades, comprenden los mecanismos de respuesta asociados a buenas prácticas del mantenimiento sujetos a ser insertados durante el rediseño de procesos del área bajo caso de estudio; estos, se clasifican en M.O. (Mantenimiento de Oportunidad), M.A. (Mantenimiento Autónomo) y M.G. (Mantenimiento Global).

Este último, un componente constituido de funcionalidades orientadas a la gestión de equipos de producción, además, de ser potencialmente requerido para la conservación de aquellos que puedan incorporarse en un corto, mediano y largo plazo; para su identificación, fueron resaltados distintamente de las actividades restantes tal como se muestra en la figura consiguiente.

Figura 23

Diagrama de flujo por función propuesto (TO-BE)



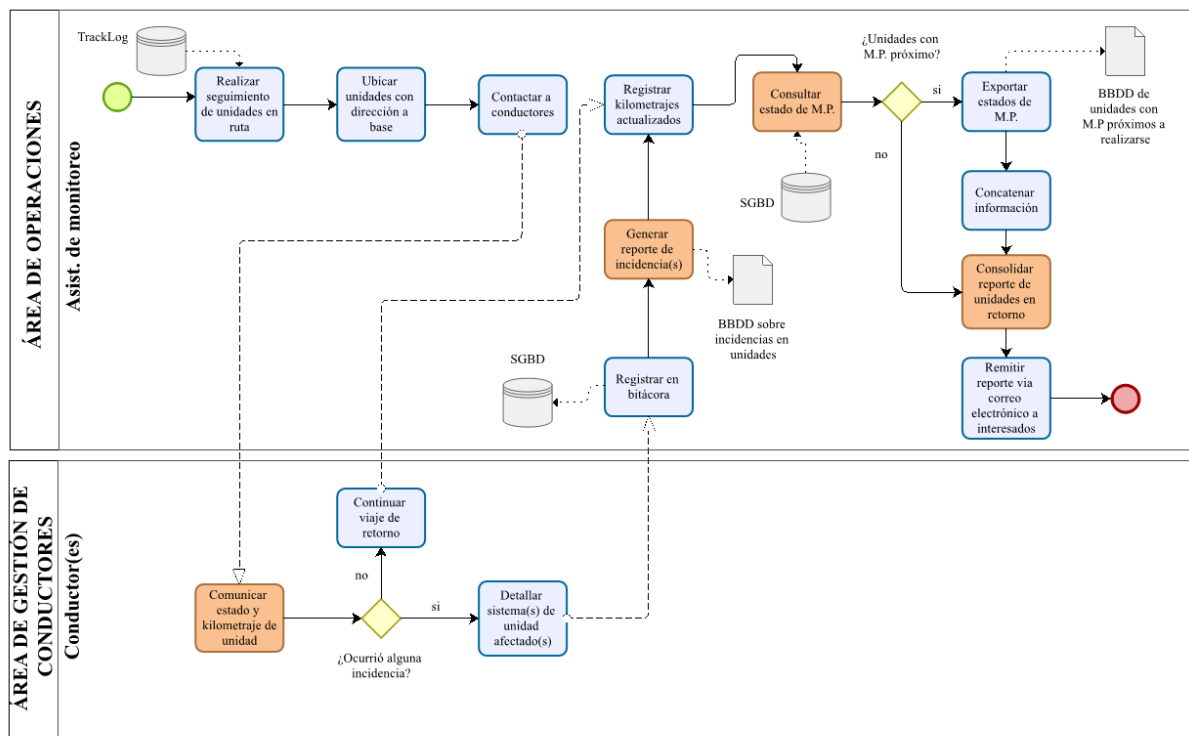
Fuente: Elaboración propia.

Tal como ha sido mencionado, las actividades propuestas en calidad de mecanismos de respuesta a favor del mantenimiento de los activos productivos, así como aquellas derivadas a partir de éstas, se indicaron bajo coloración naranja.

Del mismo modo, se detalla a continuación al subproceso propuesto para el Worker denominado como asistente de mantenimiento demarcado bajo coloración turquesa.

Figura 24

Subproceso - Consulta de estado de unidades en retorno



Powered by
bizagi
Modeler

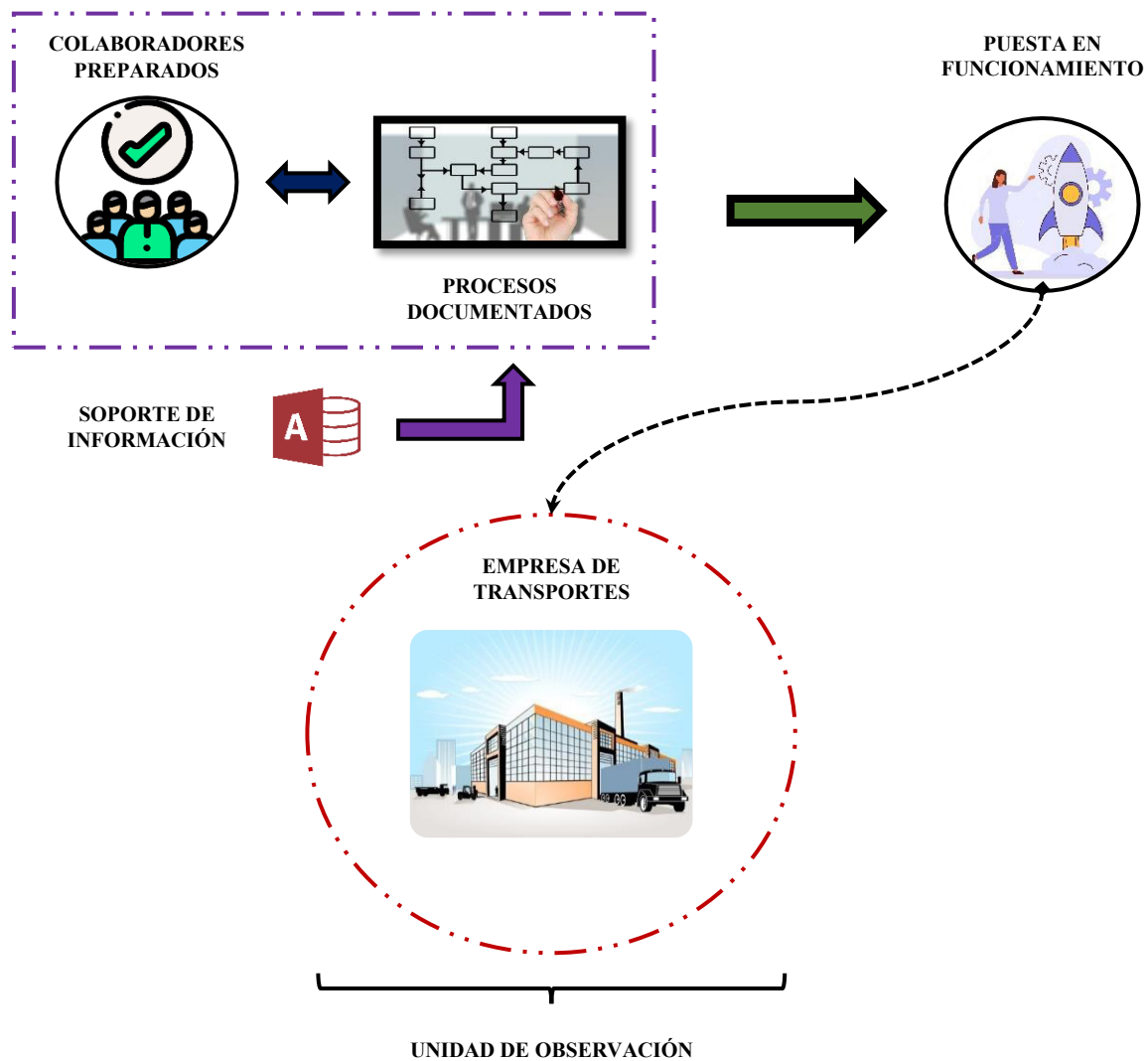
Fuente: Elaboración propia.

En función de lo descrito previamente, la actividad sugerida para el caso del Worker denominado como asistente de monitoreo, contempla una serie de subactividades para su cumplimiento de forma integral a fin de garantizar un seguimiento estricto y continuo sobre los activos de producción.

También demuestra su interacción con el SGBD, apoyándose en los reportes de ubicación del software de monitoreo TrackLog para las acciones subsecuentes encaminadas a emitir alertas respecto a unidades con próxima(s) actividad(es) de mantenimiento preventivo a realizar, a fin de que los interesados tomen las medidas correspondientes para su atención/cumplimiento dentro del kilometraje establecido.

Figura 25

Implementación del sistema de información basado en TPM

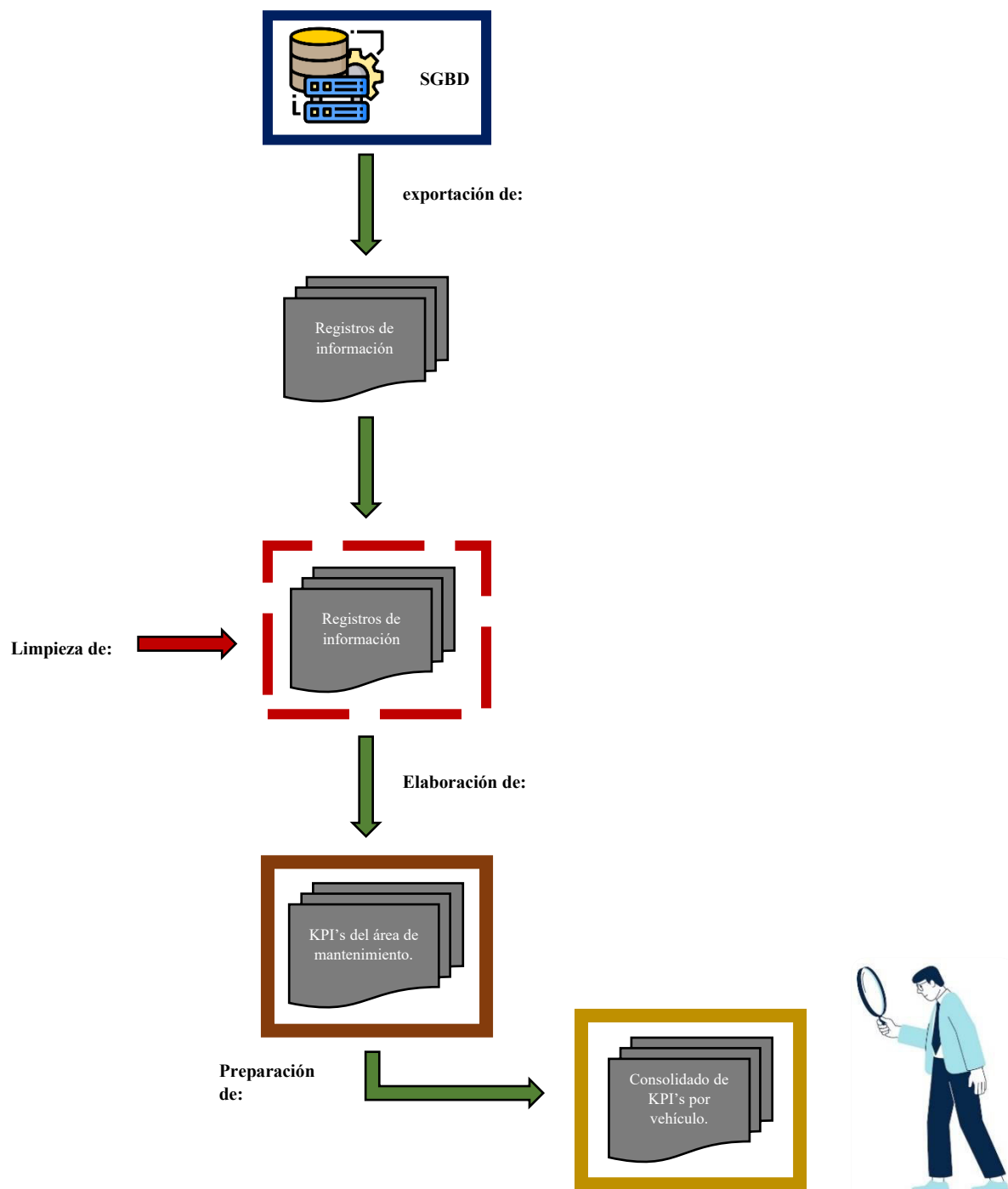


Fuente: Elaboración propia.

El periodo establecido para la toma de información posterior a la implementación del sistema de información basado en TPM, fue de 10 meses puesto que el modelo de negocio de la empresa sumada su categorización como socio estratégico por parte del cliente, la hace prioritaria en la asignación de viajes a cumplir por ruta mensualmente, por ende, sus programaciones masivas favorecieron simultáneamente a la generación de una cantidad numerosa de registros en corto tiempo; además; de haber contribuido a una precisión mayor en el cálculo de indicadores de gestión y análisis estadísticos.

