

# 40

Fecha de presentación: enero, 2019

Fecha de aceptación: marzo, 2019

Fecha de publicación: abril, 2019

## GESTIÓN DE LOS INDICADORES

DEL GRADO DE DISPOSICIÓN Y DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE  
EN UNA FLOTA DE ÓMNIBUS YUTONG ZK-6120

### MANAGEMENT OF INDICATORS OF THE READINESS DEGREE AND FUEL CONSUMPTION IN A BUS FLEET YUTONG ZK-6120

Víctor Millo Carmenate<sup>1</sup>

E-mail: [vmillo@ucf.edu.cu](mailto:vmillo@ucf.edu.cu)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6280-7884>

José R. Fuentes Vega<sup>1</sup>

E-mail: [jfuentes@ucf.edu.cu](mailto:jfuentes@ucf.edu.cu)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7321-8903>

Ramón Pérez Gálvez<sup>2</sup>

E-mail: [rgalvez@ucf.edu.cu](mailto:rgalvez@ucf.edu.cu)

Erika Angulo Bennett<sup>2</sup>

E-mail: [angulobennetterikaec@gmail.com](mailto:angulobennetterikaec@gmail.com)

<sup>1</sup> Convenio Universidad Metropolitana-Universidad de Cienfuegos, Cuba.

<sup>2</sup> Universidad de Cienfuegos. Cuba.

<sup>3</sup> Universidad Metropolitana. Ecuador.

#### Cita sugerida (APA, sexta edición)

Millo Carmenate, V., Fuentes Vega, J. R., Pérez Gálvez, R., Angulo Bennett, E. (2019). Gestión de los indicadores del grado de disposición y de consumo de combustible en una flota de ómnibus YUTONG ZK-6120. *Universidad y Sociedad*, 11(3), 315-321. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>

#### RESUMEN

Se realizó una investigación con un diseño no experimental de tipo longitudinal de tendencia y panel, para determinar el comportamiento que presentan con el envejecimiento los indicadores del grado de disposición y de consumo de combustible, se presentan los resultados del caso a partir del estudio de la Empresa Ómnibus Nacionales de la ciudad de Cienfuegos. Con el uso de la base de datos diaria existente sobre la explotación de 31 ómnibus Yutong en los últimos 10 años y con ayuda del paquete estadístico SPSS, se pudo demostrar la tendencia a disminuir de los coeficientes de disposición técnica, de utilización y de empleo del buen estado técnico con el envejecimiento de la flota de ómnibus y el incremento del consumo recorrido de combustible.

**Palabras clave:** Gestión de flota de ómnibus, consumo de combustible, indicadores, grado de disposición.

#### ABSTRACT

A research was carried out with a non-experimental design of longitudinal trend and panel type to determine the behavior that comes with the fleet aging of the degree of readiness and fuel consumption indicators. The results of the case National Buses Company of the city of Cienfuegos are presented. Using the existing daily database on the operation (31 Yutong buses) in the last ten years and with the help of the statistical package SPSS, it was possible to demonstrate the tendency to decrease of the readiness, availability and rate use with the aging of the bus fleet and the increase of the fuel consumption indicators.

**Keywords:** Bus management, fuel consumption, indicators, readiness.

## INTRODUCCIÓN

La correcta gestión de flotas de vehículos (que incluye mantenimiento, gestión de conductores, control del combustible, seguridad, costos, sistemas telemáticos) debe proporcionar el incremento de la efectividad de su explotación, integrando adecuadamente eficiencia y eficacia, medidas con indicadores bien seleccionados, que entre otros elementos integren costos y eficiencia energética, también directamente relacionado con el alto impacto ambiental de la explotación de flotas de vehículos (Pérez Amador, 2016).

La habilidad para medir y predecir el consumo de combustible es vital para mejorar la economía del mismo y prevenir actividades fraudulentas en la administración de flotas (Wickramanayake, 2016).

El propósito de la presente investigación es estudiar el comportamiento que presentan los indicadores del grado de disposición y de consumo de combustible, respecto al envejecimiento de una flota de ómnibus Yutong ZK-6120A, dedicada al transporte de pasajeros a grandes distancias con pocas paradas de la República de Cuba. Metodológicamente la presente investigación es una guía para posteriores estudios de uso de flotas de ómnibus en las condiciones de explotación especificadas.

