


El mantenimiento en la Empresa Provincial Integral de Transporte de Granma (Original)**Maintenance in the Integral Provincial Transport Company of Granma (Original)**

Alain de la Rosa Andino. Ingeniero Mecanizador Agropecuario. Doctor en Ciencias Técnicas Agropecuarias. Profesor Titular. Universidad de Granma. Bayamo. Granma. Cuba.

alainariel41@gmail.com 

Peltier Rossi Lino de Aguiar. Licenciando en Agronomía. Máster en Agroecología. Profesor Asistente. Instituto Superior Politécnico de Cuanza Sul. Cuanza Sul. Angola.

peltieraguiar@gmail.com 

Yordanka Aguilera Corrales. Licenciada en Educación en la especialidad de Inglés. Profesora Auxiliar. Universidad de Granma. Bayamo. Granma. Cuba. yaguilelac@udg.co.cu 

Recibido: 15-12-2021/ Aceptado: 26-03-2022

Resumen

El presente trabajo se realizó en la Empresa Provincial Integral de Transporte Granma. Se desarrolló con el objetivo de evaluar la calidad del mantenimiento técnico de los ómnibus Diana, mediante la utilización de los indicadores de clase mundial. Para este estudio se aplicó la metodología de cálculo de los indicadores de mantenimiento o también llamados índices de clase mundial, con el fin de determinar la calidad técnica de cinco ómnibus bajo las condiciones de trabajo u operación de los mismos, así como la calidad en el mantenimiento aplicado a estos equipos para la mejora del desempeño técnico de cada uno. En el mismo se aplican las fórmulas correspondientes que permiten revelar la calidad de los servicios técnicos realizados, y sobre la base de dicha información, emitir criterios evaluativos acerca de la gestión de la función mantenimiento en la mencionada entidad. Esencialmente se tienen en cuenta el tiempo medio para la reparación, la disponibilidad técnica y el costo de mantenimiento por facturación, entre

otros. Dentro de los principales resultados se destaca la disponibilidad por equipo, con unos valores promedios aceptables para cada año estudiado. De igual modo, la calidad de los mantenimientos técnicos en la Empresa Provincial Integral de Transporte Granma, durante el período observado, se catalogó de aceptable.

Palabras clave: tiempo; reparación; falla; disponibilidad; costo

Abstract

The present work was carried out at Granma Integral Provincial Transport Company. It was developed with the objective of evaluating the quality of the technical maintenance of Diana buses in the above-mentioned company, through the use of world-class indicators. For this study, the methodology for calculating maintenance indicators, also called World Class indices was applied, in order to determine the technical quality of five buses under working or operating conditions; as well as the quality in the maintenance applied to this equipment to improve their technical performance. Likewise, the corresponding formulas were applied to allow revealing the quality of the technical services performed, and based on that information, issue evaluative criteria about the management of the maintenance function in the already mentioned company. Essentially, the Mean Time to Repair (TMPR), the Technical Availability (DISP) and the cost of maintenance by billing (CMFT), and some others, were taken into account. Among the main results, availability per equipment (DISP) stands out with an average value of 98,96% for the year 2019 and 98,22% for 2020, a result that according to Tavares (2008) can be considered acceptable. Finally, the quality of technical maintenance at Granma Integral Provincial.

Keywords: time; repair; failure; availability; cost

Introducción

El mantenimiento es una actividad propia de la ingeniería que actualmente emplea multitud de recursos tales como sofisticados instrumentos de medida, potentes equipos informáticos, programas específicos, entre otros aditamentos (Rodríguez et al., 2013). De esta forma, las nuevas técnicas surgidas le han dado un nuevo enfoque a la organización y responsabilidad de este dentro de la industria, así como una mayor importancia a los aspectos de calidad, seguridad y medio ambiente, unidos a una alta disponibilidad de los equipos (Torres & Figueroa, 2010).

Esto exige a los responsables de su gestión una formación multidisciplinaria en temas técnicos, económicos, estadísticos y de calidad, entre otros, para conseguir una mejora continua de los planes y procesos de ejecución con vistas a alcanzar los valores óptimos de fiabilidad, disponibilidad, y seguridad. Estudios realizados recientemente, señalan que el mantenimiento implica a toda la economía nacional, de forma que representa un por ciento del PIB. Esto resalta la idea de la importancia del mantenimiento como sector estratégico que da trabajo a multitud de profesionales, de todo tipo de calificación (Rodríguez et al., 2013).