Figura 26

Proceso de levantamiento de información



Fuente: Elaboración propia.

La actividad de transición denominada como limpieza de registros de información, fue aplicado tanto para datos de Postest, como también, de Pretest con el objetivo de su aprovechamiento eficiente en el proceso de toma de decisiones.

Tabla 8*Datos de Postest*

| Nº | Placa Vehicular | Mantenimiento Correctivo | Mantenimiento Preventivo | Índice de Mantenibilidad | Índice de Confiabilidad | Índice de Disponibilidad | Índice de Operatividad |
|-----------|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| 1 | A6V-912 | 13 % | 87 % | 84.78 % | 88.81 % | 92.49 % | 87 % |
| 2 | A6V-917 | 14 % | 86 % | 85.49 % | 89.02 % | 91.26 % | 86 % |
| 3 | A6V-918 | 13 % | 87 % | 84.30 % | 90.42 % | 93.24 % | 86 % |
| 4 | A6V-920 | 12 % | 88 % | 84.78 % | 91.59 % | 93.27 % | 93 % |
| 5 | A6V-921 | 14 % | 86 % | 86.17 % | 88.58 % | 92.37 % | 87 % |
| 6 | B3F-902 | 12 % | 88 % | 85.72 % | 91.31 % | 92.71 % | 91 % |
| 7 | B9Z-836 | 11 % | 89 % | 84.10 % | 89.39 % | 93.52 % | 95 % |
| 8 | C1O-922 | 12 % | 88 % | 86.28 % | 87.37 % | 91.01 % | 89 % |
| 9 | C1M-868 | 14 % | 86 % | 86.28 % | 86.62 % | 93.11 % | 84 % |
| 10 | C9G-946 | 13 % | 87 % | 84.03 % | 88.70 % | 91.54 % | 92 % |
| 11 | D2H-933 | 13 % | 87 % | 84.51 % | 87.71 % | 91.33 % | 91 % |
| 12 | D2I-880 | 12 % | 88 % | 84.40 % | 87.81 % | 92.27 % | 90 % |
| 13 | D2I-920 | 12 % | 88 % | 85.48 % | 90.46 % | 91.32 % | 91 % |
| 14 | D2K-853 | 13 % | 87 % | 84.72 % | 87.54 % | 93.75 % | 92 % |
| 15 | D2L-835 | 14 % | 86 % | 84.08 % | 90.56 % | 91.73 % | 90 % |
| 16 | D2L-913 | 13 % | 87 % | 85.53 % | 91.71 % | 92.40 % | 93 % |
| 17 | D2M-911 | 12 % | 88 % | 85.84 % | 87.73 % | 91.92 % | 87 % |
| 18 | D2M-938 | 11 % | 89 % | 85.91 % | 91.87 % | 92.26 % | 87 % |
| 19 | D2N-856 | 13 % | 87 % | 85.58 % | 86.10 % | 91.42 % | 87 % |
| 20 | D2O-891 | 11 % | 89 % | 85.48 % | 88.78 % | 92.27 % | 88 % |
| 21 | D2P-839 | 13 % | 87 % | 86.15 % | 87.74 % | 93.68 % | 94 % |
| 22 | D2S-873 | 11 % | 89 % | 84.64 % | 87.37 % | 91.16 % | 94 % |

| | | | | | | | |
|-----------------|---------|------|------|---------|---------|---------|------|
| 23 | D2S-904 | 14 % | 86 % | 84.17 % | 91.33 % | 93.46 % | 92 % |
| 24 | D2T-803 | 13 % | 87 % | 86.39 % | 90.79 % | 92.22 % | 90 % |
| 25 | D2V-944 | 13 % | 87 % | 86.63 % | 91.82 % | 92.73 % | 95 % |
| 26 | YI-4450 | 13 % | 87 % | 85.03 % | 89.21 % | 93.98 % | 89 % |
| 27 | YI-9235 | 14 % | 86 % | 86.60 % | 90.41 % | 91.87 % | 84 % |
| 28 | YI-9236 | 12 % | 88 % | 84.50 % | 89.41 % | 91.86 % | 83 % |
| 29 | YQ-1218 | 13 % | 87 % | 85.38 % | 91.51 % | 92.65 % | 88 % |
| 30 | YQ-1224 | 13 % | 87 % | 84.48 % | 88.09 % | 93.46 % | 81 % |
| Promedio | | 13 % | 87 % | 85.25 % | 89.33 % | 92.41 % | 89 % |

Nota. Los parámetros considerados para el cálculo de los índices de Mantenibilidad y Confiabilidad, fueron equivalentes a los considerados para los datos de Pretest.

Tabla 9

Consolidado de datos recopilados de Pretest y Postest

| N° | Placa Vehicular | Mantenimiento Correctivo | | Mantenimiento Preventivo | | Índice de Mantenibilidad | | Índice de Confiabilidad | | Índice de Disponibilidad | | Índice de Operatividad | |
|----|-----------------|--------------------------|---------|--------------------------|---------|--------------------------|---------|-------------------------|---------|--------------------------|---------|------------------------|---------|
| | | Pretest | Postest | Pretest | Postest | Pretest | Postest | Pretest | Postest | Pretest | Postest | Pretest | Postest |
| 1 | A6V-912 | 34 % | 13 % | 66 % | 87 % | 75.55 % | 84.78 % | 77.13 % | 88.81 % | 77.03 % | 92.49 % | 63 % | 87 % |
| 2 | A6V-917 | 38 % | 14 % | 62 % | 86 % | 75.51 % | 85.49 % | 77.82 % | 89.02 % | 76.64 % | 91.26 % | 64 % | 86 % |
| 3 | A6V-918 | 32 % | 13 % | 68 % | 87 % | 77.45 % | 84.30 % | 77.73 % | 90.42 % | 77.81 % | 93.24 % | 64 % | 86 % |
| 4 | A6V-920 | 34 % | 12 % | 66 % | 88 % | 76.36 % | 84.78 % | 77.98 % | 91.59 % | 79.83 % | 93.27 % | 65 % | 93 % |
| 5 | A6V-921 | 26 % | 14 % | 74 % | 86 % | 75.25 % | 86.17 % | 77.17 % | 88.58 % | 78.64 % | 92.37 % | 64 % | 87 % |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---------|------|------|------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|------|
| 6 | B3F-902 | 35 % | 12 % | 65 % | 88 % | 75.69 % | 85.72 % | 77.62 % | 91.31 % | 77.05 % | 92.71 % | 62 % | 91 % |
| 7 | B9Z-836 | 28 % | 11 % | 72 % | 89 % | 75.72 % | 84.10 % | 77.72 % | 89.39 % | 78.87 % | 93.52 % | 64 % | 95 % |
| 8 | C1O-922 | 37 % | 12 % | 63 % | 88 % | 77.18 % | 86.28 % | 77.39 % | 87.37 % | 79.59 % | 91.01 % | 62 % | 89 % |
| 9 | C1M-868 | 33 % | 14 % | 67 % | 86 % | 76.80 % | 86.28 % | 78.36 % | 86.62 % | 76.88 % | 93.11 % | 62 % | 84 % |
| 10 | C9G-946 | 37 % | 13 % | 63 % | 87 % | 77.31 % | 84.03 % | 78.33 % | 88.70 % | 78.73 % | 91.54 % | 62 % | 92 % |
| 11 | D2H-933 | 33 % | 13 % | 67 % | 87 % | 78.00 % | 84.51 % | 77.46 % | 87.71 % | 77.85 % | 91.33 % | 66 % | 91 % |
| 12 | D2I-880 | 36 % | 12 % | 64 % | 88 % | 75.88 % | 84.40 % | 77.61 % | 87.81 % | 79.20 % | 92.27 % | 65 % | 90 % |
| 13 | D2I-920 | 29 % | 12 % | 71 % | 88 % | 76.10 % | 85.48 % | 77.50 % | 90.46 % | 78.91 % | 91.32 % | 64 % | 91 % |
| 14 | D2K-853 | 36 % | 13 % | 64 % | 87 % | 75.33 % | 84.72 % | 78.42 % | 87.54 % | 78.65 % | 93.75 % | 63 % | 92 % |
| 15 | D2L-835 | 28 % | 14 % | 72 % | 86 % | 75.09 % | 84.08 % | 78.37 % | 90.56 % | 78.34 % | 91.73 % | 63 % | 90 % |
| 16 | D2L-913 | 26 % | 13 % | 74 % | 87 % | 75.72 % | 85.53 % | 78.26 % | 91.71 % | 78.03 % | 92.40 % | 64 % | 93 % |
| 17 | D2M-911 | 34 % | 12 % | 66 % | 88 % | 77.87 % | 85.84 % | 78.75 % | 87.73 % | 78.12 % | 91.92 % | 62 % | 87 % |
| 18 | D2M-938 | 34 % | 11 % | 66 % | 89 % | 76.44 % | 85.91 % | 77.91 % | 91.87 % | 76.13 % | 92.26 % | 65 % | 87 % |
| 19 | D2N-856 | 26 % | 13 % | 74 % | 87 % | 75.64 % | 85.58 % | 77.85 % | 86.10 % | 77.99 % | 91.42 % | 64 % | 87 % |
| 20 | D2O-891 | 33 % | 11 % | 67 % | 89 % | 76.84 % | 85.48 % | 78.49 % | 88.78 % | 78.58 % | 92.27 % | 65 % | 88 % |
| 21 | D2P-839 | 32 % | 13 % | 68 % | 87 % | 76.82 % | 86.15 % | 77.34 % | 87.74 % | 78.68 % | 93.68 % | 63 % | 94 % |
| 22 | D2S-873 | 28 % | 11 % | 72 % | 89 % | 76.59 % | 84.64 % | 77.97 % | 87.37 % | 77.70 % | 91.16 % | 65 % | 94 % |
| 23 | D2S-904 | 38 % | 14 % | 62 % | 86 % | 75.18 % | 84.17 % | 78.50 % | 91.33 % | 78.11 % | 93.46 % | 62 % | 92 % |
| 24 | D2T-803 | 35 % | 13 % | 65 % | 87 % | 75.11 % | 86.39 % | 78.53 % | 90.79 % | 76.19 % | 92.22 % | 65 % | 90 % |
| 25 | D2V-944 | 34 % | 13 % | 66 % | 87 % | 76.52 % | 86.63 % | 78.33 % | 91.82 % | 78.83 % | 92.73 % | 64 % | 95 % |
| 26 | YI-4450 | 28 % | 13 % | 72 % | 87 % | 75.18 % | 85.03 % | 77.71 % | 89.21 % | 77.66 % | 93.98 % | 65 % | 89 % |
| 27 | YI-9235 | 32 % | 14 % | 68 % | 86 % | 76.81 % | 86.60 % | 78.38 % | 90.41 % | 78.58 % | 91.87 % | 65 % | 84 % |
| 28 | YI-9236 | 28 % | 12 % | 72 % | 88 % | 76.96 % | 84.50 % | 78.41 % | 89.41 % | 76.67 % | 91.86 % | 63 % | 83 % |
| 29 | YQ-1218 | 34 % | 13 % | 66 % | 87 % | 75.20 % | 85.38 % | 77.61 % | 91.51 % | 78.70 % | 92.65 % | 66 % | 88 % |
| 30 | YQ-1224 | 35 % | 13 % | 65 % | 87 % | 77.42 % | 84.48 % | 78.66 % | 88.09 % | 77.27 % | 93.46 % | 66 % | 81 % |
| Promedio | | 32 % | 13 % | 68 % | 87 % | 76.25 % | 85.25 % | 77.98 % | 89.33 % | 78.04 % | 92.41 % | 64 % | 89 % |

Tabla 10*Resumen de datos promedio de Pretest y Postest*

| N° | Dimensión | Indicador(es) | Pretest | Postest | % Variación | [% Variación] |
|----|---|-------------------------------|---------|---------|----------------|---------------|
| 1 | Distribución por Tipos de Mantenimiento | Intervenciones | 32 % | 13 % | -19 % | 19 % |
| | | Correctivas (%) | | | | |
| | Vehicular | Intervenciones | 68 % | 87 % | 19 % | |
| | | Preventivas (%) | | | | |
| 2 | Funciones Paramétricas del Mantenimiento | Mantenibilidad (%) | 76.25 % | 85.25 % | 9.00 % | 9 % |
| | | Confiability (%) | 77.98 % | 89.33 % | 11.35 % | 11 % |
| | Vehicular | Disponibilidad (%) | 78.04 % | 92.41 % | 14.37 % | 14 % |
| 3 | Productividad Operativa Vehicular | Índice de Operatividad (%) | 64 % | 89 % | 25.00 % | 25 % |

Los resultados obtenidos para la dimensión N° 1 posteriormente a la implementación del sistema de información basado en TPM, muestran que el valor porcentual preponderante de intervenciones corresponde al mantenimiento preventivo con un 87 %.