Como actividad económica, el transporte de pasajeros emplea recursos materiales y humanos para generar el servicio que se requiere. Desde el punto de vista de los transportistas se espera rentabilidad; desde los usuarios, es deseable que el servicio sea de calidad a precio razonable, mientras que, desde lo social es necesario que el empleo de los recursos sea eficaz con un menor impacto en el medio ambiente. Por ello, es preciso medir el desempeño del transporte de pasajeros y una manera de lograrlo es con indicadores de su actividad.

Conocer el comportamiento de los indicadores permite encontrar las divergencias existentes con las condiciones de operación dadas, determinar las causas de desviaciones, buscar las reservas productivas y formular planes de mejora para reducir costos de operación como proponen Moreno Quintero & De La Torre Romero (2011). Estos indicadores se caracterizan por reflejar el régimen de trabajo a que está sometida la flota, su estado técnico, las condiciones en que se explotan y el nivel de organización que existe en su explotación (Millo & Leonard, 2017).

A pesar de la disminución en algunos países de la participación de los ómnibus dentro del volumen en viajes-pasajeros en el transporte masivo reflejado en Transport Statistics, Great Britain (2016), en otros muchos incluyendo Cuba y el Ecuador este medio de transporte se ha

incrementado y debe continuar con dicha tendencia en los próximos años.

### Marco teórico

Los indicadores técnico-económicos más utilizados, a partir de criterios de varios autores Aguayo Delgado (2014); Beltrán Jaramillo (1997); Bautista Paz (2003), Prieto Marrero (2004); Pardo Martínez (2011); Pérez Gálvez & Fuentes Vega (2014), Hernández Maden (1998), Fuentes Vega, Cogollos Martínez & Pérez Gálvez (2010), se refieren en lo fundamental a indicadores para el transporte de cargas y se adaptan a continuación para el transporte de pasajeros por ómnibus.

Para llevar el control de la flota de ómnibus durante un período determinado, se utiliza un índice denominado vehículo-día (ómnibus-día) (VD), el cual resulta de multiplicar los días laborados en el periodo por la cantidad de vehículos (en existencia o de inventario, preparados para la explotación, parados por mantenimiento o reparación u otras causas) en ese periodo (semana, mes, año).

$$\begin{aligned} VD_{ex} &= VD_{pe} + VD_r \\ VD_{pe} &= VD_e + VD_p \\ VD_{ex} &= VD_e + VD_p + VD_r \quad (1.3) \end{aligned}$$

Donde:

$VD_{ex}$  - Vehículos-días en existencia o de inventario

$VD_{pe}$  - Vehículos-días de la flota preparados para la explotación

$VD_e$  - Vehículos-días en explotación

$VD_p$  - Vehículos-días parados (o sea, aptos para su uso pero que permanecen parados por diversas causas)

$VD_r$  - Vehículos-días parados por mantenimiento o reparación

Dentro de los indicadores que cuantifican el aprovechamiento de una flota de ómnibus está el grado de disposición del parque, que puede cuantificarse mediante los siguientes indicadores:

1. Coeficiente de disposición técnica ( $\alpha_t$ );
2. Coeficiente de utilización ( $\alpha_u$ );
3. Coeficiente de empleo del buen estado técnico ( $\alpha_e$ ).

El coeficiente de disposición técnica caracteriza el grado de disponibilidad de la flota de ómnibus para realizar

las transportaciones (Penabad Sanz, Iznaga, Rodríguez Ramos & Cazañas Marisy, 2016).

$$\alpha_t = \frac{VD_{bet}}{VD_{ex}} \quad (1.4)$$

Donde:

$VD_{bet}$  - Vehículos días en buen estado técnico en el período dado, o sea, aptos para trabajar

$VD_{ex}$  - Vehículos días existentes en el período

El coeficiente de utilización, por su parte, mide el grado de aprovechamiento del parque existente en labores de transportación para la toma de decisiones (Mohammadi, Piyush & Suprakash, 2015).

$$\alpha_u = \frac{VD_{tr}}{VD_{ex}} \quad (1.5)$$

Donde:

$VD_{tr}$  - Vehículos días trabajando en labores de transportación

El coeficiente de empleo del buen estado técnico, mide el grado de aprovechamiento del parque que se encuentra en buen estado técnico en la labor de transportación:

$$\alpha_e = \frac{VD_{tr}}{VD_{bet}} \quad (1.6)$$

Se demuestra fácilmente que:

$$\alpha_u = \alpha_t \cdot \alpha_e \quad (1.7)$$

En sentido general, la magnitud de los coeficientes mencionados depende de la calidad técnica del vehículo y cantidad de piezas que puedan definir el funcionamiento del mismo, del tiempo de explotación del parque y su estado técnico, de la calidad de los mantenimientos técnicos y reparaciones explicado por Colosi, Rothrock, Barton, Banks y Reichard (2010), de la existencia o no de piezas de repuesto reflejado en los pronósticos realizados por Colosi (2010), de la maestría en la conducción y atención al vehículo por parte de los conductores estudiado por Herrera Carrillo (2017), del tipo y estado de las vías, y en general, de las condiciones de explotación del parque.