En nuestros días el mantenimiento industrial, y de forma general todo tipo de mantenimiento en una empresa moderna, necesita ser analizado como un grupo de técnicas novedosas y sistemas de gestión que tienen consecuencias directas en la eficiencia de los procesos productivos, en la reducción de los costos, en la rentabilidad y competitividad de la empresa, en la calidad del producto final o servicio que se brinda, y finalmente en la satisfacción del cliente (Castillo et al., 2009).

En la industria contemporánea existe una gran diversidad de posibilidades para la realización de un mantenimiento adecuado a las máquinas, equipos e instalaciones y a la vez, se

advierte una gran escasez de recursos financieros que limitan la aplicación de determinadas técnicas, por lo que la selección de una determinada política de mantenimiento tiene un carácter técnico-económico, y la aplicación de los métodos y los modelos matemáticos, junto con los progresos alcanzados en el procesamiento electrónico de los datos es una herramienta disponible, de inestimable valor (Batista et al., 2001).

En la actualidad existen diferentes enfoques del mantenimiento, con los cuales se han logrado muy buenos resultados a nivel mundial, ejemplo de esto son: el mantenimiento centrado en la confiabilidad, el mantenimiento productivo total, entre los más significativos. (Cárcel, 2016; Castillo et al., 2009).

La evaluación del mantenimiento dentro de una organización permite analizar el cumplimiento de los objetivos trazados, el estado de los trabajos y posibilita identificar los aspectos sobre los cuales es necesario trabajar para hacer más eficiente esta actividad y desarrollar las acciones para la continua mejora. Todo esto puede lograrse con la ayuda de indicadores, los cuales tienen como función principal evaluar el comportamiento operacional de las instalaciones, sistemas, equipos, dispositivos y componentes, permitiendo implementar un plan de mantenimiento orientado a perfeccionar dicha labor (Azoy, 2014).

En el caso particular de Cuba y específicamente en la esfera del mantenimiento y la reparación del sector industrial, la gestión del mantenimiento se realiza en base a un solo indicador: el coeficiente de disponibilidad técnica, calculado al final de cada mes a través de un método de observación momentánea, lo cual no permite conocer el verdadero comportamiento de la maquinaria en las condiciones reales de su explotación, ni la efectividad de las acciones de mantenimiento (Azoy, 2014).

Es por eso que un adecuado mantenimiento conlleva a una buena ejecución del proceso productivo o a la prestación de servicio en una empresa o fábrica, teniendo en cuenta la manera en que se realiza este y los factores que intervienen en el mismo en un determinado equipamiento. Para ello es de vital importancia conocer los distintos métodos de implementación de mantenimiento, en especial en la empresa provincial integral de transporte de Granma, la cual brinda servicios de transportación de pasajeros y carga en general para satisfacer las expectativas de los clientes con un trabajo de alto sentido de pertenencia y un parque de equipo en constante revitalización.

Esta entidad consta con un departamento de mantenimiento que tiene la misión de velar por el correcto funcionamiento del parque automotor, rigiéndose por un plan de mantenimiento preventivo de forma planificada y otro correctivo en función de la falla técnica que aparezca. Sin embargo, precisan de mejor control para conocer cómo se comporta la actividad del mantenimiento mediante la aplicación de los índices de clase mundial, utilizados en la gestión del mantenimiento y actuar sobre la base de la misma en dependencia de los resultados obtenidos.

Teniendo en cuenta esta problemática se realizó el presente trabajo que tuvo como objetivo evaluar la calidad del mantenimiento técnico de los ómnibus Diana en la Empresa Provincial Integral de Transporte, mediante la utilización de los indicadores de clase mundial.

Población y muestra

Esta investigación se desarrolló en la Empresa Provincial Integral de Transporte de Granma la cual se encuentra ubicada en la carretera central km 3^{1/2}, vía Santiago de Cuba, perteneciente al municipio Bayamo, provincia Granma. Es una unidad básica de transporte que se subordina al Ministerio de Transporte.

Metodología aplicada para los indicadores de clase mundial

La utilización de algunos de los indicadores de clase mundial que se presentan permiten visualizar, para los ítems controlados, cuáles son los que necesitan mayor atención del órgano de ejecución del mantenimiento y, no obstante, se recomienda que la recolección y el cálculo se limiten a periodos mensuales, el análisis deberá ser realizado para periodos mayores (anual o semestral), donde se tendrán mayor cantidad de datos para poder pronosticar el comportamiento de los equipos (Tavares, 2008).