Adicionalmente, el valor porcentual restante correspondiente a intervenciones de mantenimiento correctivo es de un 13 % encontrándose este último, por debajo del 20 % según lo recomendado por especialistas en el tema; asimismo, presentan una variación porcentual absoluta del 19 % en comparación con los datos del Pretest.

Para la dimensión N° 2, los índices de Mantenibilidad, Confiabilidad y Disponibilidad tuvieron un incremento porcentual absoluto de un 9 %, 11 % y 14 % respectivamente. Sus puntuaciones parciales en el Postest, las sitúan en un rango de [85 % - 93 %], lo cual es un indicador de alcance favorable en términos de desempeño operacional tomando en cuenta que las condiciones percibidas del entorno sobre el que se realiza la prestación de servicios de transporte, no son las adecuadas.

Para la dimensión N° 3, el índice de Operatividad tuvo un aumento porcentual absoluto del 25 % traduciéndose en un 89 % promedio de distribuciones realizadas con flota propia; aunque hubo un 11 % de viajes restantes que requirieron de la operación de unidades de transporte en calidad de servicios terceros, los esfuerzos dedicados a la mejora continua y el incremento de sus utilidades, harán posible el emprendimiento de proyectos de ampliación y/o renovación de vehículos semitráiler para su reducción gradual de participación en el tiempo.

4.1 Prueba de hipótesis

4.1.1 Mejora de la distribución por tipos de mantenimiento vehicular

Ha: El uso de un sistema de información basado en TPM, contribuye a mejorar la distribución por tipos de mantenimiento vehicular en una empresa de transporte de mercancías.

Ho: El uso de un sistema de información basado en TPM, no contribuye a mejorar la distribución por tipos de mantenimiento vehicular en una empresa de transporte de mercancías.

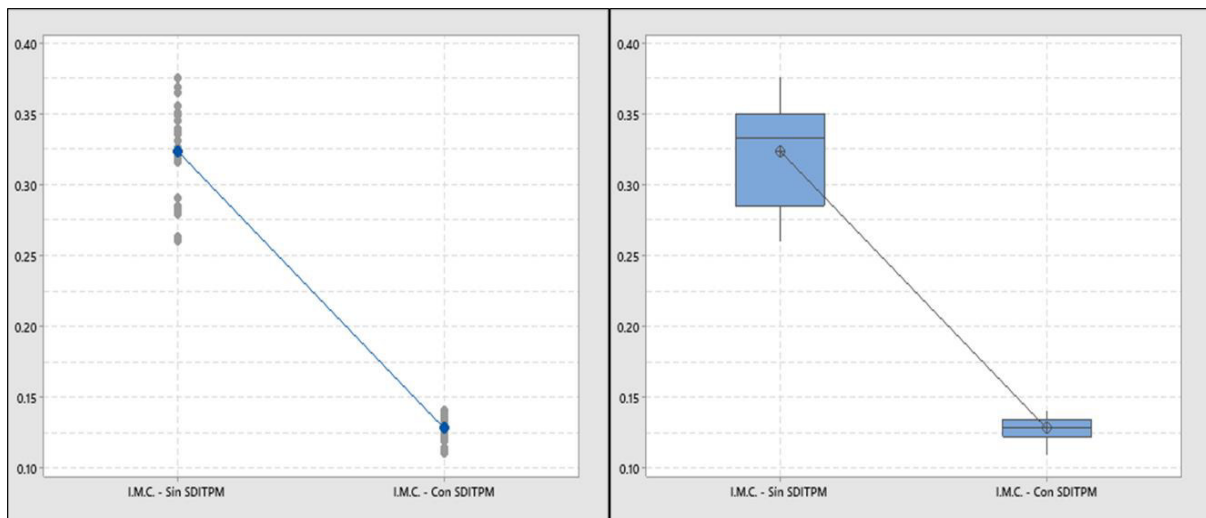
Tabla 11

Indicadores evaluados según la dimensión N° 1

| Variable Dependiente | Dimensión | Indicador(es) |
|-------------------------------------|---|--|
| Gestión del Mantenimiento vehicular | Distribución por tipos de mantenimiento vehicular | - Intervenciones de tipo Correctivas (%). - Intervenciones de tipo Preventivas (%). |

Figura 27

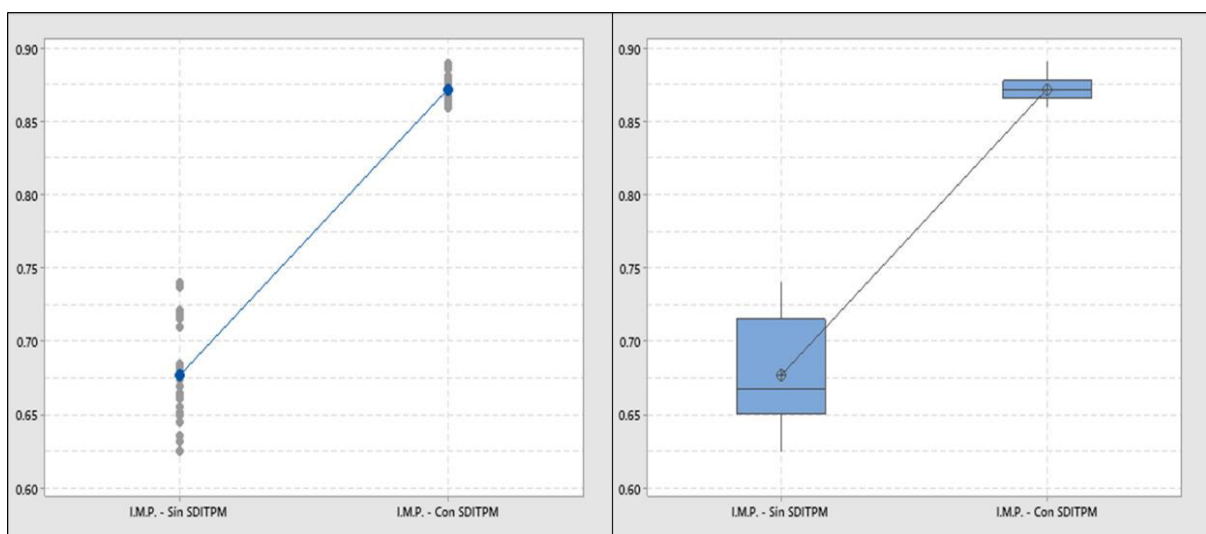
Comparación de valores individuales para el caso de intervenciones correctivas (%)



Nota. La implementación del sistema de información basado en TPM (SDITPM) generó un efecto favorable sobre las intervenciones correctivas viéndose reflejado en su reducción; el 50 % de vehículos sujetos en calidad de muestra de estudio, presentaron valores por debajo de $0.13 \equiv 13\%$, asimismo, se percibe una dispersión menor respecto a los datos de Pretest.

Figura 28

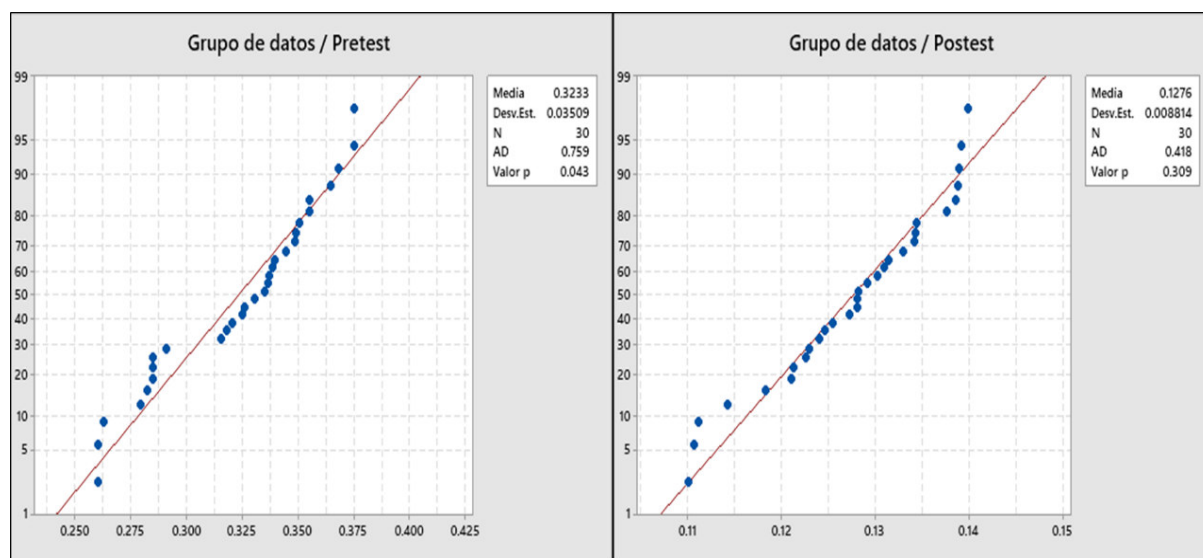
Comparación de valores individuales para el caso de intervenciones preventivas (%)



Nota. En la **Figura 28**, de manera inversamente proporcional, la implementación del sistema de información basado en TPM (SDITPM) generó como efecto el incremento de intervenciones preventivas puesto que el 50 % de vehículos sujetos en calidad de muestra de estudio, presentaron valores por encima de $0.87 \equiv 87\%$, de igual manera, se percibe una dispersión menor respecto a los datos de Pretest.

Figura 29

Prueba de normalidad para datos de Pretest y Postest / intervenciones correctivas (%)



Nota. El Valor p obtenido para datos de Pretest fue de $0.043 < 0.05$, es decir, no hubo presencia de una distribución normal; caso contrario, ocurrió con los datos de Postest puesto que su Valor p: $0.309 > 0.05$; sin embargo, el requerimiento de normalidad para la aplicación de una prueba paramétrica, implica el cumplimiento de dicho supuesto de manera conjunta, por consiguiente, se aplicó la prueba no paramétrica de Wilcoxon.

Tabla 12

Evaluación de variabilidad / intervenciones correctivas (%)

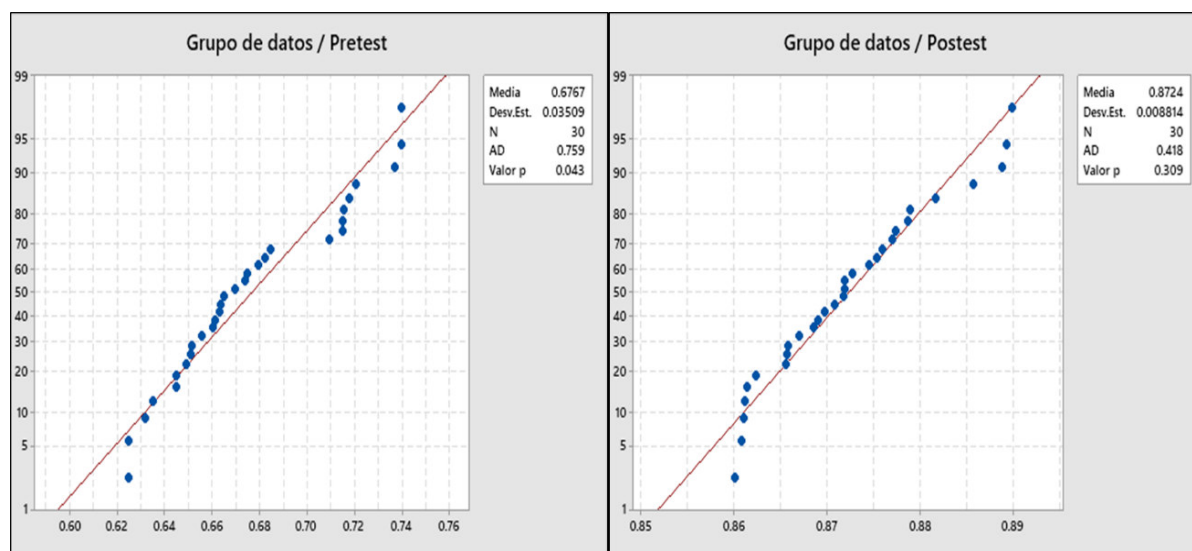
| Método | Estadísticas Descriptivas | | |
|------------------------------------|---------------------------|----|----------|
| | Muestra | N | Mediana |
| η : mediana de Dif. – IC – D1 | Dif. – IC – D1 | 30 | 0.197799 |

| Prueba | Estadística de Wilcoxon | Valor p |
|----------------------------------|-------------------------|---------|
| Hipótesis nula: $\eta = 0$ | | |
| | 465.00 | 0.000 |
| Hipótesis alterna: $\eta \neq 0$ | | |

El Valor $p = 0.000$, refiere que la variabilidad entre los grupos de datos de Pretest y Posttest para el indicador porcentual de intervenciones correctivas, es significativa puesto que es menor que nivel de significancia $\alpha = 0.05$.

