



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY FACULTAD DE
CIENCIA Y TECNOLOGÍA ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**DETERMINACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE
VEHÍCULOS EN BASE A LOS CICLOS DE CONDUCCIÓN EPA:
FTP75 Y HWFET, EN DINAMÓMETRO DE CHASIS.**

**– Casos de estudio: vehículos Kia Cerato Koup 2.0L, 2010 y Chevrolet
Aveo Activo 1.4L, 2007.**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

INGENIERO MECÁNICO AUTOMOTRIZ

Nombre de los autores:

GERMÁN SANTIAGO MATOVELLE REDROVÁN

DIEGO ESTEBAN LAZO SARMIENTO

Nombre del Director:

ING. DANIEL CORDERO MORENO

CUENCA-ECUADOR

2018

Dedicatoria:

Dedico esta tesis al ser supremo SRJ; a mis padres, que me ayudaron la vida entera; a mi familia, que me inspira y motiva.

Germán Santiago

Dedicatoria:

Dedico esta tesis a mis padres quienes siempre me apoyaron incondicionalmente, supieron con sabiduría y paciencia guiarme en mi formación. Gracias a ellos alcanzo una meta más en mi vida.

Diego Esteban

AGRADECIMIENTO:

A todos y cada uno de los profesores de la Unidad de Titulación IMA 2018, quienes nos brindaron su apoyo y conocimiento durante todos estos meses.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIAS.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE DE CONTENIDOS.....	v
INDICE DE FIGURAS.....	vi
INDICE DE TABLAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	ix
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	2
2.1. Ciclos de conducción.....	2
2.2. Equipos.....	3
2.3. Determinación de coeficientes A, B, C.....	3
2.4. Determinación del consumo de combustible.....	4
3. RESULTADOS.....	5
3.1. Coeficientes A, B, C.....	5
3.2. Determinación del consumo de combustible.....	5
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	6
4.1 Conclusiones.....	6
4.2 Recomendaciones.....	6
5. AGRADECIMIENTOS.....	6
6. REFERENCIAS	6

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Ciclos de conducción FTP75 y HWFET.....	2
Fig. 2. Vehículo en la carretera de prueba.....	3
Fig. 3. Curva fuerza - velocidad y ecuación de la fuerza.....	3
Fig. 4. Vehículo en dinamómetro de chasis.....	4
Fig. 5. Flujómetro KVM 2012.....	4
Fig. 6. Prueba de consumo de combustible.....	4
Fig. 7. Consumo del Kia Cerato Koup.....	5
Fig. 8. Consumo del Chevrolet Aveo Activo.....	6

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ciclos de conducción FTP75 y HWFET.....	2
Tabla 2. Materiales para determinar consumo de combustible.....	3
Tabla 3. Coeficientes objetivo y de ajuste.....	5
Tabla 4. Coeficientes de carretera.....	5
Tabla 5. Consumo de combustible.....	5

VEHÍCULOS EN BASE A LOS CICLOS DE CONDUCCIÓN EPA: FTP75 Y HWFET, EN DINAMÓMETRO DE CHASIS.

– Casos de estudio: vehículos Kia Cerato Koup 2.0L, 2010 y Chevrolet Aveo Activo 1.4L, 2007.

RESUMEN

Los combustibles fósiles presentan serios problemas en la actualidad, por ejemplo: escasez, al no ser renovables; contaminantes, por sus emisiones de NO_x, CO, CO₂, etc.; costos, debido al precio del petróleo. La industria automotriz ha contribuido a la contaminación ambiental debido al uso de combustibles no renovables; para mejorar la situación, se pretende concientizar al conductor mediante el conocimiento del consumo de combustible del vehículo. Este estudio presenta el valor del consumo en Cuenca, ciudad ubicada a 2538 m.s.n.m. y con temperaturas que oscilan entre los 14 y 18°C, para la generación de una base de datos que permita comparar los costos calculados con los brindados por el fabricante, cuyos resultados son obtenidos a 0 m.s.n.m. y a 20°C.