Investigadores tales como Azoy (2014), Fernández Sánchez y Shkiliova (2015) refirieron la utilización de algunos de los indicadores de gestión de mantenimiento, considerados estos los más importantes en la aplicabilidad del mismo.

Según Fernández Sánchez y Shkiliova (2012), se reportan más de 110 indicadores o variables que permiten evaluar esta función considerando los aspectos técnicos, organizativos, económicos - financieros y sociales. Además, plantearon que, para garantizar el éxito en la evaluación del mantenimiento, los indicadores a utilizar deben ser pocos, para no ser redundantes en algunas actividades y quitar atención a aquellos que sí lo son y que su selección debe estar en correspondencia con el estado real de los procesos, el desempeño, objetivos y estrategias de la organización, lo cual será una fuente confiable para tomar decisiones en base a los problemas o deficiencias encontradas.

Esta metodología descrita por estos autores concuerda con la referida por Tavares (2008), en la cual se resumen los principales indicadores de gestión del mantenimiento a escala mundial. Es por eso que se decidió aplicar la metodología descrita por este autor, teniendo como base la descrita por otros investigadores, también porque recoge de una forma más concisa y clara la aplicabilidad de los índices de clase mundial desde el punto de vista analítico – matemático.

Dicha metodología se aplicó por petición de la empresa a cinco autobuses de la misma marca y modelo, pero con itinerarios diferentes.

Los principales indicadores de gestión que pueden ser aplicados al mantenimiento industrial según Tavares (2008), son:

- Tiempo medio entre fallas (TMEF): Relación entre el producto del número de ítems por sus tiempos de operación y el número total de fallas detectadas en esos ítems en el periodo observado.

$$MEF = \frac{NOIT \cdot HROP}{\Sigma NTMC} \quad (1)$$

Donde: NOIT: Número de ítems. HROP: Tiempo de operación. NTMC: Número total de fallas detectados en esos ítems.

- Tiempo medio para reparación (TMPR): Relación entre el tiempo total de intervención correctiva en un conjunto de ítems con falla y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado.

$$TMPR = \frac{\Sigma HTMC}{NTMC} \quad (2)$$

Donde: HTMC: Tiempo total de intervención correctiva en un conjunto de ítems. NTMC: Número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado.

- Tiempo medio para la falla (TMPF): Relación entre el tiempo total de operación de un conjunto de ítems no reparables y el número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado.

$$TMPF = \frac{\Sigma HROP}{NTMC} \quad (3)$$

Donde: HROP: Tiempo total de operación de un conjunto de ítems no reparables. NTMC: Número total de fallas detectadas en esos ítems, en el periodo observado.

- Disponibilidad de equipos (DISP): Relación entre la diferencia del número de horas del período considerado (horas calendario) con el número de horas de intervención por el personal de mantenimiento (mantenimiento preventivo por tiempo o por estado, mantenimiento correctivo y otros servicios) para cada ítem observado y el número total de horas del periodo considerado. Según Araujo (2017), este indicador debe estar lo más cercano al 100%, sin embargo, cuando supera el 90% se considera aceptable en términos prácticos.

$$DISP = \frac{\Sigma(HCAL-HTMN)}{\Sigma HCAL} \cdot 100 \% \quad (4)$$

El índice de disponibilidad también es identificado como "Performance o Desempeño de Equipos" y, para ítems de operación eventual, puede ser calculado como la relación entre el tiempo total de operación de cada uno y la suma de este tiempo con el respectivo tiempo total de mantenimiento en el periodo considerado.

$$DISP = \frac{HROP}{(HROP+HTMN)} \cdot 100 \% \quad (5)$$

Donde: HCAL: Número de horas del periodo considerado (horas calendario). HTMN: Número de horas de intervención por el personal de mantenimiento (mantenimiento preventivo por tiempo o por estado, mantenimiento correctivo y otros servicios) para cada ítem observado.

Este índice también puede ser calculado como la diferencia entre la unidad y la relación entre las horas de mantenimiento y la suma de esas horas con las de operación de los equipos.

Otra expresión muy común, utilizada para el cálculo de la Disponibilidad de equipos sometidos exclusivamente a la reparación de fallas es obtenida por la relación entre el tiempo medio entre falla (TMEF) y su suma con el tiempo medio para reparación y los

tiempos ineficaces del mantenimiento (tiempos de preparación para desconexión y nueva conexión y tiempos de espera que pueden estar contenidos en los tiempos promedios entre fallos y de reparación).

$$DISP = \frac{TMEF}{TMEF+TMPR} \cdot 100 \% \quad (6)$$

Donde: TMEF: Tiempo medio entre falla. TMPR: Tiempo medio para reparación.

