

Mantenimiento productivo total para incrementar la disponibilidad de una flota de buses de una empresa de transportes, Trujillo 2024

Cesar E SANTOS GONZALES

La Libertad-Universidad Privada del Norte
Trujillo, 13011, Perú

Carlos E MENDOZA OCAÑA

La Libertad-Universidad Privada del Norte
Trujillo, 13011, Perú

Geraldine J. ARQUEROS MENDOCILLA

La Libertad-Universidad Privada del Norte
Trujillo, 13011, Perú

RESUMEN: Como objetivo general se tuvo determinar el impacto del mantenimiento productivo total en la disponibilidad de una flota de buses de una empresa de transportes en Trujillo, 2024; teniendo como resultado que el impacto es positivo, debido a que esta se incrementó en 3.8 puntos porcentuales, es decir pasó de 80.9% a 84.7%. Se diagnosticó que la falta de un mantenimiento adecuado a los buses, falta de documentación de mantenimiento de las unidades y falta de capacitación al área de mantenimiento eran las causas de la baja disponibilidad de los buses, lo cual resultó en una pérdida de S/. 2,199,085 anuales. Referente al desarrollo de la propuesta se incluyó el uso de herramientas como el TPM, la gestión de la documentación y el plan de capacitación para el área de mantenimiento, esto generó un beneficio de S/. 480,534 al año. En la evaluación económica se determinó que la propuesta de mantenimiento productivo total es rentable, puesto que se tuvo un VAN de S/ 86,449.03, un TIR de 34%, un B/C de 1.4 y un PRI de 2.88 meses.

Palabras Claves: Mantenimiento, disponibilidad, flota, transporte, indicadores

Total productive maintenance to increase the availability of a fleet of buses of a transportation company, Trujillo 2024

ABSTRACT: The general objective was to determine the impact of total productive maintenance on the availability of a fleet of buses of a transportation company in Trujillo, 2024; The result is that the impact is positive, because it increased by 3.8 percentage points, that is, it went from 80.9% to 84.7%. It was diagnosed that the lack of adequate maintenance of the buses, lack of maintenance documentation for the units and lack of training in the maintenance area were the causes of the low availability of the buses, which resulted in a loss of S/. 2,199,085 annually. Regarding the development of the proposal, the use of tools such as TPM, documentation management and the training plan for the maintenance area were included, this generated a benefit of S/. 480,534 a year. In the economic evaluation, it was determined that the total productive maintenance proposal is profitable, since it had an NPV of S/ 86,449.03, an IRR of 34%, a B/C of 1.4 and a PRI of 2.88 months.

Keywords: Maintenance, availability, fleet, transportation, indicators

I. INTRODUCCIÓN

La informalidad y falta de mantenimiento se está convirtiendo en un problema en la industria del transporte de pasajeros, comprometiendo la seguridad y calidad del servicio. Actualmente existe un sistema informal de transporte interprovincial integrado por conductores que manejan automóviles y minivans que trasladan ilegalmente pasajeros, siempre y cuando empleen este servicio para llegar rápidamente a sus destinos. Asimismo, aunque en el mercado hay diversas compañías autorizadas para prestar el servicio de transporte interprovincial, el 89% de ellas se encuentran en la informalidad, ya que no siguen las normas básicas de las leyes de administración del transporte.

Por otra parte, [1] señaló que es clara la existencia de conductores informales, lo que se traduce en pérdidas monetarias para las empresas formales, así como el riesgo constante de inseguridad para quienes utilizan estos transportes, generando preocupación debido a que estas empresas informales no se apegan a las directrices mínimas, como la de dar un servicio de calidad y seguro para los usuarios, por ello se requiere de infraestructura apropiada como talleres de mantenimiento que aseguren el buen funcionamiento de los vehículos.

Además, [2] mencionan que, debido a que existen muchas opciones y una feroz competencia entre empresas de todos los tamaños y formalidades en el sector del transporte de pasajeros, las empresas de esta industria se ven obligadas a optimizar sus operaciones. De hecho, la Asociación Automotriz del Perú (AAP) declaró que las asociaciones que representan a esta industria se han agrupado para formar la alianza para la mejora del transporte terrestre en un esfuerzo por mejorar la industria, que representa el 9% del PIB del país y moviliza a los 30 millones de personas, por lo que su disponibilidad y operatividad de los autobuses son cruciales para una empresa de transporte; de hecho, la equivocación más frecuente que cometen las empresas es desatender el mantenimiento de las unidades, llevándolos al taller únicamente cuando se averían. Por este motivo, el mantenimiento debe considerarse una inversión y no como un gasto.