En el caso de  $\alpha_u$  y  $\alpha_e$ , pueden incidir en su magnitud, la existencia de condiciones climatológicas adversas, la

falta de trabajo por diversas causas y la ausencia al trabajo de los conductores (Fuentes Vega, Cogollos Martínez & Perez Gálvez, 2010).

### Indicador de consumo de combustible

En muchos países, el sector del transporte consume alrededor del 30% de la energía, según el Instituto Mediterráneo para el Desarrollo Sostenible (2012), referenciado por Perez Amador (2016). Los factores que inciden en el consumo de combustible, son múltiples y de variado origen, y han sido estudiados y clasificados por diferentes autores. Es más completa la clasificación que se muestra en la figura 1 propuesta por Millo Carmenate (2004) y mejorada en la investigación de Fuentes Vega, et al. (2010). Los factores constructivos ejercen una importante influencia en el consumo.

Con relación al estado técnico, el proceso natural de deterioro de los indicadores de salida del vehículo durante la explotación depende en mayor medida de las condiciones y regímenes de explotación, del estilo de conducción, de la tecnología empleada en la construcción del vehículo, de la calidad de los materiales empleados y de la calidad del servicio técnico. El servicio técnico debe garantizar, independientemente de la incidencia de otros factores, adecuado estado técnico y de regulación del vehículo, para asegurar indicadores apropiados de consumo. En un estudio como el propuesto, todos estos factores inciden de forma interrelacionada y se concretan en el valor medio del consumo en cada viaje, no es objetivo determinar la influencia de cada uno por separado, sino su incidencia conjunta en los valores del indicador de consumo recorrido según ocurre el envejecimiento de una flota de ómnibus.

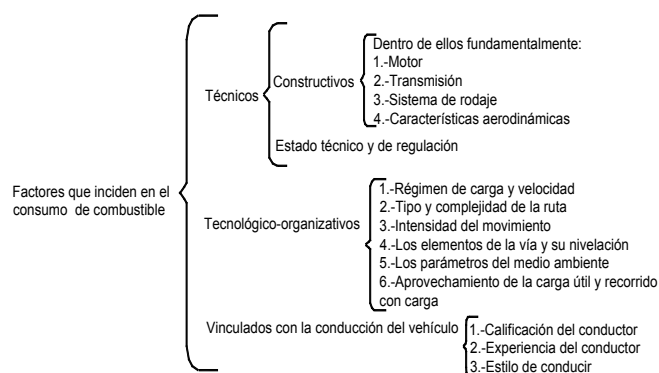


Figura 1. Clasificación de los factores que inciden en el consumo de combustible.

Como indicador convencional del consumo de combustible, en la mayoría de los vehículos, se utiliza el consumo

recorrido (Q), que se define como la cantidad de combustible consumido, en litros, por cada 100 km de recorrido (l/100Km). También se emplea el indicador inverso o sea los litros consumidos por cada km de recorrido. Para la determinación del consumo recorrido por vía experimental se emplea la expresión:

$$Q = 100 \cdot q / L_t \quad (l/100km) \quad (1.8)$$

Donde:

q - Es el consumo en litros durante un determinado recorrido  $L_t$ , en km.

Se espera que con el envejecimiento del ómnibus el coeficiente de disposición técnica tenga una tendencia decreciente, mientras que, el de consumo recorrido debe incrementarse con el envejecimiento de la flota de ómnibus.

### MATERIALES Y MÉTODOS

En la investigación se utilizó un diseño no experimental del tipo longitudinal de tendencia y panel, que analizó los cambios al paso del tiempo de las variables en estudio y sus relaciones. Para ello se tomó como muestra la población de 31 ómnibus Yutong, que comenzaron su explotación en el año 2007 y aún se encontraban en explotación en abril del 2017.

Tabla 1. Resumen del modelo del coeficiente de disposición técnica con el envejecimiento (Km).