Palabras Clave - Consumo de combustible, Ciclo de Conducción, EPA, Dinamómetro de Chasis, Gasolina, Prueba de desaceleración, Dinámica de vehículos.



Ing. Mateo Coello Salcedo, MSc.

Director de Escuela



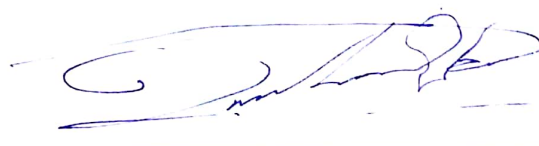
Germán Santiago Matovelle Redrován

Autor



Ing. Daniel Cordero Moreno, PhD

Director del trabajo de titulación



Diego Esteban Lazo Sarmiento

Autor

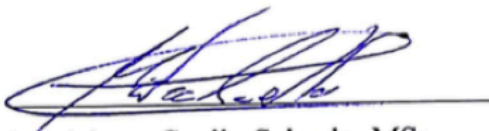
DETERMINATION OF VEHICLE FUEL CONSUMPTION BASED ON EPA FTP 75 AND EPA HWFET DRIVING CYCLES IN CHASSIS DYNAMOMETER

– Case Study: 2010 Kia Cerato Koup 2.0L AND 2007 Chevrolet Aveo Activo 1.4L.

ABSTRACT

Fossil fuels presented serious problems such as: scarcity due to not being renewable, pollutants due to their NO_x, CO, CO₂ emissions and costly due to the price of oil. The automotive industry contributed to environmental pollution by the use of non-renewable fuels. It was intended to raise awareness among drivers by presenting the fuel consumption of the vehicle to improve this situation. This study presented the value of consumption in Cuenca, a city located at 2538 m.a.s.l. with temperatures that oscillated between 14 and 18°C. This was used to generate a database that allowed to compare the calculated costs with those provided by the manufacturer, whose results were obtained at 0 m.a.s.l. and 20 ° C.

Keywords - Fuel consumption, Driving Cycle, EPA, Chassis Dynamometer, Gasoline, Deceleration test, Vehicle dynamics.



Ing. Mateo Coello Salcedo, MSc.

Faculty Director



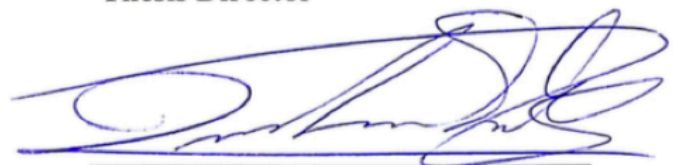
Ing. Daniel Cordero Moreno, PhD

Thesis Director



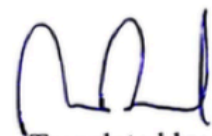
Germán Santiago Matovelle Redrován

Author



Diego Esteban Lazo Sarmiento

Author



Translated by
Ing. Paul Arpi

Trabajo de Titulación.

Germán Santiago Matovelle Redrován.

Diego Esteban Lazo Sarmiento.

Octubre, 2018.

DETERMINACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE VEHÍCULOS EN BASE A LOS CICLOS DE CONDUCCIÓN EPA: FTP75 Y HWFET, EN DINAMÓMETRO DE CHASIS.

**– Casos de estudio: vehículos Kia Cerato Koup 2.0L, 2010 y Chevrolet
Aveo Activo 1.4L, 2007.**

INTRODUCCIÓN

Este trabajo presenta la metodología para determinar el consumo de combustible de vehículos con base en los ciclos de conducción EPA: FTP75 y HWFET, en dinamómetro de chasis, para la generación de una base de datos con el valor de consumo de los vehículos en Cuenca, una ciudad ubicada a 2538 m.s.n.m. y con temperaturas que oscilan entre los 14 y 18°C; de esta manera, se puede comparar los costos calculados con los brindados por el fabricante, cuyos resultados son obtenidos a 0 m.s.n.m. y a 20°C.

DETERMINACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE VEHÍCULOS EN BASE A LOS CICLOS DE CONDUCCIÓN EPA: FTP75 Y HWFET, EN DINAMÓMETRO DE CHASIS.