Por lo tanto, en los últimos años la competencia internacional por conseguir mejores mercados empuja a las naciones a impulsar la productividad tecnológica en todos los procesos de producción, lo que a su vez reduce los costes al arreglárselas con menos trabajadores o corregir los fallos tecnológicos y es aquí donde el desarrollo arraiga a escala mundial, sin embargo, posterior a la crisis sanitaria el rubro manufacturero en el sector automotriz ha tenido un crecimiento importante a pesar del contexto, llegando a producir un 1.2% anual del ingreso per cápita de Colombia y el 2.3% del ingreso per cápita de Chile [3].

Dado que transporta más del 90% de las mercancías, el sector del transporte es crucial para nuestro progreso económico a escala nacional.

Así pues, el sector del transporte ha tenido una serie de cambios organizativos y económicos a escala nacional, que han hecho necesaria la búsqueda de la perfección en el servicio, la exploración de estrategias alternativas innovadoras y la introducción de metodologías y herramientas de vanguardia como el TPM [2].

A mediados del año 2021 hubo un incremento considerable del 6.7% de la industria manufacturera, y esto debido a la reactivación económica y en consecuencia al crecimiento de la demanda de productos [4], ya que los meses iniciales del año 2021 la industria manufacturera acopió 31% como crecimiento, siendo dividido este en el sector de la construcción (87.3%), pesca (16%), comercio (29.7%), energía (12%), minería (13.5%), y el sector agropecuario (1.3%) [4].

Para mediados del año 2022, el sector automotor tuvo un crecimiento del 4.41% según [5], considerando que la producción nacional ha ido en aumento de un 0.83% mensual, sin embargo, resaltó que a fines del año se estimaría una disminución con respecto a la venta de autopartes y accesorios de vehículos, más que todo por problemas logísticos que se han generado por problemas internacionales [6].

Por lo indicado, la presente investigación se desarrolló en una empresa del sector transporte de personal y carga, de la ciudad de Trujillo, esta empresa ha venido presentando baja disponibilidad de sus buses debido a inconvenientes en la gestión de mantenimiento como: falta de mantenimiento adecuado a los buses de la empresa de transportes, reportando en el 2023 un total de 1921 paros por fallas, provocando un tiempo total de reparaciones (TTR) de 11513 horas, que conllevó a una disponibilidad de los buses de 80.9%, y a una pérdida de S/. 1,714,922.05 anuales; falta de documentación de mantenimiento de las unidades, generado por un registro inadecuado de datos relevantes para que el mecánico pueda hacer una detección de la posible falla, generando pérdidas de S/ 11,412.40 anuales, siendo entre otras fallas, la falta de habilidades técnicas de los responsables del mantenimiento para detectar y prevenir las fallas habituales, generando pérdidas por mantenimiento externo de S/. 472,750 anuales, equivalentes a 495 fallas en total.

[7], en su investigación presentaba problemas como la ausencia de un mantenimiento adecuado de los equipos, frecuentes mantenimientos correctivos, presencia de averías y daños de los equipos, entre otros, los cuales afectaron la disponibilidad y conllevaron a tener una pérdida de \$850 mensuales; por lo cual se tuvo como objetivo aplicar TPM para el mejoramiento de los procesos operativos, ante ello la herramienta aplicada fue el Mantenimiento Productivo Total, con el cual se pudo tener un aumento de la disponibilidad del 15.3%, ya que pasó de 71.3% a 86.6% luego de la aplicación realizada, así como un beneficio de \$420 mensuales.

[8], identificó en su investigación los problemas como alta rotación del personal de mantenimiento, inadecuado mantenimiento correctivo y preventivo, ausencia de capacitación del personal de mantenimiento, lo que conllevó a tener una baja disponibilidad de los vehículos; por lo cual se tuvo como objetivo diseñar un modelo de gestión de TPM para el parque automotor de vehículos livianos; ante ello las herramientas aplicadas fueron el TPM, 5s, kaizen y el indicador OEE con las cuales se pudo tener un incremento de la disponibilidad del 21.42% ya que inicialmente la disponibilidad fue de 64.29% y luego fue de 85.71%.