Modelo	No estandarizado		Estandarizado	t	Significación
	B	Error estándar	Beta		
Constante	82.73	0.711		116.33	0.00
Km recorridos	-0.00001823	0.000	-7.82	-13.76	0.00

**Nota:** Nivel de confianza del 95 % y R cuadrado de 0.612

De la tabla 1 se puede obtener el modelo para el comportamiento del coeficiente de disposición técnica con el envejecimiento (kilómetros recorridos) de la muestra de la flota de ómnibus.

$$\alpha_t(L) = -0.00001823 * L + 82.73 \quad (\%)$$

Donde:

$\alpha_t$  - Coeficiente de disposición técnica

L - Recorrido; km

Coeficiente de utilización

La información primaria usada sobre la explotación fue tomada de la base de datos de la Unidad Empresarial de Base Ómnibus Nacionales de Cienfuegos y contenía para cada día: si el ómnibus se encontraba activo, inactivo, en reparación o mantenimiento, el recorrido diario y el consumo de combustible.

El procesamiento estadístico de la información diaria disponible se realizó con el uso del paquete estadístico SPSS V 22.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Coeficiente de disposición técnica.

Al analizar el coeficiente de disposición técnica con ayuda del software utilizado, se pudo observar el comportamiento presentado en la figura 2.

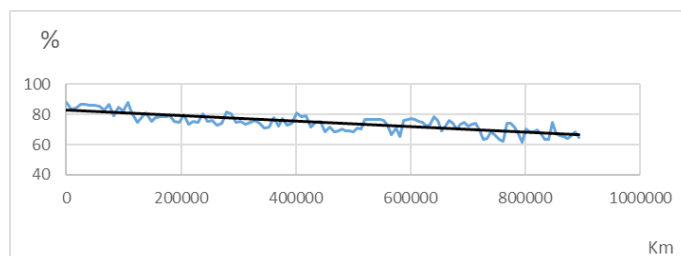


Figura 2. Comportamiento del coeficiente de disposición técnica (%) con el envejecimiento (km) de la muestra seleccionada.

Al analizar el coeficiente de utilización, se observó el comportamiento presentado en la figura 3.

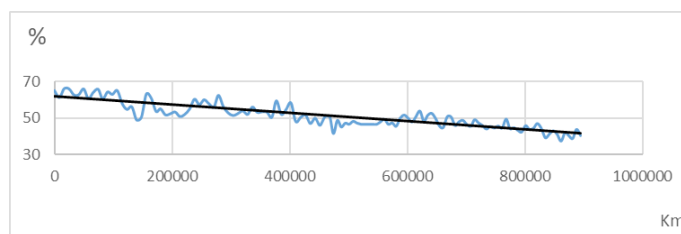


Figura 3. Comportamiento del Coeficiente de utilización (%) con el envejecimiento (Km).

Tabla 2. Resumen del modelo del coeficiente de utilización con el envejecimiento.

Modelo	No estandarizado		Estandarizado Beta	t	Significación
	B	Error estándar			
Constante	61.963	0.634		97.79	0.00
Km recorridos	-0.00002283	0.000	-0.870	-19.34	0.00

Nota: Nivel de confianza del 95 % y R cuadrado de 0.757

De la tabla 2 se puede obtener el modelo para el comportamiento del coeficiente de utilización con el envejecimiento de la muestra de la flota de ómnibus.

$$\alpha_u(L) = -0.00002283 * L + 61.963 \text{ (\%)}$$

Donde:

$\alpha_u$  - Coeficiente de utilización

$L$  - Recorrido; km

Coeficiente de empleo del buen estado técnico.

Al analizar el coeficiente de empleo del buen estado técnico se obtuvo el comportamiento presentado en la figura 4

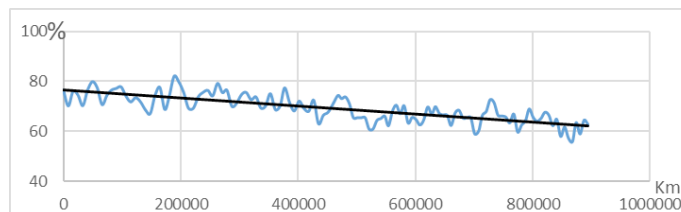


Figura 4. Comportamiento del coeficiente de empleo del buen estado técnico (%) con el envejecimiento (Km).

Tabla 3. Resumen del modelo del coeficiente de empleo del buen estado técnico con el envejecimiento (Km).