Figura 30

Prueba de normalidad para datos de Pretest y Posttest / intervenciones preventivas (%)



Nota. El Valor p obtenido para datos de Pretest fue de $0.043 < 0.05$, es decir, no hubo presencia de una distribución normal; caso contrario, ocurrió con los datos de Posttest puesto que su Valor p : $0.309 > 0.05$; sin embargo, el requerimiento de normalidad para la aplicación de una prueba paramétrica, implica el cumplimiento de dicho supuesto de manera conjunta, por consiguiente, se aplicó la prueba no paramétrica de Wilcoxon.

Tabla 13*Evaluación de variabilidad / intervenciones preventivas (%)*

| Método | Estadísticas Descriptivas | | |
|------------------------------------|----------------------------------|----------------|----------------|
| | Muestra | N | Mediana |
| η : mediana de Dif. – IP – D1 | Dif. – IP – D1 | 30 | 0.197799 |
| | | | |
| Prueba | Estadística de Wilcoxon | Valor p | |
| Hipótesis nula: $\eta = 0$ | 465.00 | 0.000 | |
| Hipótesis alterna: $\eta \neq 0$ | | | |

El Valor $p = 0.000$, refiere que la variabilidad entre los grupos de datos de Pretest y Posttest para el indicador porcentual de intervenciones preventivas, es significativa puesto que es menor que nivel de significancia $\alpha = 0.05$.

Se concluye en términos estadísticos, que los Valores p obtenidos, reflejan una variabilidad significativa entre los datos de Pretest y Posttest de indicadores comprendidos en la dimensión de distribución por tipos de mantenimiento vehicular; además, de diferir cuantitativamente de 0 por lo que se acepta la hipótesis alterna. Asimismo, queda comprobado, que el uso de un sistema de información basado en TPM, contribuye a mejorar la distribución por tipos de mantenimiento vehicular en una empresa de transporte de mercancías.

4.1.2 Mejora de las funciones paramétricas del mantenimiento vehicular

Ha: El uso de un sistema de información basado en TPM, contribuye a mejorar las funciones paramétricas del mantenimiento vehicular en una empresa de transporte de mercancías.

Ho: El uso de un sistema de información basado en TPM, no contribuye a mejorar las funciones paramétricas del mantenimiento vehicular en una empresa de transporte de mercancías.

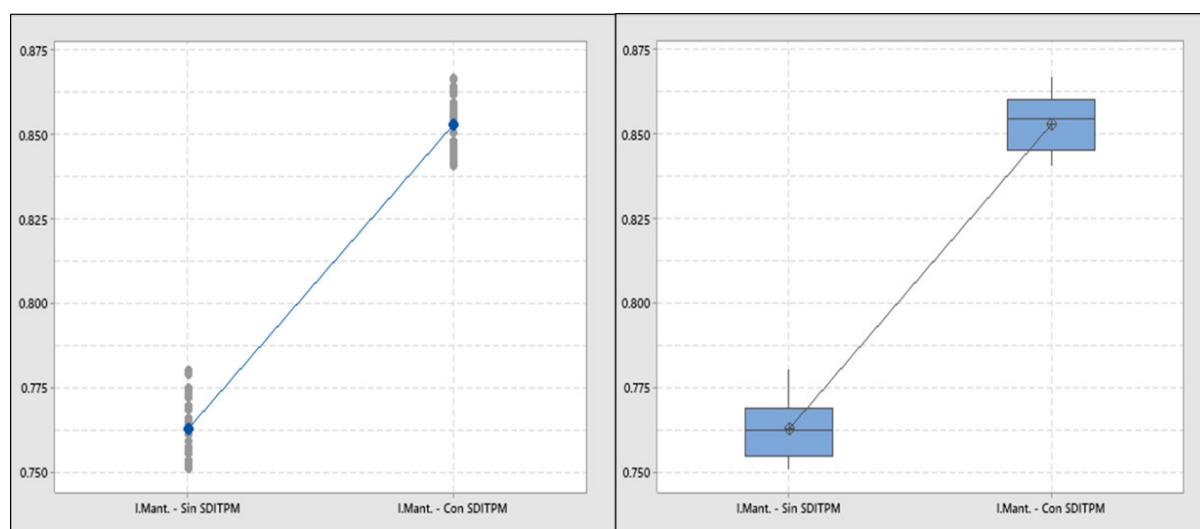
Tabla 14

Indicadores evaluados según la dimensión N° 2

| Variable Dependiente | Dimensión | Indicador(es) |
|-------------------------------------|--|--|
| Gestión del Mantenimiento vehicular | Funciones paramétricas del mantenimiento vehicular | <ul style="list-style-type: none"> - Índice de Mantenibilidad (%). - Índice de Confiabilidad (%). - Índice de Disponibilidad (%). |

Figura 31

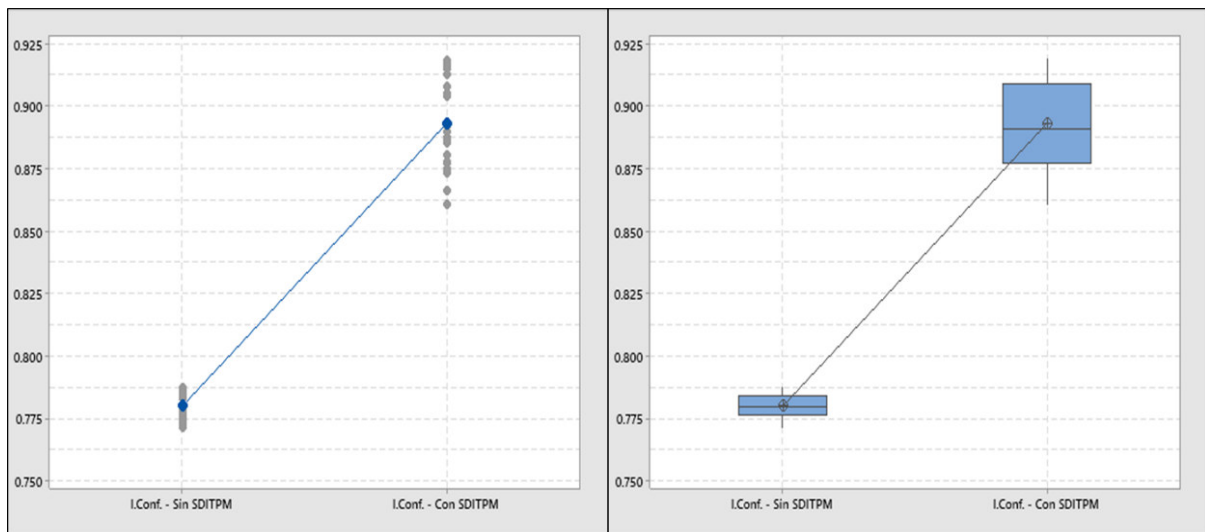
Comparación de valores individuales para el caso del índice de Mantenibilidad (%)



Nota. La implementación del sistema de información basado en TPM (SDITPM) generó un efecto favorable sobre el índice de mantenibilidad viéndose reflejado en su incremento respecto a datos de Pretest lo que elevó la probabilidad de intervenciones con una duración no mayor a 3 horas sobre la flota de vehículos; si bien ambos grupos cuentan con una dispersión visualmente similar, el 50 % de datos de Postest correspondientes a la muestra de estudio, presentaron valores por encima de $0.8525 \equiv 85.25\%$, además, de un valor extremo inferior de $0.8380 \equiv 83.80\%$ aproximadamente.

Figura 32

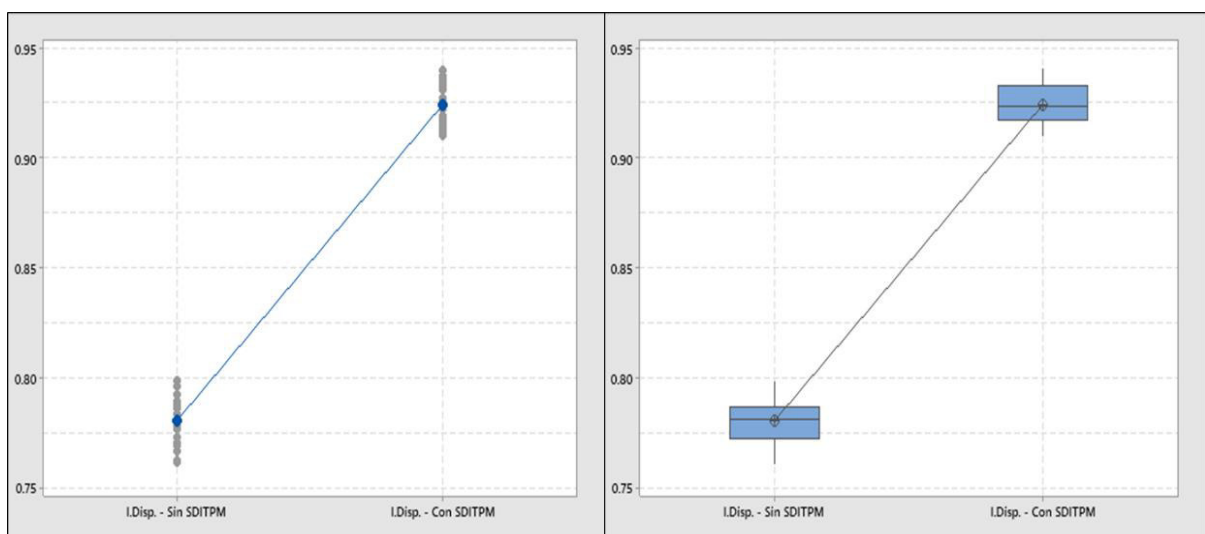
Comparación de valores individuales para el caso del índice de Confiabilidad (%)



Nota. La implementación de un sistema de información basado en TPM (SDITPM) generó un efecto favorable sobre el índice de confiabilidad viéndose reflejado en su incremento respecto a datos de Pretest lo que elevó la probabilidad de que la flota de vehículos pueda operar con éxito en un tiempo de 51 horas; si bien el grupo de datos de Postest cuenta con una dispersión visualmente mayor, el 50 % de la muestra de estudio presentaron valores por encima de $0.8939 \equiv 89.39\%$, además, de un valor extremo inferior de $0.8626 \equiv 86.26\%$.

Figura 33

Comparación de valores individuales para el caso del índice de Disponibilidad (%)

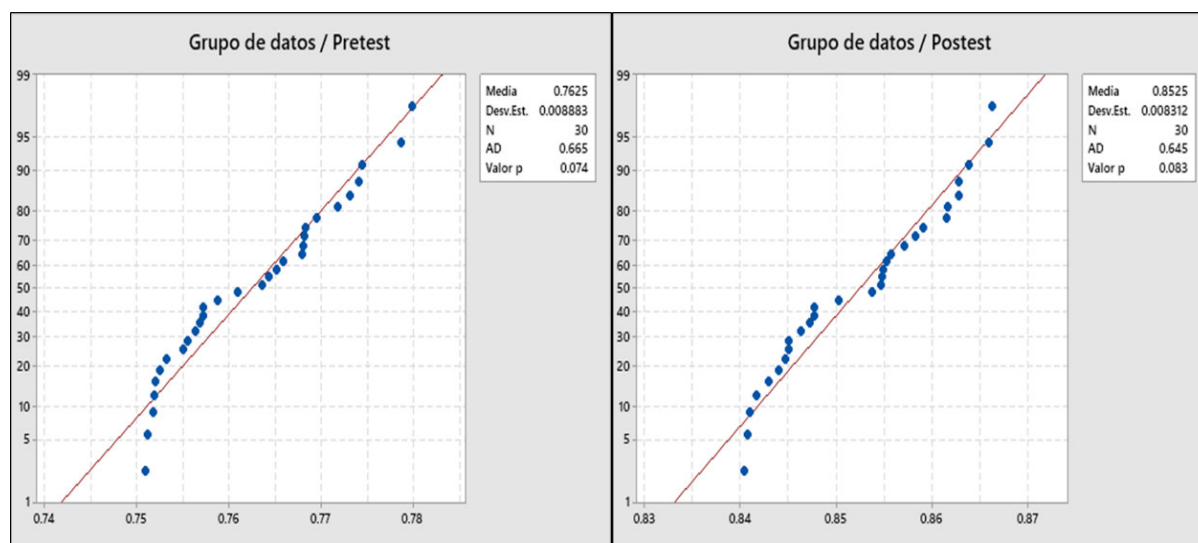


Nota. En la **Figura 33**, la implementación del sistema de información basado en TPM (SDITPM) generó un efecto favorable sobre el índice de disponibilidad viéndose reflejado en su incremento respecto a datos de Pretest lo que elevó la probabilidad de que la flota de vehículos sea ubicable en buenas condiciones operacionales para su asignación / programación a los servicios de transporte según sea de requerimiento por el cliente.