[9], identificó en su investigación problemas como el incumplimiento del mantenimiento de los vehículos, gran cantidad de mantenimientos correctivos y un inadecuado mantenimiento preventivo, los cuales conllevaron a tener una pérdida de \$62.200.000; por lo cual se tuvo como objetivo elaborar un modelo de mejora para la gestión del mantenimiento en el programa de lubricación, basado en el TPM para la flota de vehículos de la empresa de estudio; ante ello las herramientas aplicadas fueron el TPM y KPI's de gestión de mantenimiento con las cuales se pudo tener un incremento de la disponibilidad del 24% (donde la disponibilidad inicial fue 72% y la final fue 96%), así como un beneficio de \$60.812.614. En relación a la evaluación económica, esta demostró la rentabilidad de la propuesta ya que se tuvo como resultado un VAN de \$748.800.000 y un B/C de \$2 lo que demostró la rentabilidad del proyecto.

Por lo indicado, se propone el problema: ¿Cuál es el impacto del mantenimiento productivo total en la disponibilidad de una flota de buses de una empresa de transportes en Trujillo, 2024? Y como objetivo general: Determinar el impacto del mantenimiento productivo total en la disponibilidad de una flota de buses de una empresa de transportes; y específicos: Diagnosticar la situación actual de las causas de la baja disponibilidad de una flota, Desarrollar la propuesta de mantenimiento productivo total, Realizar una evaluación económica de la propuesta, siendo su hipótesis: El mantenimiento productivo total incrementará la disponibilidad en una flota de buses de una empresa de transportes.

II. METODOLOGÍA

La investigación fue aplicada, que de acuerdo con [10], se centra en la aplicación práctica de los conocimientos obtenidos y busca solucionar inconvenientes concretos o mejorar escenarios específicos reales, siendo su enfoque cuantitativo, porque se basa en la compilación y el análisis de datos numéricos para entender, describir y explicar fenómenos y relaciones.

Su objetivo principal fue diseñar estrategias para reducir los costos en el sector transporte mediante la utilización de herramientas de mejora en la ingeniería. La población y muestra fueron los procesos mantenimiento de la flota de buses de una empresa de transportes, ya que según [11], la población es el conjunto de cosas o personas que tienen un rasgo similar y son objeto de investigación y la muestra es un subconjunto selecto de la población que se estudia para hacer deducciones o generalizaciones sobre la población más amplia.

Seguidamente, se describen las técnicas que fueron empleadas para lograr recolectar la información la cual fue importante para el diagnóstico inicial y posterior desarrollo de herramientas.

TABLA I
TECNICAS E INSTRUMENTOS

Técnica	Objetivo	Aplicación	Criterio	Instrumentos
Análisis documental	Recolectar información del área de mantenimiento	Base de datos del área de mantenimiento	Datos del 2023	Ficha de recolección de datos. Excel
Observación de campo	Analizar los procesos mantenimiento.	Observación y registro del proceso de mantenimiento	Se hizo 2 observaciones de 1 hora.	Ficha de observación. Excel

Además se utilizaron las herramientas diagrama Ishikawa y Matriz de Indicadores que mediante hojas de cálculo Excel, permitieron organizar todas las causas identificadas para tener un panorama real de las actividades, sus procesos y proponer las herramientas de ingeniería a utilizar

TABLA II
CAUSAS RAICES PRIORIZADAS

Causa Raíz	Descripción
Cr1	Falta de un mantenimiento adecuado a los buses
Cr2	Falta de documentación de mantenimiento de las unidades
Cr3	Falta de capacitación al área de mantenimiento

III. RESULTADOS

Identificadas las causas raíces a solucionar, se presenta la monetización inicial referida a los costos generados por falta de disponibilidad de unidades de transporte, así como las herramientas de mejora propuestas:

TABLA III
HERRAMIENTAS DE MEJORA PROPUESTAS

Causa Raíz	Costo Inicial S/	Herramienta de Mejora
Cr1	1,714,922.00	Mantenimiento Productivo Total (TPM)
Cr2	11,412.40	Gestión de la documentación
Cr3	472,750.30	Capacitación para el área de mantenimiento.
Total	2,199,084.70	

CR1: Falta de un mantenimiento adecuado a los buses

Debido a la falta de mantenimiento adecuado a los buses de la empresa de transportes, se tuvo en el 2023 un total de 1921 paros por fallas, teniendo así un tiempo total de reparaciones (TTR) de 11513 horas, esto conllevó a una disponibilidad del 80.9%, representando una pérdida de S/. 1,714,922.05 anuales, como se muestra en la tabla siguiente:

TABLA IV
DISPONIBILIDAD 2023 - COSTOS GENERADOS

Indicadores	Actual
TTF(h)	50083
TTR(h)	11513
Nº Paradas o fallas	1921
MTBF	26
MTTR	6
Disponibilidad	80.9%
Pérdida por falta de mantenimiento preventivo	S/. 1,714,922.05

Actividades previas al desarrollo de los pilares del TPM

Compromiso de la alta dirección: El director general de la empresa de transporte debe comprometerse a proporcionar las facilidades necesarias para la implantación del plan de mantenimiento, apoyado en el enfoque de TPM, para las unidades de transporte.