- Costo de mantenimiento por facturación (CMFT): Relación entre el costo total de mantenimiento y la facturación de la empresa en el periodo considerado.

$$CMFT = \frac{CTMN}{FTEP} \cdot 100 \% \quad (7)$$

Donde: CTMN: Costo total de mantenimiento acumulado. FTEP: Facturación de la empresa en el periodo considerado.

- Costo de mantenimiento por el valor de reposición (CMRP): Relación entre el costo total acumulado en el mantenimiento de un determinado equipo y el valor de compra de ese mismo equipo nuevo (valor de reposición).

$$CMRP = \frac{\sum CTMN}{VLRP} \cdot 100 \% \quad (8)$$

Donde: CTMN: costo total acumulado en el mantenimiento de un determinado equipo.

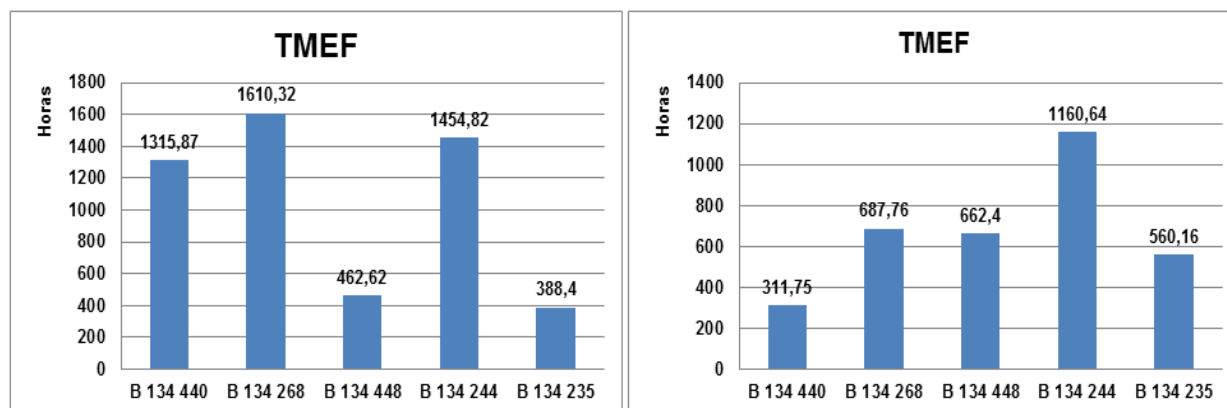
VLRP: Valor de compra de ese mismo equipo nuevo (valor de reposición).

Análisis de los resultados

Al observar la figura 1 se aprecia cómo se comportó el tiempo medio entre falla (TMEF) para los años 2019 y 2020, en los cinco autobuses en estudio, mostrándose que los mayores valores de este indicador se obtuvieron para los ómnibus con número de matrícula B 134 440, B 134 268 y B 134 244 (año 2019).

Con magnitudes que superan las 1 300 horas sin que apareciera la falla técnica. Sin embargo, para el año 2020 se aprecia que el ómnibus con matrícula B 134 244 fue el que mejor resultado alcanzó en este periodo, con una magnitud superior a las 1 000 horas (1 160,64) sin que ocurriera la falla técnica durante su explotación.

Figura 1. Tiempo medio entre fallas (TMEF) para los años 2019 y 2020



Al comparar estos resultados, con lo reportados por Zegarra (2016) se puede afirmar que en general los valores encontrados son satisfactorios, debido a que este indicador supera las 60 y 80 horas reportadas como promedio, a causa de que los valores metas de este indicador dependerán de la correcta aplicación del mantenimiento que se les puedan dar a dichos equipos. Aunque es digno destacar que los resultados reportados por este último investigador son para equipos pesados de la construcción.