Sobre esto último, si bien ambos grupos de datos cuentan con una dispersión visualmente similar, el 50 % de datos de Posttest correspondientes a la muestra de estudio presentaron valores por encima de $0.9241 \equiv 92.41\%$, además, de un valor extremo inferior de $0.9124 \equiv 91.24\%$ aproximadamente.

Figura 34

Prueba de normalidad para datos de Pretest y Posttest / índice de Mantenibilidad (%)



Nota. El Valor p obtenido para datos de Pretest fue de $0.074 > 0.05$, es decir, hubo presencia de una distribución normal; de igual manera, ocurrió con los datos de Posttest puesto que su Valor p: $0.083 > 0.05$; por consiguiente, se cumplió con el requerimiento de normalidad de manera conjunta para la aplicación la prueba paramétrica t-Student, en este caso, para muestras dependientes.

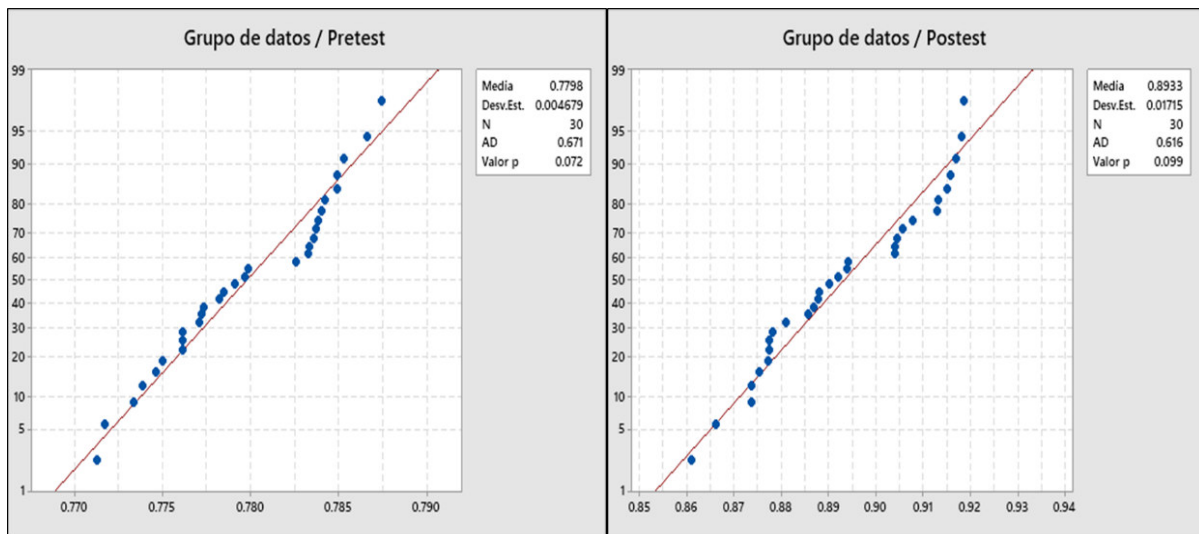
Tabla 15*Evaluación de variabilidad / índice de Mantenibilidad (%)*

| Estadísticas Descriptivas | | | | |
|--|-------------------|-----------------------------------|--|-----------------------------------|
| Muestra | N | Media | Desv. Est. | Error estándar de la media |
| Mantenibilidad (%) - Pretest | 30 | 0.76250 | 0.00888 | 0.00162 |
| Mantenibilidad (%) - Postest | 30 | 0.85247 | 0.00831 | 0.00152 |
| Estimación de la diferencia pareada | | | | |
| Media | Desv. Est. | Error estándar de la media | IC. De 95 % para la diferencia μ | |
| -0.08997 | 0.01209 | 0.00221 | (-0.09448; -0.08546) | |
| <i>diferencia μ: media de (Mantenibilidad (%) – Pretest - Mantenibilidad (%) - Postest)</i> | | | | |
| Prueba | | Valor T | Valor p | |
| Hipótesis nula H_0 : diferencia $\mu = 0$ | | -40.77 | 0.000 | |
| Hipótesis alterna H_1 : diferencia $\mu \neq 0$ | | | | |

El Valor $p = 0.000$, refiere que la variabilidad entre los grupos de datos de Pretest y Postest para el índice de Mantenibilidad, es significativa puesto que es menor que nivel de significancia $\alpha = 0.05$.

Figura 35

Prueba de normalidad para datos de Pretest y Postest / índice de Confiabilidad (%)



Nota. El Valor p obtenido para datos de Pretest fue de $0.072 > 0.05$, es decir, hubo presencia de una distribución normal; de igual manera, ocurrió con los datos de Postest puesto que su Valor p: $0.099 > 0.05$; por consiguiente, se cumplió con el requerimiento de normalidad de manera conjunta para la aplicación de la prueba paramétrica t-Student, en este caso, para muestras dependientes.

Tabla 16

Evaluación de variabilidad / índice de Confiabilidad (%)

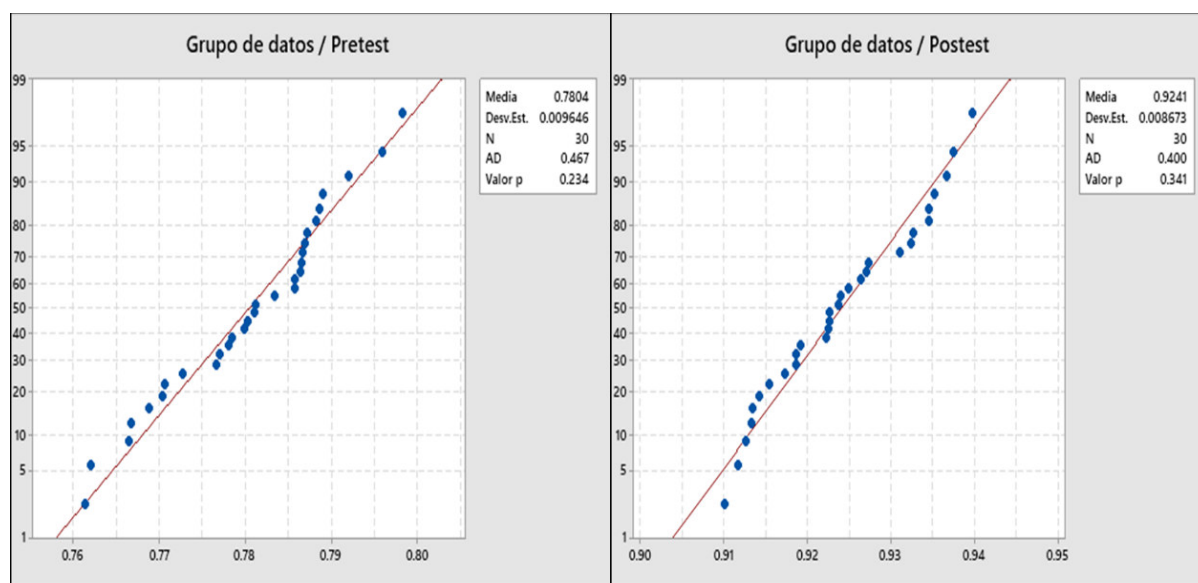
| Estadísticas Descriptivas | | | | |
|--|-------------------|-----------------------------------|--|-----------------------------------|
| Muestra | N | Media | Desv. Est. | Error estándar de la media |
| Confiabilidad (%) - Pretest | 30 | 0.77978 | 0.00468 | 0.00085 |
| Confiabilidad (%) - Postest | 30 | 0.89325 | 0.01715 | 0.00313 |
| Estimación de la diferencia pareada | | | | |
| Media | Desv. Est. | Error estándar de la media | IC. De 95 % para la diferencia μ | |

| -0.11348 | 0.01727 | 0.00315 | (-0.11992; -0.10703) |
|---|---------|---------|----------------------|
| <i>diferencia_μ: media de (Confiabilidad (%) – Pretest - Confiabilidad (%) - Postest)</i> | | | |
| Prueba | Valor T | Valor p | |
| Hipótesis nula H ₀ : diferencia_μ = 0 | -36.00 | 0.000 | |
| Hipótesis alterna H ₁ : diferencia_μ ≠ 0 | | | |

El Valor p = 0.000, refiere que la variabilidad entre los grupos de datos de Pretest y Postest para el índice de Confiabilidad, es significativa puesto que es menor que nivel de significancia $\alpha = 0.05$.

Figura 36

Prueba de normalidad para datos de Pretest y Postest / índice de Disponibilidad (%)



Nota. El Valor p obtenido para datos de Pretest fue de $0.234 > 0.05$, es decir, hubo presencia de una distribución normal; de igual manera, ocurrió con los datos de Postest puesto que su Valor p: $0.341 > 0.05$; por consiguiente, se cumplió con el requerimiento de normalidad de manera conjunta para la aplicación de la prueba paramétrica t-Student, en este caso, para muestras dependientes.

Tabla 17*Evaluación de variabilidad / índice de Disponibilidad (%)*

| Estadísticas Descriptivas | | | | |
|---|-------------------|-----------------------------------|---|-----------------------------------|
| Muestra | N | Media | Desv. Est. | Error estándar de la media |
| Disponibilidad (%) - Pretest | 30 | 0.78042 | 0.00965 | 0.00176 |
| Disponibilidad (%) - Postest | 30 | 0.92409 | 0.00867 | 0.00158 |
| Estimación de la diferencia pareada | | | | |
| Media | Desv. Est. | Error estándar de la media | IC. De 95 % para la diferencia_μ | |
| -0.14367 | 0.01271 | 0.00232 | (-0.14842; -0.13892) | |
| <i>diferencia_μ: media de (Disponibilidad (%) – Pretest - Disponibilidad (%) - Postest)</i> | | | | |
| Prueba | | Valor T | Valor p | |
| Hipótesis nula H ₀ : diferencia_μ = 0 | | -61.91 | 0.000 | |
| Hipótesis alterna H ₁ : diferencia_μ ≠ 0 | | | | |

El Valor p = 0.000, refiere que la variabilidad entre los grupos de datos de Pretest y Postest para el índice de Disponibilidad, es significativa puesto que es menor que nivel de significancia $\alpha = 0.05$.

Se concluye en términos estadísticos, que los Valores p obtenidos, reflejan una variabilidad significativa entre los datos de Pretest y Postest de indicadores comprendidos en la dimensión de funciones paramétricas del mantenimiento vehicular; además, de diferir cuantitativamente de 0 por lo que se acepta la hipótesis alterna.

Asimismo, queda comprobado, que el uso de un sistema de información basado en TPM, contribuye a mejorar las funciones paramétricas del mantenimiento vehicular en una empresa de transporte de mercancías.

4.1.3 Incremento de la productividad operativa vehicular

Ha: El uso de un sistema de información basado en TPM, contribuye al incremento de la productividad operativa vehicular en una empresa de transporte de mercancías.

Ho: El uso de un sistema de información basado en TPM, no contribuye al incremento de la productividad operativa vehicular en una empresa de transporte de mercancías.