Designar al responsable del mantenimiento, como orientador empresarial y líder de la propuesta, quien trabajará junto al personal de mantenimiento y operaciones para coordinar la supervisión y la ejecución del plan de mantenimiento, siguiendo las directrices del TPM.

Con la información de los buses de la empresa, se realizará un proceso de priorización para conocer qué vehículos serán objeto de intervención, basados en los criterios: nivel de empleo, costo de mantenimiento, facilidad de mantenimiento e importancia para las operaciones de la empresa.

Teniendo como resultado, un total de 6 vehículos indispensables para realizar las operaciones de la empresa. Con ello, se sientan las bases para construir el plan de Mantenimiento Productivo Total.

Diagnóstico del estado actual de las unidades de transporte

Se propone un formato para recopilar datos originales de las unidades de transporte con el fin de evaluar su estado. Estos datos están referidos al diseño, al expediente de funcionamiento y de mantenimiento de los vehículos.

FORMATO REGISTRO DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE			
Unidad de transporte: _____		Marca: _____	
Modelo: _____		Serie: _____	
Fecha de fabricación: _____		Fecha de compra: _____	
Detalle de especificaciones de modificaciones			
Fecha	Especificaciones del vehículo	Condiciones de funcionamiento	
Detalle de mantenimientos			
Fecha	Servicio habitual	Mantenimiento	Fallas

Fig. 1. Formato de registros de las unidades de transporte

Limpieza y verificación

Es esencial practicar regularmente la limpieza las unidades de transporte [12], para realizarlo adecuadamente, se debe contar con los materiales necesarios para cada componente de las unidades. Además, la limpieza de realizarse buscando: eliminar el polvo y los desechos; detectar anomalías como pequeñas imperfecciones, zonas propensas a la contaminación y orígenes de problemas de funcionamiento; Retirar los elementos que no se utilicen o que sean superfluos.

Identificar las anomalías

Durante el proceso de limpieza, es responsabilidad del personal informar de cualquier anomalía descubierta en la unidad de transporte. Estas anomalías se clasifican en cuatro grupos, se muestran en la tabla siguiente:

TABLA V
TIPOS DE ANOMALIAS

Tipos de anomalías	Detalle
Deficiencias menores	Contaminación
	Desperfectos
	Anchoras
	Fenómenos no convencionales
	Adherencia
Falta de cumplimiento de condiciones	Engrase/lubricación
	Entrada del lubricante
	Señales del nivel de aceite
	Ajuste
Fuente de contaminación	Lubricante
	Fluidos
	Otros
Zonas no seguras	Pisos
	Iluminación
	Corredores
	Otros

Lubricación

Una lubricación adecuada es crucial para aumentar la longevidad y fiabilidad de las unidades de transporte, esto asegura un funcionamiento óptimo al impedir cualquier forma de deterioro. [13]. Por ello debe fomentarse a los empleados sobre la relevancia de la lubricación, aplicar inmediatamente lubricante a los vehículos que lo necesite, sustituir los lubricantes que se hayan visto contaminados, realizar el mantenimiento de las entradas de lubricante y medidores de nivel contaminados o deteriorados e inspeccionar todos los sistemas de lubricación automática para asegurarse de que funcionan adecuadamente.

Ajuste

Todo vehículo y pieza del mismo incorpora pernos, tornillos y tornillos, que sirven como componentes fundamentales de su estructura. El correcto funcionamiento de las unidades sólo se consigue ajustando correctamente sus componentes. Dado que el ajuste es crucial para el funcionamiento óptimo de los vehículos, se recomienda: ajustar y fijar firmemente los tornillos y tuercas sueltos, sustituir los tornillos y tuercas ausentes, excesivamente grandes, defectuosos o deteriorados

Elaboración de estándares de limpieza, lubricación y ajuste

Los estándares de mantenimiento de cada unidad establecerán criterios específicos para los procedimientos de limpieza, lubricación y ajuste. Utilizando estas herramientas, el personal será capaz de ejecutar todos los procedimientos y medidas necesarios para evitar la degradación de las unidades de transporte.