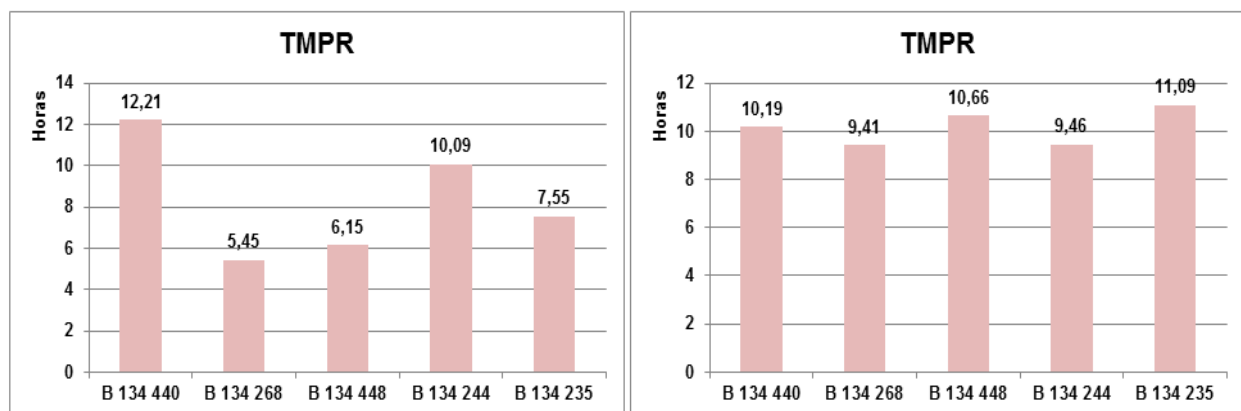
Por otro lado, es preciso destacar que a pesar de que los resultados superan los valores encontrados por Zegarra (2016), las magnitudes encontradas para este indicador pudiesen ser superiores. Esto teniendo en cuenta que los equipos sometidos al estudio presentan tres años de explotación, lo que nos indica que la gestión del mantenimiento puede ser mejor, en aras de elevar los valores de este indicador.

El menor valor de este indicador para el año 2019 fue para el ómnibus con número de matrícula B 134 235 y esto se debe a las veces que entró a taller por desperfectos técnicos,

fundamentalmente en el sistema de frenos y tren de rodaje (específicamente los rodamientos). Para el año 2020, el menor valor de este indicador fue para el ómnibus con número de matrícula B 134 440 y esto se debe a la ruta que cubre en su recorrido, la cual supera los 274 km de distancia, y a que las condiciones de la vía son desfavorables, siendo extremas en gran parte del recorrido, lo que atenta con la disponibilidad técnica del equipo ocurriendo la falla en el sistema de freno, sistema de transmisión (embrague y la barra de transmisión cardánica), así como el tren de rodaje, afectando los rodamientos.

En la figura 2 se observan los resultados del tiempo medio para la reparación (TMPR) apreciándose que este indicador oscila entre las 5,45 y 12,21 horas para el año 2019 y de 9,41 y 11,09 horas para el año 2020. Christensen (2013), refirió que el TMPR se mejora con tres puntos característicos, los cuales son: procedimientos claros, herramientas adecuadas y capacitación del personal.

Figura 2. Tiempo medio para la reparación (TMPR) para los años 2019 y 2020



Por otro lado, Zambrano et al. (2015), refirieron que este indicador debe de ser lo más bajo posible para que el equipo disponga de mayor tiempo para producir y que eleve la disponibilidad. Por lo que se puede afirmar que entre más bajo sea el valor de este indicador mejor será la gestión del mantenimiento. Y aunque para el período analizado las magnitudes obtenidas no son elevadas, estas pudieran mejorarse si se ocupara la plaza vacante de ayudante de mecánico, aspecto que provoca que

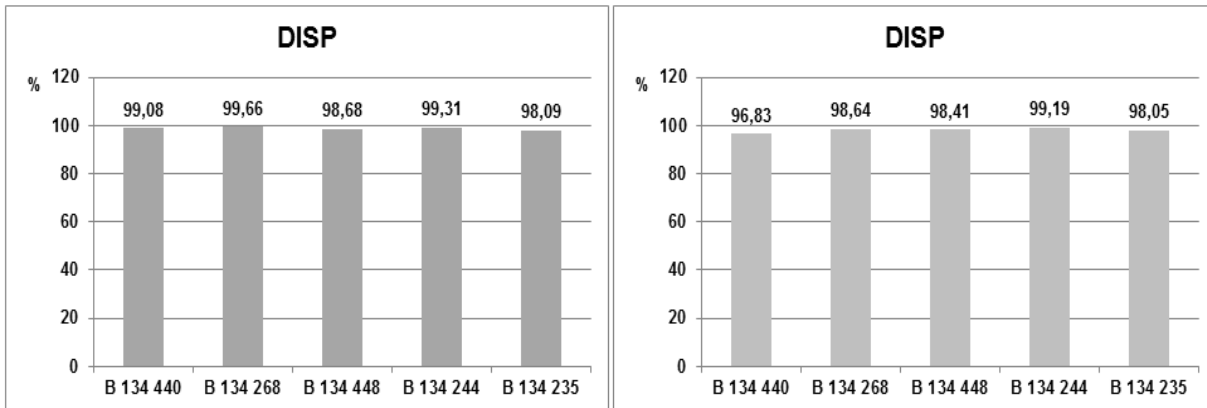
se consume más tiempo en eliminar la falla técnica, lo que atenta contra la gestión del mantenimiento.