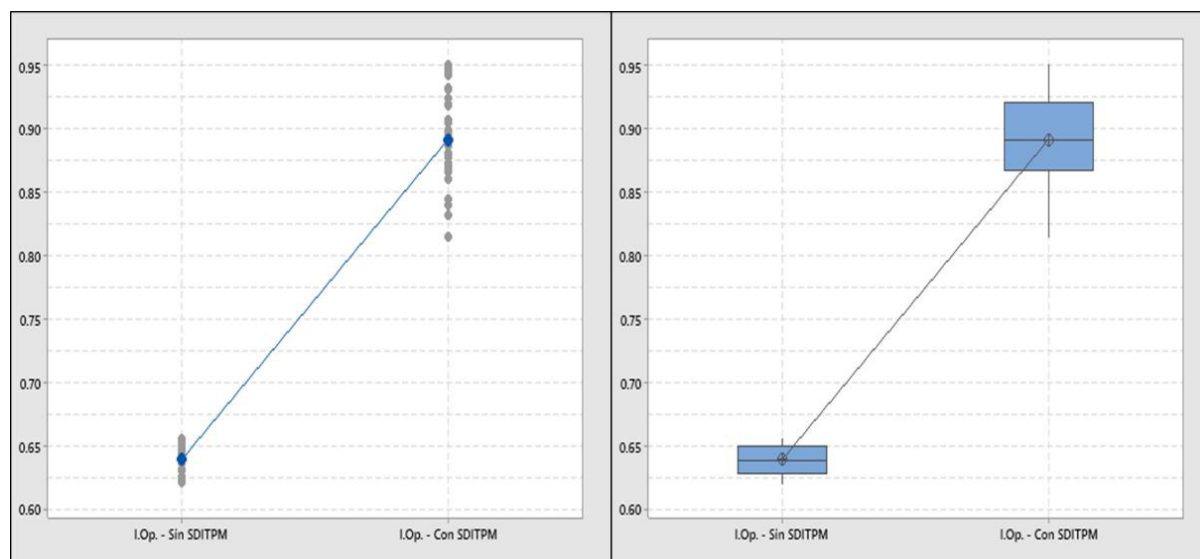
Tabla 18

Indicador evaluado según la dimensión N° 3

| Variable Dependiente | Dimensión | Indicador(es) |
|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| Gestión del Mantenimiento vehicular | Productividad operativa vehicular | - Índice de Operatividad. |

Figura 37

Comparación de valores individuales para el caso del índice de Operatividad (%)

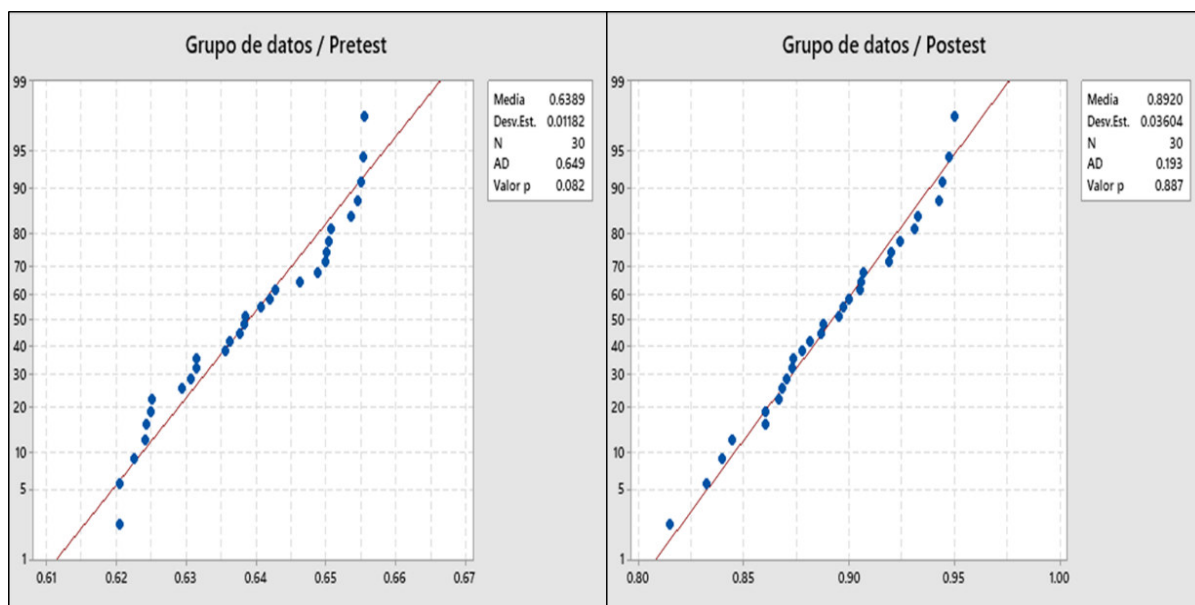


Nota. La implementación del sistema de información basado en TPM (SDITPM) generó un efecto favorable sobre el índice de operatividad viéndose reflejado en su incremento respecto a datos de Pretest; si bien el grupo de datos de Posttest cuenta con una dispersión visualmente mayor, el 50 % de la flota de vehículos sujeta en calidad de muestra de estudio,

presentaron valores por encima de $0.89 \equiv 89\%$, además, de un valor extremo inferior de $0.8125 \equiv 81.25\%$ aproximadamente.

Figura 38

Prueba de normalidad para datos de Pretest y Postest / índice de Operatividad (%)



Nota. El Valor p obtenido para datos de Pretest fue de $0.082 > 0.05$, es decir, hubo presencia de una distribución normal; de igual manera, ocurrió con los datos de Postest puesto que su Valor p: $0.887 > 0.05$; por consiguiente, se cumplió con el requerimiento de normalidad de manera conjunta para la aplicación de la prueba paramétrica t-Student, en este caso, para muestras dependientes.

Tabla 19

Evaluación de variabilidad / índice de Operatividad (%)

| Estadísticas Descriptivas | | | | |
|----------------------------|----|---------|------------|----------------------------|
| Muestra | N | Media | Desv. Est. | Error estándar de la media |
| Operatividad (%) - Pretest | 30 | 0.63892 | 0.01182 | 0.00216 |
| Operatividad (%) - Postest | 30 | 0.89202 | 0.03604 | 0.00658 |

| Estimación de la diferencia pareada | | | |
|---|-------------------|-----------------------------------|---|
| Media | Desv. Est. | Error estándar de la media | IC. De 95 % para la diferencia_μ |
| -0.25311 | 0.03913 | 0.00714 | (-0.26772; -0.23850) |
| <i>diferencia_μ: media de (Operatividad (%) – Pretest - Operatividad (%) - Postest)</i> | | | |
| Prueba | Valor T | Valor p | |
| Hipótesis nula H ₀ : diferencia_μ = 0 | -35.43 | 0.000 | |
| Hipótesis alterna H ₁ : diferencia_μ ≠ 0 | | | |

El Valor p = 0.000, refiere que la variabilidad entre los grupos de datos de Pretest y Postest para el índice de Operatividad comprendido en la dimensión de productividad operativa es significativa puesto que es menor que nivel de significancia $\alpha = 0.05$; asimismo, difiere cuantitativamente de 0 por lo que se acepta la hipótesis alterna.

Por lo tanto, queda comprobado que el uso de un sistema de información basado en TPM, contribuye al incremento de la productividad operativa vehicular en una empresa de transporte de mercancías.

Dado que los reportes de pruebas de hipótesis específicas planteadas reflejan una variabilidad significativa entre sus respectivos datos de Pretest y Postest, queda comprobado en términos generales, que el uso de un sistema de información basado en TPM, contribuye a mejorar la gestión del mantenimiento vehicular en una empresa de transporte de mercancías.

Tabla 20*Resumen de resultados de aplicación de estadísticos de prueba*

| Dimensión | Indicador(es) | Valores p | Distribución | Prueba | Variación |
|---|--------------------------------|-----------|--------------|-----------|---------------|
| Distribución por Tipos de Mantenimiento Vehicular | Intervenciones correctivas (%) | Pretest: | No normal | Wilcoxon | Significativa |
| | | 0.043 | | | |
| | Posttest: | Normal | | | |
| | 0.309 | | | | |
| | Intervenciones preventivas (%) | Pretest: | No normal | | |
| | | 0.043 | | | |
| Posttest: | Normal | | | | |
| 0.309 | | | | | |
| Funciones Paramétricas del Mantenimiento Vehicular. | Índice de Mantenibilidad (%) | Pretest: | Normal | t-Student | Significativa |
| | | 0.074 | | | |
| | Posttest: | Normal | | | |
| | 0.083 | | | | |
| | Índice de Confiabilidad (%) | Pretest: | Normal | | |
| | | 0.072 | | | |
| Posttest: | Normal | | | | |
| 0.099 | | | | | |
| Índice de Disponibilidad (%) | Pretest: | Normal | | | |
| | 0.234 | | | | |
| Posttest: | Normal | | | | |
| 0.341 | | | | | |
| Productividad Operativa Vehicular | Índice de Operatividad (%) | Pretest: | Normal | t-Student | Significativa |
| | | 0.082 | | | |
| | Posttest: | Normal | | | |
| | 0.887 | | | | |

Nota. Solo la distribución de datos en la dimensión N°1 en los grupos de Pretest de sus indicadores componentes, no presentaron el supuesto de normalidad.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los alcances del estudio, resultaron en el incremento de los indicadores de gestión inherentes a la gestión del mantenimiento, pese a la presencia de variables extrañas durante el desarrollo de las operaciones de transporte de mercancías, estos fluctuaron en valores que superaron el 80 %; debido a que el efecto generado en cada unidad de transporte que perteneció a la muestra presentó un comportamiento cuantitativo de mejora particular (ubicando en un segundo plano su configuración estandarizada además de la marca y modelo); permitió explicar que en algunos grupos de datos de Posttest, se hayan detectado dispersiones estadísticas visualmente mayores al Pretest.

Tabla 21

Resultados de estudios previos

| Nº | Autor(es) | Mecanismo de intervención | Unidad de análisis | Resultados |
|----|-------------------------|---|---|---|
| 1 | Portal y Salazar (2016) | Propuesta para la implementación de TPM | Equipos de movimiento de tierras de la empresa multiservicios PUNRE S.R.L. | Incremento en el índice de Disponibilidad a un 85 %. |
| 2 | Estrada (2017) | Implementación de TPM | Flota de transporte de mercancías de la empresa Corporación Logística y Transporte S.A.C. | Incremento en el índice de Confiabilidad a un 90 %. Incremento en el índice de Disponibilidad a un 82 %. |
| 3 | Paredes (2019) | Sistema de gestión basado en TPM | Maquinaria pesada de la empresa UNIMAQ S.A. | Incremento en el índice de Disponibilidad a un 91 %. |
| 4 | Aliaga y Grey (2021) | Sistema de gestión del mantenimiento | Flota de vehículos de la Unidad de Bomberos de Trujillo | Incremento en los índices de: Mantenibilidad a un 55.25 %. |

Confiabilidad a un
91.47 %.

Disponibilidad a un
89.40 %.

Nota. El criterio de selección de documentos para esta sección, se basó en la semejanza de composición y/o empleo de herramientas y estrategias en el desarrollo de los mecanismos de intervención asociados a las propuestas de solución / variable independiente, asimismo, presentados de manera cronológica.

Contrastando resultados del presente estudio con aquellos señalados en la **Tabla 21**, se tuvo que para el índice de Mantenibilidad, el promedio alcanzado fue del 85.25 % habiendo superado en un 30 % al valor promedio obtenido por Aliaga y Grey (2021); en cuanto al índice de Confiabilidad, fue del 89.33 %; sobre este último, cabe señalar que vehículos en específico, comprendieron valores superiores al 90 %; el índice de Disponibilidad vehicular presentó en su totalidad de datos, un incremento de magnitud equivalente lo que condujo a la identificación de coincidencias porcentuales con sus homólogos respectivos (véase **Tabla 8**).

Si bien, los entregables desarrollados por autores en diferentes líneas de investigación han producido resultados favorables en cuanto al objetivo de mejoramiento de los índices de Mantenibilidad, Confiabilidad y Disponibilidad así como el incremento de intervenciones de tipo preventivas sobre equipos de producción de bienes y servicios; estos carecen de una perspectiva holística puesto que el abordaje de los problemas expuestos en el área de mantenimiento, han sido realizados bajo un enfoque funcional lo que conlleva a argumentar que no necesariamente garanticen su sostenibilidad a largo plazo limitando la práctica de la mejora continua.

VI. CONCLUSIONES

- Se logró mejorar la distribución por tipos de mantenimiento vehicular con un incremento del 19 % en la ejecución de intervenciones preventivas habiendo alcanzado un valor preponderante del 89 %, además, de cumplir los criterios técnicos para el mantenimiento operativo de los vehículos.

- Sobre las funciones paramétricas del mantenimiento vehicular, el índice de Mantenibilidad alcanzó un porcentaje de aumento medio del 85,25 %, lo que indica una probabilidad alta de restauración por vehículo en un tiempo de 3 horas. Se alcanzó un porcentaje medio de mejora del 89,33 % para el índice de Confiabilidad lo que indica una alta probabilidad de prestación satisfactoria del servicio de transporte por vehículo para un tiempo de 51 horas. En cuanto al índice de Disponibilidad, fue el que mayor aumento porcentual registró por encima del 90 % lo que indica una probabilidad alta de disponer de vehículos en adecuadas condiciones operativas para la prestación puntual de los servicios de distribución.

- Como ha sido indicado anteriormente, se confirmó el aumento del índice de Operatividad de vehículos ya que el 89 % de los viajes asignados, fueron realizados por flota propia de la empresa, mientras que el 11 % restante fue asumido por flota de empresas de transporte como servicios subcontratados.

VII. RECOMENDACIONES

- Para reducir el valor porcentual de las intervenciones correctivas causadas por paradas imprevistas, se recomienda realizar un análisis de criticidad de los equipos como recurso para clasificarlos según su estado operativo coadyuvando a planificar estratégicamente actividades personalizadas para su mantenimiento programado.

- El aumento progresivo de las funciones paramétricas se dará de acuerdo a lo especificado en el párrafo anterior, así como la capacidad de respuesta de los colaboradores ante eventos que puedan tener impacto en los valores MTBF y MTTR de los activos durante el proceso de negocio; para estos últimos, se recomienda dar continuidad a su preparación / capacitación para que puedan sofisticar sus competencias y realizar sus funciones de manera más eficiente.