Orden de trabajo (OT)

Este formato proporciona indicaciones de trabajo exhaustivas para garantizar la preparación y el mantenimiento de las unidades. Estas órdenes de trabajo se crean en función de los intervalos y planes de mantenimiento especificados, como semanal, mensual o anual. A continuación se muestra modelo de OT propuesto

FORMATO ÓRDENES DE TRABAJO	
(Mantenimiento)	
Nº OT: _____	Fecha de inicio: _____
Unidad de transporte: _____	Fecha de término: _____
Modelo: _____	Plazo estimado: _____
Serie: _____	Tiempo real: _____
Kilometraje: _____	Tiempo de mantenimiento: _____
Nivel de prioridad: _____	
	Muy alto ☐ Alto ☐ Normal ☐ Baja ☐
Razón de OT	
Detalles	
Observaciones	
Encargado del trabajo	Jefe del área

Fig. 2. Formato de orden de trabajo

Mantenimiento planificado

El plan de mantenimiento proporciona información esencial sobre la frecuencia de los requisitos de control basados en los elementos o sistemas específicos que deben examinarse. Por ello se sugiere implantar un plan de mantenimiento destinado específicamente a facilitar la programación precisa de los materiales de reparación. La composición recomendada para el grupo de mantenimiento debería incluir un técnico eléctrico, un técnico mecánico, el asistente de mantenimiento y el conductor/operador encargado de la evaluación del vehículo.

Formación y adiestramiento

Para implantar con éxito este pilar, se diseña un plan de formación para el área de operaciones y de mantenimiento de la organización, adaptado a sus necesidades específicas de conocimientos y responsabilidades en el proceso de aplicación del TPM.

TABLA VI
CRONOGRAMA DE FORMACION DEL AREA DE OPERACIONES

Temario	Área a Capacitar	Fecha de Capacitación	Duración
Relación del Mantenimiento Productivo Total y mi trabajo	Operaciones	15/08/2024	1.5 horas
El vehículo asignado es responsabilidad del operador	Operaciones	22/08/2024	1.5 horas
Identificación de un buen mantenimiento de las unidades de transporte	Operaciones	29/08/2024	1.5 horas
Estandarización de las actividades de mantenimiento básico	Operaciones	05/09/2024	1.5 horas

Seguridad y medio ambiente

La organización emplea toda la señalización necesaria, de precaución, de emergencia y de otro tipo. Esté atento para identificar los peligros y riesgos que puedan poner en peligro el bienestar físico del personal.

Medio ambiente

A fin de prevenir cualquier daño al medio ambiente causado por el aceite o lubricantes cambiados, la empresa implementó una política de buenas prácticas de desechos contaminantes, donde se asegure que se deseché de forma adecuada esta clase de residuos.

Con el desarrollo del TPM se prevé minimizar el TTR de 11513 a 9247 horas, lo que permitirá elevar la disponibilidad de los buses de 80.9% a 84.7%, lo que redujo la pérdida de S/. 1,714,922.05 a S/. 1,377,888.66 anuales

CR2: Falta de documentación de mantenimiento de las unidades

Es importante registrar el histórico de cada mantenimiento, que permita rastrear el comportamiento de cada unidad y evaluar coordinaciones con el concesionario respectivo, con la finalidad de cooperar en

la mejora continua del servicio recibido por dicho proveedor. [14]. Se identificó la causa raíz falta de documentación de mantenimiento de unidades debido a que no se tiene un adecuado registro de datos relevantes para que el mecánico pueda hacer una detección de la posible falla, es por ello que en promedio se pierde 10 minutos/falla, lo que en 2023 representó una pérdida de tiempo de 320.17 horas, que el producto del costo por hora fue de S/35.65, provocó una pérdida de S/ 11,412.40.

TABLA VII
COSTOS POR FALTA DE DOCUMENTACION DE MANTENIMIENTO

Detalle	2023
Nº de fallas totales	1,921
Tiempo promedio de demora por falta de documentación de mantenimiento (min)	10
Tiempo total perdido en horas	320.17
Costo por hora de la empresa	S/ 35.65
Pérdida Total	S/ 11,412.40

Para mejorar la gestión documental de la empresa, se elaboraron formatos que ayudaran a registrar los problemas y a su vez organizarlos para un posterior análisis estadístico para resolver posibles fallas futuras de las unidades de transporte. Entre estos formatos se mencionan a: Reporte de entrada de vehículos a mantenimiento, Fichas técnicas de vehículos, Historial del mantenimiento de vehículos
Con el desarrollo e implementación de estos formatos propuestos se prevé minimizar el tiempo de atención por falla de 10 a 5 minutos, lo que permitirá aminorar la pérdida de S/11,412.40 a S/ 4,583.37 anuales, como se muestra en la siguiente tabla:

TABLA VIII
DETALLE DEL COSTO DE LA CR 2 MEJORADO

Descripción	Costo Inicial	Costo Mejorado
Nº de fallas totales	1921	1543
Tiempo promedio de demora por falta de documentación de mantenimiento (min)	10	5
Tiempo total perdido en horas	320.17	128.58
Costo por hora de la empresa	S/ 35.65	S/ 35.65
Pérdida total	S/ 11,412.40	S/ 4,583.37

CR3: Falta de capacitación al área de mantenimiento

Debido a que los responsables del área de mantenimiento no tenían las habilidades técnicas para anticiparse y detectar las fallas habituales, no pudieron solucionar todas las fallas de los buses, esto conllevó a una pérdida por mantenimiento externo de 495 fallas por un valor de S/. 472,750

TABLA IX
COSTO ANUAL POR MANTEBIMIENTOS EXTERNOS

Paradas o fallas	Fallas externas atendidas	% de fallas externas atendidas	Costo por mantenimiento externo
135	37.00	27.4%	S/. 35,390
133	32.00	24.1%	S/. 26,926
114	30.00	26.3%	S/. 26,926
125	34.00	27.2%	S/. 26,926
130	32.00	24.6%	S/. 26,926
144	37.00	25.7%	S/. 28,765
129	35.00	27.1%	S/. 39,890
134	34.00	25.4%	S/. 39,890
125	34.00	27.2%	S/. 39,890
143	36.00	25.2%	S/. 19,890
126	34.00	27.0%	S/. 39,890
124	33.00	26.6%	S/. 39,890
119	30.00	25.2%	S/. 29,511
125	29.00	23.2%	S/. 26,893
115	28.00	24.3%	S/. 25,146
Total	1921	495.00	25.8% S/. 472,750

Para solucionar esta causa raíz se elaboró un plan de capacitación para el personal de mantenimiento, con el siguiente contenido:

TABLA X
CONTENIDO TEMÁTICO

Temas	Contenido
La gestión de mantenimiento de unidades de transporte	Introducción a la gestión de mantenimiento Objetivo y beneficios de la gestión de mantenimiento Tipos de mantenimiento para las unidades de transporte Fundamentos clave para un buen mantenimiento
El mantenimiento preventivo en unidades de transporte	Introducción al mantenimiento preventivo Fundamentos clave del mantenimiento preventivo Metodología de aplicación del mantenimiento preventivo Casos prácticos de la implementación del mantenimiento preventivo
El mantenimiento autónomo en unidades de transporte	Introducción al mantenimiento autónomo Fundamentos clave del mantenimiento autónomo Metodología de aplicación del mantenimiento autónomo Casos prácticos de la implementación del mantenimiento autónomo
El mantenimiento productivo total en unidades de transporte	Introducción al mantenimiento productivo total Pilares del mantenimiento productivo total Metodología de aplicación del mantenimiento productivo total Total Casos prácticos de la implementación del mantenimiento productivo total

La formación técnica sobre la gestión del mantenimiento será concisa, y cada subtema durará 2 horas. Del mismo modo, se realizará en dos días distintos cada semana durante 3 meses. Por lo tanto, la iniciación tendrá lugar entre las horas de trabajo de martes y viernes.

Finalmente, aplicada las herramientas se obtuvieron los siguientes resultados respecto a los costos iniciales presentados:

TABLA XI
BENEFICIOS DE LA PROPUESTA

Causa Raíz	Costo Inicial S/	Costo Meta S/	Beneficio S/	Herramienta de Mejora
Cr6	1,714,922.00	1,377,889.00	337,033.00	TPM
Cr8	11,412.40	4,583.37	6,829.03	Gestión de la documentación
Cr2	472,750.30	336,078.80	136,671.50	Capacitación para el área de mantenimiento.
Total S/	2,199,084.70	1,718,551.17	480,533.53	

Además, luego de realizar la evaluación económica, considerando los flujos de efectivo luego de comparar los beneficios y costos necesario para la implementación de las herramientas propuestas e incluyendo un costo de oportunidad de la inversión de acuerdo al mercado, se obtuvieron los siguientes indicadores financieros, que confirman la viabilidad de la propuesta.