Modelo	No estandarizado		Estandarizado Beta	t	Significación
	B	Error estándar			
Constante	76.606	0.658		116.43	0.00
Km recorridos	-0.00001592	0.000	-7.64	-12.98	0.00

Nota: Nivel de confianza del 95 % y R cuadrado de 0.584

De la tabla 3 se puede obtener el modelo para el comportamiento del coeficiente de empleo del buen estado técnico con el envejecimiento de la flota de ómnibus.

$$\alpha_e(L) = -0.00001592 * L + 76.606 \text{ (\%)}$$

Donde:

$\alpha_e$  - Coeficiente de empleo del buen estado técnico

$L$  Recorrido; km

Indicador de consumo recorrido combustible

Usando la ecuación (1.8) para el cálculo del indicador de consumo recorrido y la información recopilada, se

analizó la relación del consumo de combustible con el envejecimiento.

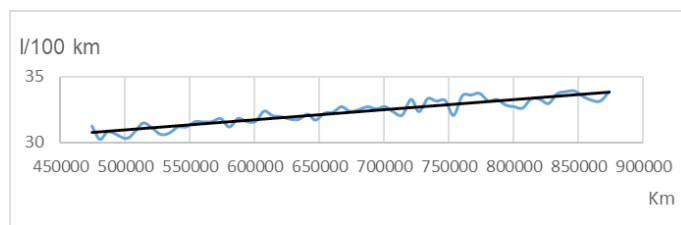


Figura 5. Comportamiento del indicador consumo de combustible (l/100Km) con el envejecimiento (Km).

En la figura 5 se presenta el comportamiento del consumo de combustible con el envejecimiento de la muestra seleccionada.

Tabla 4. Resumen modelo del consumo de combustible con el envejecimiento (km).

Modelo	No estandarizado		Estandarizado Beta	t	Significación
	B	Error estándar			
Constante	27.196	0.292		92.978	0.00
Km recorridos	-0.00000756	0.000	0.919	17.748	0.00

Nota: Nivel de confianza del 95 % y R cuadrado de 0.844

De la tabla 4 se puede obtener el modelo para el comportamiento del consumo de combustible (litros/100 km) con el envejecimiento de la muestra de la flota de ómnibus.

$$Q_{(L)} = 0.00000756 * L + 27.196 \text{ (l/100km)}$$

Dónde:

$Q_{(i)}$  Consumo de combustible en l/100 km

$L$  Recorrido; km

Con el valor del nivel de confianza utilizado del 95 % y los valores de R cuadrado obtenidos para cada modelo, se puede asegurar que los mismos son adecuados para el propósito de la investigación de estudiar la tendencia de los indicadores con el envejecimiento de la flota de ómnibus.

Al analizar el coeficiente de disposición técnica con ayuda del software empleado se pudo observar la tendencia decreciente con el envejecimiento de la flota de ómnibus. Lo cual se corresponde totalmente con los reportes internacionales al respecto. Los coeficientes del modelo deben variar en lo fundamental atendiendo al tipo de vehículo, condiciones de explotación, calidad del servicio técnico y a la maestría en la conducción.

El coeficiente de utilización y de empleo del buen estado técnico de la flota de ómnibus, tienen una tendencia decreciente, lo cual contradice el supuesto de que el envejecimiento no debía afectar estos indicadores, esto se debe a no conseguir una programación de salidas adecuada, al cambio de la demanda en diferentes épocas del año o una combinación de ambos factores.

Si analizamos los valores de las pendientes que cuantifican la tendencia decreciente de estos tres coeficientes, se tiene que el coeficiente de utilización tiene la mayor tendencia decreciente (pendiente de -0.00002283), seguido del coeficiente de disposición técnica con un valor de pendiente de -0.00001823.

Se obtiene evidencia acerca del comportamiento creciente del consumo de combustible con el envejecimiento de la flota de ómnibus seleccionada, lo cual está en correspondencia con la variación de los anteriores indicadores y en general con el deterioro del estado técnico de los ómnibus. Es importante notar que, aunque el valor de R cuadrado de 0.844, es adecuado para el modelo, existen valores de consumo que dependen de la interacción de otros factores y no solo del envejecimiento.

En este caso la pendiente del consumo recorrido con el envejecimiento es de 0.00000756 inferior al deterioro de la calidad técnica de los vehículos medido mediante el coeficiente de disposición técnica.

## CONCLUSIONES

El coeficiente de utilización y de empleo del buen estado técnico de la flota de ómnibus, no se comportan de la forma esperada.