- Los proyectos de mejora suelen estar asociados generalmente a la ampliación y/o renovación de activos físicos a fin de alcanzar una mayor capacidad de producción para satisfacer la demanda objetivo de bienes y servicios por lo que se recomienda, indagar y evaluar la implementación de una gestión temprana de nuevos equipos siendo provechoso para su cuidado y/o conservación desde el momento en que estos sean incorporados al circuito operativo del negocio.

- Dado que la calidad es crucial ante un mercado altamente competitivo, tendrá dependencia directa del rendimiento, calibración y disponibilidad de equipos y maquinarias, por ello, se recomienda adoptar buenas prácticas de gestión del mantenimiento a procesos de nivel estratégicos.

- Para trabajos futuros, se recomienda examinar sobre la mejora continua de procesos mediante la profundización de búsqueda sobre enfoques de ingeniería; específicamente, aquellas comprendidas en la filosofía Lean ya que su versatilidad posibilita su integración en diversas líneas de investigación.

VIII. REFERENCIAS

- AEC - Mantenimiento. (s. f.). <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/mantenimiento>
- Alfaro, F. R. (2018). *Sistema web para el control de mantenimiento preventivo de las máquinas tragamonedas en la empresa Newport Capital S.R.L.* [Tesis de grado]. Universidad Cesar Vallejo
- Aliaga, A.H. & Grey, J.A. (2021). *Sistema de gestión de mantenimiento para mejorar los indicadores de mantenimiento de los vehículos de la compañía de bomberos de Trujillo.* [Tesis de grado]. Universidad Cesar Vallejo
- Ames, V., Vásquez, W., Macassi, I. y Raymundo, C. (2019). Modelo de gestión de mantenimiento basado en Lean Manufacturing para incrementar la productividad de una empresa del sector de plástico. *17th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Industry, Innovation, And Infrastructure for Sustainable Cities and Communities"*, 1-9. <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.33>
- Ardila, J.G., Ardila. M.I., Rodríguez, D. e Hincapié, D.A. (2016). La gerencia del mantenimiento: una revisión. *Dimensión Empresarial* 14(2), 127-142
- Asalde, A. A. (2018). *Sistema web para la gestión de mantenimiento de flotas en la empresa de servicios de transporte BEKYS S.R.L.* [Tesis de grado]. Universidad Cesar Vallejo
- Beltrán, J. y Orozco, O. (2013). Propuesta de un plan de mantenimiento para aplicar a la flota de vehículos de la Universidad Autónoma del Caribe. [Tesis de grado]. Universidad Autónoma del Caribe <http://repositorio.uac.edu.co/bitstream/handle/11619/814/Articulo.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

- Cabrera, A., Viego, N. y Rodríguez, P. A. (2017). Gestión de mantenimiento en flotas de transporte como soporte al servicio de catering de aerolíneas en Cuba. *Avances en psicología latinoamericana*.
https://www.researchgate.net/publication/321170930_Gestion_de_mantenimiento_en_flotas_de_transporte
- Chile, M. P. (2020, febrero 11). ¿Qué es un CMMS / Software de mantenimiento? MPSoftware Chile. https://mpsoftware.cl/que-es-un-cmms-software-de-mantenimiento/?gclid=CjwKCAjwpKyYBhB7EiwAU2Hn2YVKdF4UPJgbLWIIw03-IMaqCjoF_HWzNiZJ_4vadtT8ShgipAlozxoCgfoQAvD_BwE
- Cutipa, G. (26 de diciembre del 2020). Investigación científica. *¿Qué es una muestra grande y pequeña en estadística?* <https://guidocutipa.blog.bo/investigacion/que-es-una-muestra-grande-y-pequena-en-estadistica/>
- Dávila, N. C. (2020). *Implementar gestión del mantenimiento para una flota de vehículos de una empresa de transporte de personas con operaciones en la sierra central del Perú*. [Tesis de grado]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas
- Díaz, T. J. S. (2015). *Propuesta de gestión de mantenimiento para una flota de transporte terrestre*. [Tesis de grado]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas
- Editorial Grudemi (2019). Muestreo por conveniencia. Recuperado de Enciclopedia Económica (<https://enciclopediaeconomica.com/muestreo-por-conveniencia/>). Última actualización: mayo 2021.
- Espinel, E. E., Hernández, J. C. y Velásquez, T. (2016). Programa de gestión de mantenimiento para una flota de vehículos de transporte de productos avícolas. *Revista Ingenio*, 11(1), 9-18.
- Esteban, N. (2018). Tipos de Investigación. *Repositorio Institucional USDG*, 1-4.
<http://resultados.usdg.edu.pe/handle/USDG/34>

- Estrada, M.Y. (2017). *Aplicación del mantenimiento productivo total (TPM) para mejorar la productividad en el área de mantenimiento en la empresa Corporación Logística y Transporte S.A.C., Lima, 2016* [Tesis de grado]. Universidad Cesar Vallejo
- Euroinnova Business School. (2022, agosto 4). ingeniero en nanotecnología y ciencias químicas. Euroinnova Business School. <https://www.euroinnova.pe/blog/que-es-ti-en-una-empresa>
- Fernández, E. (2018). *Gestión de Mantenimiento: Lean Maintenance y TPM* [Tesis de Postgrado]. Universidad de Oviedo
- Flores, M., Medina, D., Vargas, D., y Remache, B. (2020). Asignación de modelos de mantenimiento basado en la criticidad y disponibilidad del equipo. *Número Especial "IV Encuentro Internacional Ciencia, Tecnología e Innovación Indoamérica 2020"*, 9(4), 27-34. <http://dx.doi.org/10.33210/ca.v9i4.340>
- García, E. A., Neto, J. E., da Cruz, R. W., del Río, D. G., y Barreda, E. R. Análisis de indicadores de mantenimiento en motores y componentes de vehículos de transporte colectivo en la ciudad de Manaus. *Acta mechanica et mobilitatem*, 2017, v. 2, pp. 52-57. <http://amm.demec.ufmg.br/index.php?journal=revista&page=article&op=view&path%5B%5D=30&path%5B%5D=32>
- Goitia, S., Sáenz-de-Lacuesta, S. y Bilbao, M. (2008). Implantación de sistemas de información empresarial. *El profesional de la información*, 17(5), pp. 540-545.
- Guerra, E. y Montes de Oca, A. (2018). Relación entre la productividad, el mantenimiento y el reemplazo del equipamiento minero en la gran minería. *Boletín de ciencias de la tierra*, 45, 14-21. <https://doi.org/10.15446/rbct.n45.68711>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a. ed.). McGraw-Hill.

López, J., Trinchet, C. A., Pérez, R., y Vargas J. (2021). Procedimiento para evaluar el mantenimiento en una flota de transporte de combustibles por carretera. *Ingeniería mecánica*. 24(1), 1-14.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59442021000100001

Márquez, M., (2010). *Manual de ingeniería de la calidad*.

<https://www.slideshare.net/mrpayasin/gestionmantenimiento>

Moreno-Cevallos, J., y Dueñas-Holguín, B. (2018). Sistemas de información empresarial: la información como recurso estratégico. *Dominio de las Ciencias*, 4(1), 141-154.

<http://dx.doi.org/10.23857/dc.v4i1.728>

Oncebay Vera, J. (2020). Sistemas de información en Pymes: una revisión de la literatura científica. [Tesis de grado]. Universidad Privada del Norte

Ortiz Sánchez, Y., Mesa Grajales, D. & Pinzón, M. (2006). La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. *Scientia Et Technica*, XII (30),155-160.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84920491036>

Ortiz Useche, A., Rodríguez Monroy, C., & Izquierdo, H. (2013). Gestión de mantenimiento en pymes industriales. *Revista venezolana de gerencia*, 18(61), 86–104.

<https://doi.org/10.31876/revista.v18i61.11005>

Paredes, J. J. (2019). *Sistema de gestión del mantenimiento en base al TPM para aumentar la disponibilidad de la maquinaria pesada en la empresa UNIMAQ s.a.* [Tesis de grado]. Universidad Cesar Vallejo

Penabad, L., Iznaga, A. M., Rodríguez, P. A., y Cazañas, Caridad. (2016). Disposición y disponibilidad como indicadores para el transporte. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 25(4), 64-73. <https://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.16118.19522>

- Pérez, F. (2021). *Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial*. Ediciones USTA <https://ediciones.usta.edu.co/index.php/publicaciones/ingenieria-y-tecnologia/conceptos-generales-en-la-gesti%C3%B3n-del-mantenimiento-industrial-detail>
- Portal, E., & Salazar, P. C. (2016). *Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en la gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad operativa de los equipos de movimiento de tierras en la empresa Multiservicios Punre S.R.L, Cajamarca 2016* [Tesis de grado]. Universidad Privada del Norte
- Razuri Guanilo, J.C., & Ventura Llanos, E. (2020). *El mantenimiento en el siglo XXI*. [Tesis de grado]. Universidad Privada del Norte
- Rubio, W.A. (2019). *Plan de mantenimiento preventivo para la flota de maquinaria pesada y vehículos administrativos del municipio de Motavita* [Tesis de grado]. Universidad Santo Tomás Seccional
- Ruiz, S. W. (2018). *Sistema de gestión de mantenimiento basado en el análisis de modo y efecto de falla para mejorar la disponibilidad de la flota en la empresa Chimú Agropecuaria S.A* [Tesis de grado]. Universidad Cesar Vallejo
- Tamayo, J., Guillén, J., Villar, L., Díaz, A., y Baste, J. (2017). Análisis de la indisponibilidad de la flota de transporte escolar de la Universidad Técnica de Manabí. *Aporte Santiaguino*, 8(2), 241-252. <https://doi.org/10.32911/as.2015.v8.n2.229>
- Vargas, Z.R. (2009). La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, 33 (1),155-165. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>
- Villar, C.A. (2018). *Sistema de gestión de mantenimiento para flota de camiones Komatsu 70-6 para trabajo en condiciones de altitud superior a los 3500 msnm*. [Tesis de grado]. Universidad Cesar Vallejo

IX. ANEXOS

Anexo A


Matriz de consistencia

| Problema | Objetivo | Hipótesis | Variable Independiente | Indicador | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---------------------------|---|-------------|--------|------------------|-----------------------|---|------|---|------------------|---|------------|---|------------------|--------------------------|------------|---|------------------|-------------------------|------------|---|------------------|--------------------------|------------|---|------------------|-------------------------|------------|---|------------------|
| General | General | General | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ¿En qué medida, el uso de un sistema de información basado en TPM, contribuye a mejorar la gestión del mantenimiento vehicular en una empresa de transporte de mercancías? | Determinar en qué medida, el uso de un sistema de información basado en TPM, contribuye a mejorar la gestión del mantenimiento vehicular en una empresa de transporte de mercancías. | El uso de un sistema de información basado en TPM, contribuye a mejorar la gestión del mantenimiento vehicular en una empresa de transporte de mercancías. | Sistema de información | Presencia_Ausencia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Problemas Específicos | Objetivos Específicos | Hipótesis Específicas | Variable Dependiente | Indicadores | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a. ¿En qué medida, el uso de un sistema de información basado en TPM, contribuye a mejorar la distribución por tipos de mantenimiento vehicular en una empresa de transporte de mercancías? | a. Determinar en qué medida, el uso de un sistema de información basado en TPM, contribuye a mejorar la distribución por tipos de mantenimiento vehicular en una empresa de transporte de mercancías. | a. El uso de un sistema de información basado en TPM, contribuye a mejorar la distribución por tipos de mantenimiento vehicular en una empresa de transporte de mercancías. | Gestión del mantenimiento | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Índice</th> <th>Unidad de Medida</th> <th>Unidad de Observación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Actividades de Mantenimiento Correctivo</td> <td><=20</td> <td>%</td> <td>Registro Digital</td> </tr> <tr> <td>Actividades de Mantenimiento Preventivo</td> <td>[80 - 100]</td> <td>%</td> <td>Registro Digital</td> </tr> <tr> <td>Índice de Mantenibilidad</td> <td>[80 - 100]</td> <td>%</td> <td>Registro Digital</td> </tr> <tr> <td>Índice de Confiabilidad</td> <td>[80 - 100]</td> <td>%</td> <td>Registro Digital</td> </tr> <tr> <td>Índice de Disponibilidad</td> <td>[80 - 100]</td> <td>%</td> <td>Registro Digital</td> </tr> <tr> <td>Productividad Operativa</td> <td>[90 - 100]</td> <td>%</td> <td>Registro Digital</td> </tr> </tbody> </table> | Descripción | Índice | Unidad de Medida | Unidad de Observación | Actividades de Mantenimiento Correctivo | <=20 | % | Registro Digital | Actividades de Mantenimiento Preventivo | [80 - 100] | % | Registro Digital | Índice de Mantenibilidad | [80 - 100] | % | Registro Digital | Índice de Confiabilidad | [80 - 100] | % | Registro Digital | Índice de Disponibilidad | [80 - 100] | % | Registro Digital | Productividad Operativa | [90 - 100] | % | Registro Digital |
| Descripción | Índice | Unidad de Medida | | Unidad de Observación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Actividades de Mantenimiento Correctivo | <=20 | % | | Registro Digital | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Actividades de Mantenimiento Preventivo | [80 - 100] | % | | Registro Digital | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Índice de Mantenibilidad | [80 - 100] | % | | Registro Digital | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Índice de Confiabilidad | [80 - 100] | % | | Registro Digital | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Índice de Disponibilidad | [80 - 100] | % | | Registro Digital | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Productividad Operativa | [90 - 100] | % | | Registro Digital | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| b. ¿En qué medida, el uso de un sistema de información basado en TPM, contribuye a mejorar las funciones paramétricas del mantenimiento vehicular en una empresa de transporte de mercancías? | b. Determinar en qué medida, el uso de un sistema de información basado en TPM, contribuye a mejorar las funciones paramétricas del mantenimiento vehicular en una empresa de transporte de mercancías. | b. El uso de un sistema de información basado en TPM, contribuye a mejorar las funciones paramétricas del mantenimiento vehicular en una empresa de transporte de mercancías. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| c. ¿En qué medida, el uso de un sistema de información basado en TPM, contribuye a incrementar la productividad operativa vehicular en una empresa de transporte de mercancías? | c. Determinar en qué medida, el uso de un sistema de información basado en TPM, contribuye a incrementar la productividad operativa vehicular en una empresa de transporte de mercancías. | c. El uso de un sistema de información basado en TPM, contribuye a incrementar la productividad operativa vehicular en una empresa de transporte de mercancías. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipo de Investigación | Muestra | Técnica e Instrumentos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| - Tipo: Aplicada. - Enfoque: Cuantitativo. - Nivel: Explicativo. - Diseño: Cuasi Experimental. | - Población (N): 49 unidades. - Habiendo recurrido a un muestreo no probabilístico por conveniencia, se realizó la selección no aleatoria de vehículos Volvo FH. - Muestra (n): 30 unidades. | - Observación → Dispositivos de captura de imágenes y audio. - Inspección de campo → Formatos de trabajo diario. - Revisión documental → Recursos técnicos / tecnológicos diversos. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Anexo B