TABLA XII
INDICADORES FINANCIEROS

Indicadores	
TMAR	18.02%
VAN	S/. 86,449.03
TIR	34.00%
B/C	S/ 1.40

IV. DISCUSIONES

Se determinó el impacto del mantenimiento productivo total en la disponibilidad de una flota de buses de una empresa de transportes en Trujillo, 2024, confirmando que el TPM impacta positivamente sobre la disponibilidad de una flota de buses de la empresa de transporte, debido a que se logró incrementar en un 3.8%, es decir pasó de 80.9% a 84.7%, esto resulta trascendente porque la empresa es una mype que recién inicia su integración al uso de herramientas lean manufacturing, comprobándose así que el uso del TPM contribuye al incremento de la disponibilidad. De igual forma, fue corroborado por [8], quien en su investigación respecto al TPM logró un incremento de la disponibilidad del 21.42% ya que inicialmente la disponibilidad fue de 64.29% y luego fue de 85.71%; [7], quien con su diseño de TPM lograron un crecimiento de la disponibilidad del 18.4% (pasó de un 86.64% a un 93.70%; del mismo modo, [8], obtuvo un crecimiento de la disponibilidad del 0.21% (pasó de 94.93% a 95.14%); y finalmente, [9], logró un incremento de la disponibilidad de 85.4% a un 91.1% (+5.7%). De acuerdo a la información presentada, se puede afirmar que las empresas de transporte o de otro rubro pueden incrementar la disponibilidad de sus activos mediante el mantenimiento productivo total.

Se determinó que las causas de la baja disponibilidad fueron la falta de un mantenimiento adecuado a los buses, falta de documentación de mantenimiento de las unidades y falta de capacitación al área de mantenimiento, lo cual resultó en una pérdida de S/. 2,199,085 anuales. Esto demuestra que los problemas relacionados al mantenimiento de la flota de buses generan a pérdidas monetarias para la empresa. De igual forma, esto fue corroborado por: [7], quién encontró que las causas de la baja disponibilidad de un taller mecánico fueron la ausencia de un mantenimiento adecuado de los equipos, frecuentes mantenimientos correctivos, presencia de averías y daños de los equipos, entre otros, y conllevaron a tener una pérdida de \$850 mensuales; asimismo, [9],

determinó que el incumplimiento del mantenimiento de los vehículos y un inadecuado mantenimiento preventivo eran las causas de la baja disponibilidad, las cuales conllevaron a tener una pérdida de \$62.200.000. De acuerdo a la información presentada anteriormente, se entiende que los problemas relacionados al mantenimiento de los vehículos generan pérdidas económicas para las organizaciones.

Se desarrollaron las herramientas y su aplicación generó un ahorro de S/. 480,534 al año. Esto demuestra que el uso de diversas herramientas de mejora para el mantenimiento genera un beneficio económico importante para la empresa. De igual forma, esto fue corroborado por: [7], quien aplicaron como herramientas de mejora al TPM y el RCM, gracias a los cuales tuvieron un beneficio de S/ 416,464.80 anuales; asimismo, [2], desarrolló la metodología TPM como herramientas y obtuvo un beneficio de S/ 289,532.00 al año, entendiéndose entonces que las propuestas de TPM no solo mejoran la disponibilidad, sino que también traen consigo un beneficio monetario para las empresas.

Se propuso realizar una evaluación económica de la propuesta de mantenimiento productivo total para incrementar la disponibilidad en una flota de buses de una empresa de transportes, llegando a determinar que esta es rentable, puesto que se tuvo un VAN de S/ 86,449.03, un TIR de 34%, un B/C de 1.4 y un PRI de 2.88 meses. Demostrando que la propuesta de mantenimiento productivo total es rentable para la empresa de transporte. De igual forma, esto fue corroborado por: [2], puesto que tuvo un VAN de S/ 47,625.49 y TIR de 16.74%, lo cual evidenció la rentabilidad de la propuesta para la compañía; igualmente, [7], concluyó que su propuesta era rentable ya que tuvo un VAN de S/ 110,771.22 y una TIR de 30.10%. De acuerdo a la información presentada anteriormente, se entiende que las propuestas de mantenimiento productivo total son rentables para las empresas que las implementan, puesto que la inversión inicial se recupera en su totalidad.

V. CONCLUSIONES

Se determinó que el mantenimiento productivo total impacta positivamente sobre la disponibilidad de una flota de buses de la empresa de transportes, debido a que esta se incrementó en un 3.8%, es decir pasó de 80.9% a 84.7%.