Se aportó evidencia a favor de que el coeficiente de disposición técnica disminuye con el envejecimiento de la flota de ómnibus, lo cual se corresponde con los resultados de otras investigaciones y de la lógica del proceso de explotación.

Se aportó evidencia a favor de que el consumo de combustible creció en el periodo analizado a un ritmo inferior al cambio del estado técnico medido con el coeficiente de disposición técnica.

Independientemente de que este modelo es pertinente a los ómnibus **Yutong ZK-6120A** estudiados en la presente investigación, es posible extrapolar el método a otras flotas de ómnibus.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguayo Delgado, M. I. (2014). Evaluación del desempeño empresarial a partir de la organización de los procesos. Caso de estudio en el Hotel MP de la provincia Esmeraldas. (Tesis de maestría). Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Bautista Paz, E. (2003). Los indicadores de explotación en el control y análisis de las transportaciones de carga por camiones. La Habana. Instituto de Investigaciones del Transporte.
- Beltrán Jaramillo, J. M. (1997). *Indicadores de gestión: herramienta para lograr competitividad*. Bogotá: 3R Editores.
- Colosi, L. D. (2010). *Predictions of fleet readiness using daily optimization*. Pennsylvania: The Pennsylvania State University.
- Colosi, L., Rothrock, L., Barton, R., Banks, J., & Reichard, K. (2010). Effects of personnel availability and competency on fleet. 9. Recuperado de <https://www.phmsociety.org/node/364>
- Fuentes Vega, J. R., Cogollos Martínez, J. B., & Pérez Gálvez, R. (2010). *Eficiencia energética en el transporte automotor. Texto de la maestría de amplio acceso de Eficiencia Energética*. Cienfuegos: Universo Sur.

- Hernández Maden, R. (1998). *Generalidades del transporte*. Matanzas: Universidad Camilo Cienfuegos.
- Herrera Carrillo, K. (2017). Estrategias sustentables en logística y cadenas de suministro. *Revista Loginn*, 1(1), 53-61. Recuperado de <http://revistas.sena.edu.co/index.php/LOG/article/download/1021/1123>
- Instituto Mediterráneo por el Desarrollo Sostenible. (2012). *Estudio sobre las necesidades formativas en medio ambiente en hostelería y transporte*. Revista Empleo del Instituto Mediterráneo por el Desarrollo Sostenible.
- Leonard Ferrer, L. (2017). *Comportamiento de los indicadores técnicos económicos en la Unidad Empresarial de Base Ómnibus Nacionales de Cienfuegos*. Cienfuegos: Tesis de grado. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.
- Millo Carmenate, V. (2004). *Establecimiento de criterios para la comparación y/o evaluación de camiones diesel*. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.
- Mohammadi, M., Piyush, R., & Suprakash, G. (2015). Performance measurement of mining equipment. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 5(7), 240-248. Recuperado de [http://www.ijetae.com/files/Volume5Issue7/IJETAE\\_0715\\_12.pdf](http://www.ijetae.com/files/Volume5Issue7/IJETAE_0715_12.pdf)
- Moreno Quintero, E., & De la Torre Romero, E. (2011). *Indicadores económicos en el autotransporte federal de carga*. México: Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Instituto Mexicano del Transporte.
- Pardo Martínez, C. I. (2011). Evaluación del desempeño integral del sector del transporte. *Revista de Investigación*, 7(1), 71-81.
- Penabad Sanz, L., Iznaga, A. M., Rodríguez Ramos, P. A., & Cazañas Marisy, C. (2016). Disposición y disponibilidad. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 25(4), 64-73. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/932/93249315008.pdf>
- Pérez Amador, D. (2016). *Gestión del parque automotor de vehículos pesados en la UDECAM*. (Trabajo de Diploma). Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.
- Pérez Gálvez, R., & Fuentes Vega, J. R. (2014). *Eficiencia energética en el transporte automotor*. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.
- Prieto Marrero, M. B. (2004). El despliegue de la estrategia a través de los indicadores de rendimiento en el sector de automoción. *Revista de Contabilidad*, 14.
- Transport Statistics. Great Britain. (2016). Statistical trends on the British transport sector. Recuperado de <https://www.gov.uk/government/collections/transport-statistics-great-britain>
- Wickramanayake, S. (2016). *Fuel consumption prediction of fleet vehicles using machine learning: a comparative study*. Moratuwa: University of Moratuwa.