Orden de trabajo (OT)

| JP Logística | | N° <input style="width: 50px;" type="text"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|---------------|----------|----|------------|----|------------|-----|------------|-----|-------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| ORDEN DE TRABAJO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA: <input style="width: 60px;" type="text"/> | PLACA: <input style="width: 60px;" type="text"/> | MARCA: <input style="width: 60px;" type="text"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| KILOMETRAJE: <input style="width: 60px;" type="text"/> | TIPO: <input style="width: 60px;" type="text"/> | COLOR: <input style="width: 60px;" type="text"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MANTENIMIENTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MANTENIMIENTO: <input style="width: 60px;" type="text"/> | OPERARIO(S): <input style="width: 100px;" type="text"/> | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">MANTENIMIENTO</th> </tr> <tr> <td>P:</td> <td>Preventivo</td> </tr> <tr> <td>C:</td> <td>Correctivo</td> </tr> <tr> <td>PR:</td> <td>Predictivo</td> </tr> <tr> <td>OP:</td> <td>Oportunidad</td> </tr> </table> | MANTENIMIENTO | | P: | Preventivo | C: | Correctivo | PR: | Predictivo | OP: | Oportunidad | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MANTENIMIENTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P: | Preventivo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C: | Correctivo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PR: | Predictivo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OP: | Oportunidad | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| H. INICIO: <input style="width: 60px;" type="text"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| H. FIN: <input style="width: 60px;" type="text"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TRABAJO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SISTEMA: <input style="width: 60px;" type="text"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ALMACEN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Descripción</th> <th style="width: 15%;">Marca</th> <th style="width: 15%;">Modelo</th> <th style="width: 10%;">Cantidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table> | Descripción | Marca | Modelo | Cantidad | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Descripción | Marca | Modelo | Cantidad | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <hr style="width: 150px; margin: 0 auto;"/> <p>FIRMA DE OPERARIO(S)</p> | <hr style="width: 150px; margin: 0 auto;"/> <p>FIRMA DEL JEFE DE AREA</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |


Fuente: Elaboración propia.

Su utilización fue dada para el registro de mantenimientos en función de lo requerido; para el cierre del mismo, se requirió en primera instancia, de la conformidad de la intervención

realizada al vehículo in situ por el supervisor de mantenimiento para su posterior formalización con las firmas del personal operativo a cargo y gerente de área.

Anexo C

Hoja de ruta


|  HOJA DE RUTA EMPRESA DE TRANSPORTES JP LOGISTICA S.A.C | | | |
|--|--------|-----------------------------|---------------|
| CONFIGURACIÓN: PLACA SEMITRÁILER: PLACA CARRETA: | | | |
| FECHA DE VIAJE: HORA DE SALIDA: HORA DE LLEGADA: | | | |
| DATOS GENERALES : | | | |
| RUTA: <input type="text"/> | | | |
| NOMBRES Y APELLIDOS DEL CONDUCTOR | | LICENCIA DE CONDUCIR | |
| <input type="text"/> | | <input type="text"/> | |
| ACTIVIDAD EN RUTA | HORA | | OBSERVACIONES |
| | INICIO | TERMINO | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| _____ CONDUCTOR | | _____ OPERACIONES | |

Fuente: Elaboración propia.

El presente formato, fue entregado a los conductores previo al desarrollo del servicio de transporte para su llenado en función de las actividades que fueron realizadas durante su trayecto; además, de haberse reportado con el área de monitoreo permitiéndoles constatar sus respectivas ubicaciones a través del software TrackLog.

Anexo D

Distribución de tiempos de trabajo por vehículo

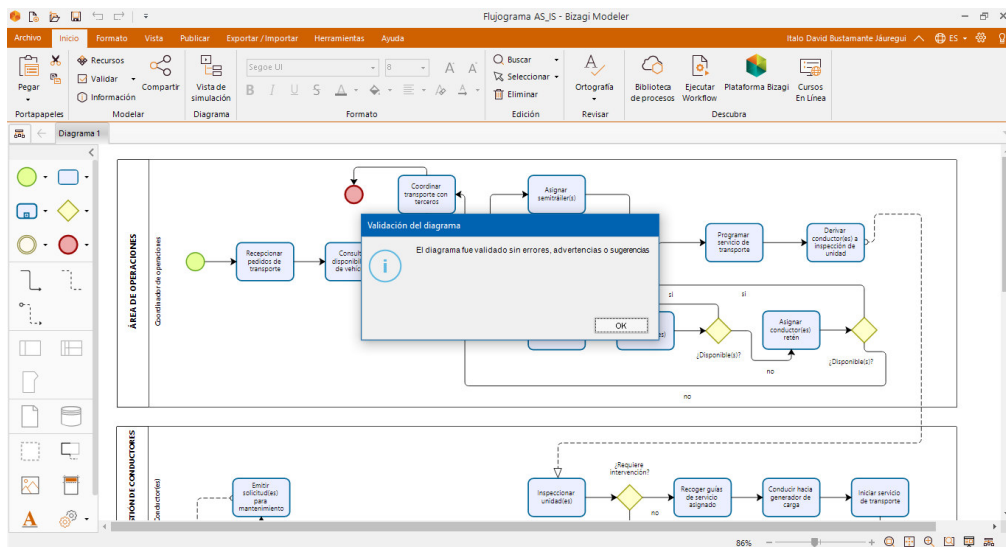
|  DISTRIBUCIÓN DE TIEMPOS DE TRABAJO POR VEHÍCULO EMPRESA DE TRANSPORTES JP LOGISTICA S.A.C | | | | |
|---|-----------|--------------------------|-------------------|------------------------|
| DIA | TIEMPOS | | | |
| | TRABAJADO | MANTENIMIENTO PROGRAMADO | REFRIGERIO CHOFER | PARADAS NO PROGRAMADAS |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |
| 11 | | | | |
| 12 | | | | |
| 13 | | | | |
| 14 | | | | |
| 15 | | | | |
| 16 | | | | |
| 17 | | | | |
| 18 | | | | |
| 19 | | | | |
| 20 | | | | |
| 21 | | | | |
| 22 | | | | |
| 23 | | | | |
| 24 | | | | |
| 25 | | | | |
| 26 | | | | |
| 27 | | | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |
| 31 | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

La información proporcionada por los registros de mantenimiento y hojas de ruta fue de suma necesidad para completar el presente formulario. Concluida su consolidación, se calcularon los índices de Mantenibilidad, Confiabilidad y Disponibilidad por unidad de transporte, asimismo, la unidad de medida fue en horas.

Anexo E

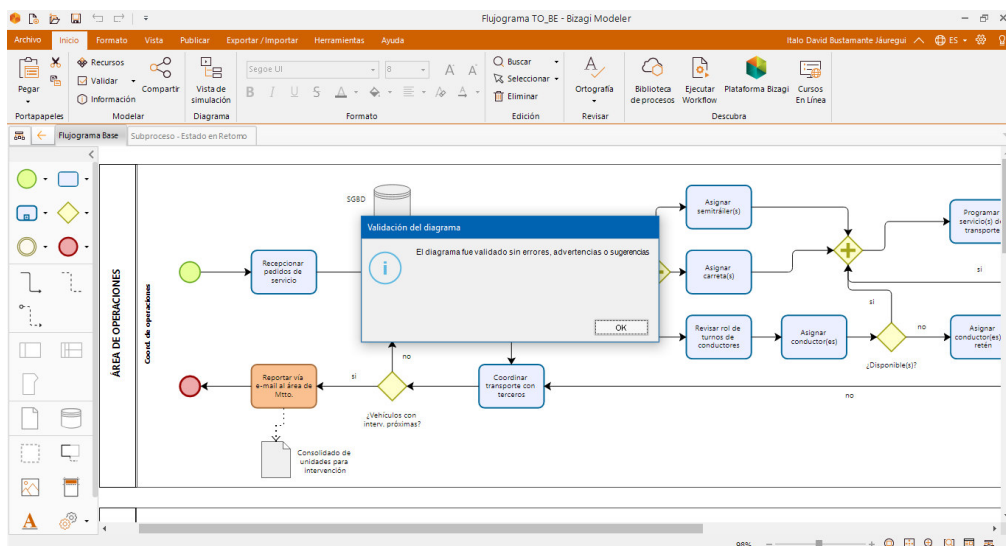
Validación de diagrama de flujo sobre sistematización de actividades (AS-IS)



Nota. Se garantiza que el modelado de actividades realizado cumple satisfactoriamente con la aplicación de BPMN 2.0.

Anexo F

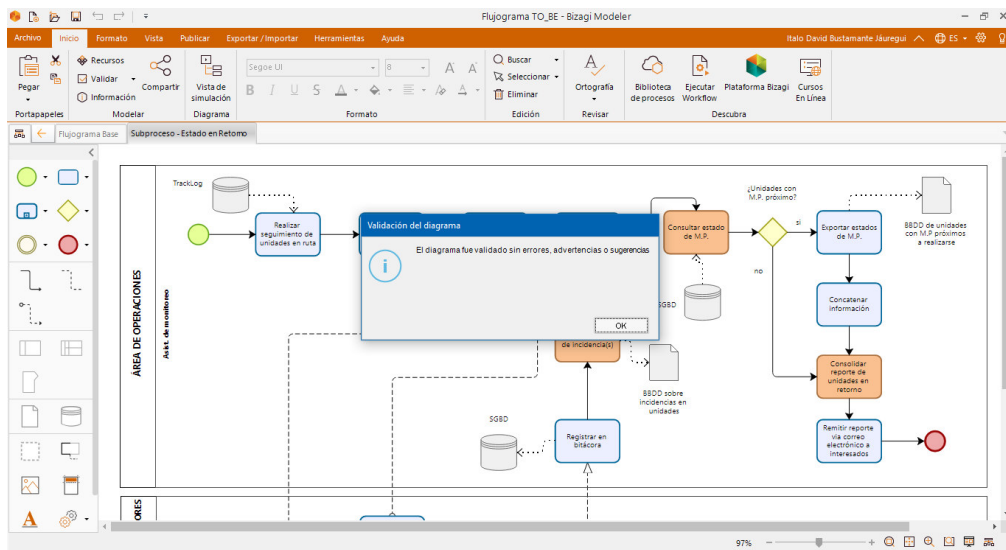
Validación de diagrama de flujo sobre documentación de procesos propuesto (TO-BE)



Nota. Se garantiza que el modelado de actividades realizado cumple satisfactoriamente con la aplicación de BPMN 2.0.

Anexo G

Validación de sub proceso documentado propuesto (TO-BE)



Nota. Se garantiza que el modelado de actividades realizado cumple satisfactoriamente con la aplicación de BPMN 2.0.