Se diagnosticó la situación actual de las causas de la baja disponibilidad de una flota de buses, determinando que las causas de la baja disponibilidad fueron la falta de un mantenimiento adecuado a los buses, falta de documentación de mantenimiento de las unidades y falta de capacitación al área de mantenimiento, lo cual resultó en una pérdida de S/. 2,199,085 anuales.

Se desarrolló la propuesta de mantenimiento productivo total, la cual incluyó el uso de herramientas como el TPM, la Gestión de la documentación y la Capacitación

para el área de mantenimiento, su aplicación generó un beneficio de S/. 480,534 al año.

Se realizó una evaluación económica de la propuesta de mantenimiento productivo total con un horizonte de tiempo de 1 año, que mediante hojas de cálculo Excel, llegaron a determinar que esta es rentable, puesto que se tuvo un VAN de S/ 86,449.03, un TIR de 34%, un B/C de 1.4 y un PRI de 2.88 meses.

VI. REFERENCIAS

- [1] Verona, M., Dorta, J. Factores del crecimiento empresarial. Referencia a las pequeñas y medianas empresas. INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales, 2020, pp. 43- 56.
<https://www.redalyc.org/pdf/818/81802804.pdf>
- [2] Periche, A., & Mogollón, J. Incremento de la eficiencia de la flota de buses en una empresa de transporte interprovincial aplicando la Metodología de TPM. 2022, pp. 17-23.
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/671537/Periche_TA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [3] Alarco, G. La economía en tiempos de pandemia: Origen, reacciones y respuestas. 2023, pp. 94-106
https://faculty.up.edu.pe/ws/portalfiles/portal/53135321/20490_La_Economia_en_los_tiempos_de_pandemia_tarea_completo_hipervinculo_vf.pdf
- [4] Inei. Producción Nacional: Informe Técnico. 2022, pp. 11-15
<https://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/02-informe-tecnico-produccion-nacional-dic-2022.pdf>
- [5] Asociación Automotriz del Perú: Informe del Sector Automotor. 2022.
<https://aap.org.pe/informes-estadisticos/diciembre-2022/Informe-Diciembre-2022.pdf>
- [6] Diario Gestión. Formalizar a emprendedores permitiría incrementar recaudación a S/. 4200 millones al año. Diario Gestión. 2022
<https://gestion.pe/economia/formalizar-aemprendedores-permitiria-recaudar-hasta-s-4200-millones-al-ano-noticia/#:~:text=>
- [7] Moreira, O. La ausencia de un mantenimiento adecuado de los equipos, frecuentes mantenimientos correctivos. 2022, pp. 19-27
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22961/1/UPS-GT003900.pdf>
- [8] Vélez, D. Modelo de gestión de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para el parque automotor de vehículos livianos del gobierno autónomo descentralizado municipal de Azogues. Cuenca. Ecuador. 2021, pp. 4-6
<https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/10632/1/16219.pdf>
- [9] Barrera, Y. Modelo de mejora para la gestión del mantenimiento fundamentado en la metodología de TPM para el programa de lubricación de los

vehículos de la empresa Tisquesusa S.A asociada al grupo empresarial Inversiones Águila S.A. Tunja, Colombia. 2020, pp. 48-58.

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/28476/2020YadiraBarrera.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- [10] Zacarías, H., & Supo, J. Metodología de la Investigación Científica: Para Las Ciencias de la Salud y Las Ciencias Sociales. Independently Published. 2020, Amazon Services LLC - KDP Print US
- [11] Rodríguez, Y. Metodología de la investigación. México. 2020, pp. 86-91.
https://www.google.com.pe/books/edition/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n/x9s6EAAQBAJ?hl=es&gbpv
- [12] Acuña, J. Ingeniería de confiabilidad. Colombia: Instituto Tecnológico de Costa Rica. 2022, pp. 212-216.
https://www.google.com.pe/books/edition/Ingenier%C3%ADa_de_confiabilidad/QymbEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=0
- [13] Meneses. N., y Guzmán, J. Importancia de la mecánica ligera en el mantenimiento preventivo del vehículo. Polo del Conocimiento, 7(9), 1609-1625. 2022, pp. 114-116.
- [14] Duran, H. Manual de Mapeo de Procesos Con Gestión Documental Y Bpmn. (n.p.): Amazon Digital Services LLC - KDP Print US. 2022, pp. 154-157.
https://www.google.com.pe/books/edition/Manual_de_Mapeo_de_Procesos_Con_Gesti%C3%B3n/BxD3zgEACAAJ?hl=es