– Casos de estudio: vehículos Kia Cerato Koup 2.0L, 2010 y Chevrolet Aveo Activo 1.4L, 2007.

Germán Santiago Matovelle Redrován¹ Diego Esteban Lazo Sarmiento¹

¹Facultad de Ciencia y Tecnología, Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz, Universidad del Azuay, Av. 24 de mayo y Hernán Malo, Cuenca, Ecuador.
germanmatovelle@es.uazuay.edu.ec, diegolazo_s6@hotmail.com

Resumen

Los combustibles fósiles presentan serios problemas en la actualidad, por ejemplo: escasez, al no ser renovables; contaminantes, por sus emisiones de NO_x, CO, CO₂, etc.; costos, debido al precio del petróleo. La industria automotriz ha contribuido a la contaminación ambiental debido al uso de combustibles no renovables; para mejorar la situación, se pretende concientizar al conductor mediante el conocimiento del consumo de combustible del vehículo. Este estudio presenta el valor del consumo en Cuenca, ciudad ubicada a 2538 m.s.n.m. y con temperaturas que oscilan entre los 14 y 18°C, para la generación de una base de datos que permita comparar los costos calculados con los brindados por el fabricante, cuyos resultados son obtenidos a 0 m.s.n.m. y a 20°C.

Palabras Claves — Consumo de combustible, Ciclo de Conducción, EPA, Dinamómetro de Chasis, Gasolina, Prueba de desaceleración, Dinámica de vehículos.

Abstract

Fossil fuels presented serious problems such as: scarcity due to not being renewable, pollutants due to their NO_x, CO, CO₂ emissions and costly due to the price of oil. The automotive industry contributed to environmental pollution by the use of non-renewable fuels. It was intended to raise awareness among drivers by presenting the fuel consumption in Cuenca, a city located at 2538 m.a.s.l. with temperatures that oscillated between 14 and 18°C. This was used to generate a database that allowed to compare the calculated costs with those provide by the manufacturer, whose results were obtained at 0 m.a.s.l. and 20°C.

Keywords— Fuel Consumption, Driving Cycle, EPA, Chassis Dynamometer, Gasoline, Coast-Down, Vehicle Dynamics.

1. INTRODUCCIÓN

Desde 1970, la Comunidad Económica Europea (CEE), actual Unión Europea (UE), ha tomado medidas para reducir la contaminación atmosférica producida por los vehículos. En 1991, se sentaron las bases para la introducción de las normas anticontaminación EURO, que entraron en vigor en julio de 1992 con EURO 1 [1]. Las normas anticontaminación de vehículos se vuelven cada vez más estrictas, debido al incremento exponencial de la contaminación atmosférica. Para mejorar la situación global, la industria automotriz tienen como objetivo desarrollar combustibles con bajo contenido de carbono y tecnologías con una mayor eficiencia de consumo, reduciéndose así la emisión de dióxido de carbono (CO₂) y el consumo de combustible [2].

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA), cuya misión es cuidar la salud humana y el medioambiente [3], para determinar el consumo de combustible en vehículos utiliza cuatro elementos principalmente: vehículos de prueba, dinamómetro de chasis, ciclos de conducción y equipos de medición.

Un ciclo de conducción es una gráfica de la velocidad del vehículo en función del tiempo que representa la manera típica de conducir los vehículos en un determinado lugar, según los distintos comportamientos del conductor y las situaciones de tráfico [4]. Los ciclos de conducción se utilizan para determinar el consumo de combustible debido a que son repetibles y reproducibles

[4]. La EPA ha desarrollado el ciclo de conducción FTP75 y lo utiliza para determinar el consumo de combustible en vehículos. Los datos de consumo obtenidos por la EPA se encuentran en una base de datos de libre acceso [5]. El FTP75 es el ciclo de conducción utilizado para la certificación de emisiones de los vehículos ligeros en los Estados Unidos [2].