Al comparar los resultados con los referidos por Casaña et al. (2021), los obtenidos en esta investigación son inferiores, con 8,29 horas como promedio en los equipos evaluados. Destacando que en esta investigación los equipos estudiados presentan tres años de explotación. No siendo así en el estudio referido por Casaña et al. (2021), el cual reportó valores promedio de este indicador iguales a 12,70 horas para equipos estacionarios y con más de 20 años de explotación.

En el caso del tiempo medio para la falla (TMPF) es necesario destacar que el mismo no fue calculado debido a que para su determinación es necesario conocer el tiempo total de operación de un conjunto de ítems no reparables. Sin embargo, para los cinco autobuses en estudio, todas las operaciones de mantenimiento a realizar son de sustitución de piezas por lo que este indicador arrojaría el mismo valor para cada caso, que el tiempo medio para la reparación (TMPR).

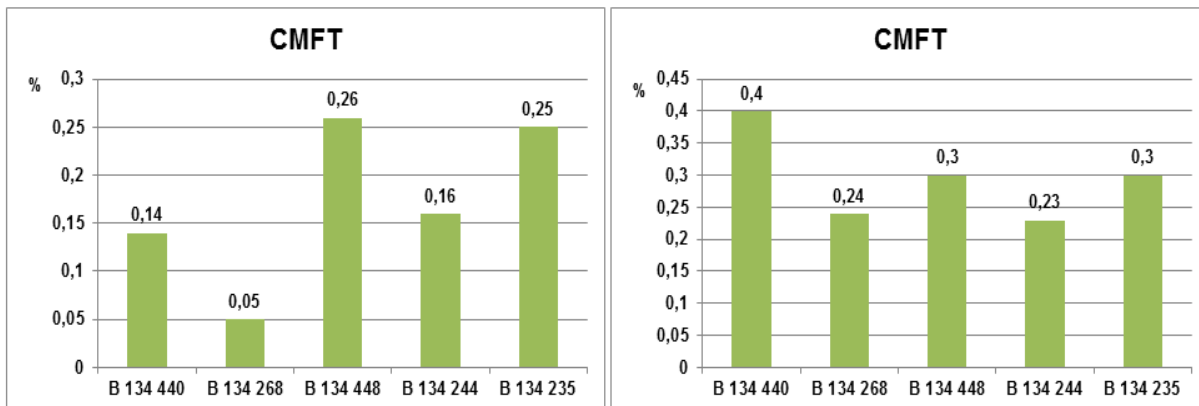
La figura 3 muestra los valores de disponibilidad calculados para los cinco autobuses en estudio, apreciándose que todas las magnitudes obtenidas superan lo reportado por Tavares (2008) quien refirió que un valor de disponibilidad de equipo que se encuentre entre el 81 y el 90 % se puede considerar de aceptable ya que demuestra la eficiencia de trabajo bajo las condiciones de explotación, considerando el tiempo de operación y las fallas obtenidas en el periodo analizado. Con estos resultados se puede afirmar que la gestión del mantenimiento se puede catalogar de aceptable. Al comparar este indicador con el obtenido por Casaña et al. (2021) se puede afirmar que son superiores. Y esto se atribuye a que los equipos evaluados presentan solo 3 años de explotación, no siendo así en el estudio antes mencionado.

Figura 3. Disponibilidad técnica (DISP) para los años 2019 y 2020



En la figura 4, se muestra el Costo de mantenimiento por facturación (CMFT) de los autobuses en estudio. Se observa que este indicador es favorable para los años en estudio, pues no superan el 1 % de la facturación de la empresa o de la partida destinada a las actividades de mantenimiento.

Figura 4. Costo de mantenimiento por facturación (CTRP) para los años 2019 y 2020



Resultado que está sujeto al estado técnico (el cual es bueno) y al tiempo de explotación de estos vehículos que no supera los tres años. Sin embargo, las magnitudes encontradas son ligeramente superiores a las obtenidas en el año 2017. Resultado que se sustenta a un año más de explotación de estos, lo que da lugar a una mayor probabilidad en la aparición de la falla técnica.

En el año 2019 el valor más bajo de este indicador lo obtuvo el ómnibus con matrícula B 134 268 con una magnitud igual 0,05 %. Resultado estrechamente vinculado a la no existencia de fallas en este medio de transporte. Solo entró a taller por los dos mantenimientos planificados,

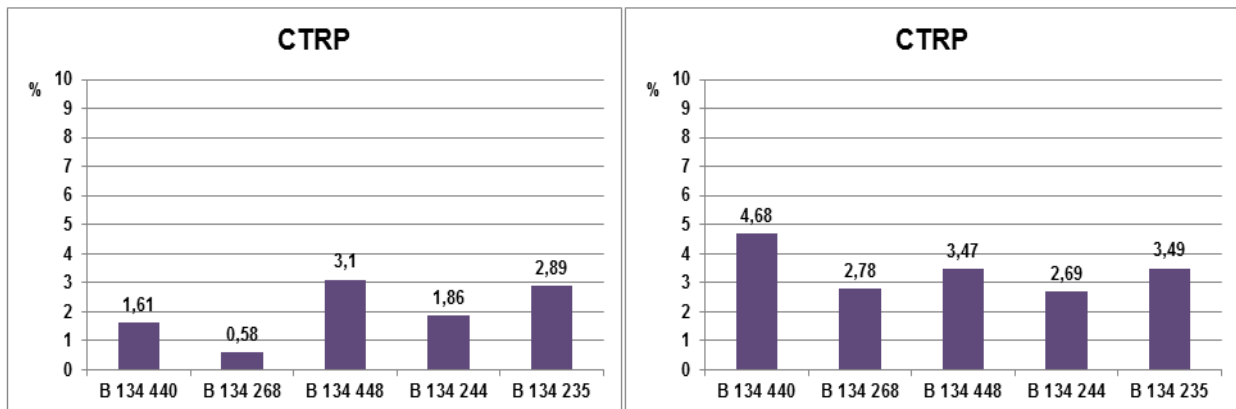
lo que se refleja en el alto valor de disponibilidad que presenta este equipo.

Para el caso del año 2020 los valores más bajo de este indicador se obtuvieron para los autobuses con matrícula B 134 244 y B 134 268 con magnitudes iguales a 0,23 y 0,24 % respectivamente. Resultado estrechamente vinculado a la poca existencia de fallas en estos medios de transporte.

Al realizar un parangón con los resultados referidos por Casaña et al. (2021), se evidencia un comportamiento aceptable de los valores obtenidos en cuanto a costos, pues Casaña et al. (2021) reportó valores que oscilaron entre el 29,32 y 65,83 %.

En la figura 5 se aprecia el costo total de mantenimiento por valor de reposición (CTRP), observándose que este indicador en los autobuses analizados se mantuvo por debajo del 5 %.

Figura 5. Costo de mantenimiento por el valor de reposición (CTRP) para los años 2019 y 2020



Este indicador según Tavares (2008), es la relación entre el costo total acumulado en el mantenimiento de un determinado equipo y el valor de compra de ese mismo equipo nuevo.

Teniendo en cuenta esto se puede observar claramente que para el precio que tiene cada uno de estos ómnibus en el mercado internacional y el valor de los costos acumulados en el mantenimiento de cada uno durante el año, se puede deducir que los mismos no son de alto impuesto de gasto en correspondencia con su valor de reposición.

Aunque para el año analizado los mismos son ligeramente superiores, se puede afirmar que no son de alto impuesto de gasto en correspondencia con su valor de reposición.

Comportamiento de los índices de clase mundial en los años analizados.

Finalmente, al realizar el análisis del comportamiento de los índices de clase mundial (Tabla 1) se puede decir que en el año 2019 la gestión del mantenimiento fue mejor. Aunque de forma general se puede evaluar la gestión del mantenimiento en los dos años analizados de aceptable.

Tabla 1. Valores promedios de los índices de clase mundial

Años	TMEF (h)	TMPR (h)	TMPF (h)	DISP (%)	CMFT (%)	CMRP (%)
2017	1 046,41	8,29	-	98,96	0,17	2,0
2018	676,54	10,16	-	98,21	0,29	3,42

Conclusiones

1. Se evaluó la calidad del mantenimiento técnico a cinco ómnibus de la flota de la Empresa Provincial Integral de Transporte de Granma, mediante la utilización de los indicadores de clase mundial, obteniéndose una disponibilidad promedio por equipo de 98,96 y 98,21 para los años 2019 y 2020 respectivamente.
2. Los valores de los indicadores de disponibilidad obtenidos, superan las magnitudes reportadas por otros investigadores, por lo que se puede evaluar la calidad de los mantenimientos aplicados a estos equipos en la Empresa Provincial Integral de Transporte de Granma durante el período observado, como aceptable.
3. Los valores del tiempo medio entre falla (TMEF) y tiempo medio para la reparación (TMPR) pudieran ser mejores, si se realiza una mejor gestión en el tiempo para la ejecución de los mantenimientos correctivos, realizando la contratación de los ayudantes de mecánico.

4. Dentro de los equipos analizados para la aplicación de los indicadores de gestión de mantenimiento o índices de clase mundial, se puede afirmar que los autobuses con matrícula B 134 244 y B 134 268 fueron los que presentaron mayor rendimiento técnico y por consiguiente a los que se le aplicó mejor el mantenimiento durante el período observado.

Referencias bibliográficas

- Araujo, V. R. (2017). *Valoración de los índices del mantenimiento en la UEB Base de Camiones Grito de Yara (TRANZMEC)* [Trabajo de Diploma, Universidad de Granma]. Granma.
- Azoy, A. (2014). Método para el cálculo de indicadores de mantenimiento. *Revista Ingeniería Agrícola*, 4(4), 45-49. <https://revistas.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/666>
- Batista, C., Chacón, B., & Guerrero, O. (2001). Rentabilidad de la gestión del mantenimiento en los centrales azucareros cubanos. *Revista Ingeniería Mecánica*, 4(4), 63-70. <https://ingenieriamecanica.cujae.edu.cu/index.php/revistaim/article/view/330>
- Cárcel, F. J. (2016). Características de los sistemas TPM y RCM en la ingeniería del mantenimiento. *Revista 3C Tecnología*, 5(3), 68-75. <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2016.v5n3e19.68-75>
- Casaña, J. C., de la Rosa, A. A., Macías, I., Morales, Y., Zamora, Y. K., & Aguilera, Y. (2021). Maintenance Based on World Class Indicators in Bayamo Dairy Factory. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 30(3), 72-82. <https://revistas.unah.edu.cu/index.php/rcta/article/view/1455>
- Castillo, A. M., Brito, M. L., & Fraga, E. (2009). Análisis de criticidad personalizados. *Ingeniería Mecánica*, 12(3), 1-12. <https://ingenieriamecanica.cujae.edu.cu/index.php/revistaim/article/view/72>

- Christensen, C. H. (2013). Gestión del mantenimiento. Indicadores del mantenimiento (2ª parte). *Club de Mantenimiento. Revista Mantener*, 14(5), 8-10.
- Fernández Sánchez, M., & Shkiliova, L. (2012). Validación de un método para el cálculo de indicadores de mantenimiento. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias.*, 21(4), 72 - 79. <https://revistas.unah.edu.cu/index.php/rcta/article/view/12>
- Fernández Sánchez, M., & Shkiliova, L. (2015). Cálculo de indicadores de mantenimiento de los tractores Belarus-892. *La Técnica: Revista de las Agrociencias*, (15), 38 - 45. https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i15.543
- Rodríguez, E., Bonet, C. M., & Pérez, L. (2013). Propuesta de sistema de mantenimiento a los vehículos de transporte urbano y agrícola de una base de transporte de carga. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22(2), 61-67. <https://revistas.unah.edu.cu/index.php/rcta/article/view/214>
- Tavares, L. A. (2008). *Administración Moderna de Mantenimiento*. Nuevo Polo Publicaciones.
- Torres, A., & Figueroa, D. (2010). Diseño de ejercicio docente basado en el estudio comparativo de metodologías de optimización del mantenimiento. *Revista Ingeniería Mecánica*, 13(3), 9-17. <https://ingenieriamecanica.cujae.edu.cu/index.php/revistaim/article/view/45>
- Zambrano, E., Prieto, A. T., & Castillo, R. (2015). Indicadores de gestión de mantenimiento en las instituciones públicas de educación superior del municipio Cabimas. *Telos*, 17(3), 495 - 511. <http://ojs.urbe.edu/index.php/telos/article/view/2266>
- Zegarra, M. (2016). Indicadores para la gestión del mantenimiento de equipos pesados. *Ciencia y Desarrollo*, 19(1), 25-37. <http://dx.doi.org/10.21503/cyd.v19i1.1219>