De acuerdo con la dinámica vehicular, un vehículo debe vencer cuatro fuerzas al momento de desplazarse por una carretera. Estas fuerzas son: la resistencia a la pendiente, la resistencia a la rodadura, la fuerza de arrastre y la inercia [6]. Al realizar las pruebas de consumo de combustible en el dinamómetro de chasis, ya que el vehículo no se desplaza, estas fuerzas no están presentes. Para simular estas fuerzas, en Corea Del Sur, I. Lee, D. Seo, S. Kim, S. Ko, Y. Chun y S. Cho, mediante la Norma ISO 10521, determinan los coeficientes A, B, C, los cuales representan inercia, resistencia a la rodadura y fuerza de arrastre, respectivamente. [7].

En Ecuador, la Universidad del Azuay, en el año 2017, realizó el estudio *-Determinación del consumo de combustible de vehículos en base a los ciclos de conducción EPA FTP 75 y EPA HWFET, en dinamómetro de chasis-* [8] mediante el cual se obtuvo el consumo de combustible de veintinueve vehículos en Cuenca, una ciudad ubicada a 2538 m.s.n.m. y con temperaturas que oscilan entre los 14 y 18°C [9]. Este estudio es realizado por la Universidad del Azuay como continuación del antes mencionado y presenta el consumo de veintiocho vehículos; con la variante de que ahora se toma en cuenta los coeficientes A, B, C, y el patrón de cambios, tal y como lo hace la EPA en sus pruebas. Este artículo presenta el caso de estudio de dos de esos vehículos.

En Cuenca, la ciudad de estudio, no se conoce cuánto consumen los vehículos, razón por la cual el objetivo de este estudio es determinar los coeficientes de carretera A, B, C, y el consumo de combustible de vehículos; de esta manera se aportará a la creación de una base de datos con el consumo de los vehículos en Cuenca. Este artículo contiene el consumo de los vehículos Kia Cerato Koup de 2.0 L del año 2010 y Chevrolet Aveo Activo de 1.4 L del año 2007, los cuales fueron escogidos de manera arbitraria.

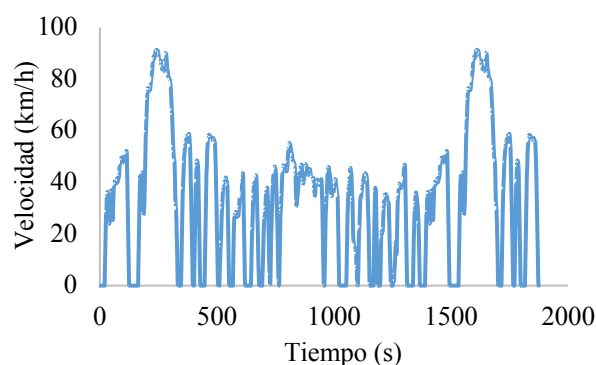
2. MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación, se describen los equipos y la metodología necesaria para determinar el consumo de combustible de vehículos en dinamómetro de chasis, con

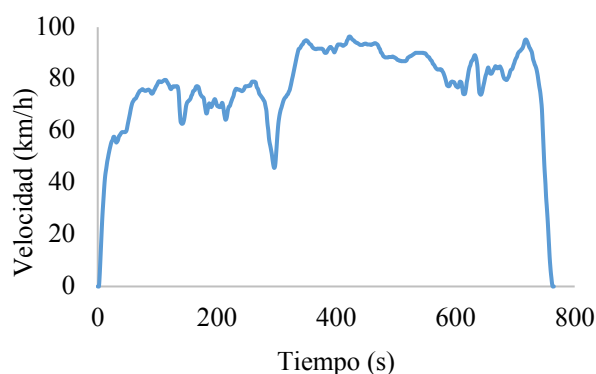
base en los ciclos de conducción EPA: FTP75 y HWFET, ya que estos son utilizados por la EPA para la generación de su base de datos [5].

2.1 Ciclos de conducción

De igual manera que la EPA en su base de datos sobre el consumo de combustible de los vehículos [5], esta investigación utiliza los ciclos de conducción FTP75 y HWFET, los cuales se describen mediante la Fig. 1 y la Tabla 1.



a) Ciclo de conducción FTP75



b) Ciclo de conducción HWFET

Fig. 1. Ciclos de conducción FTP75 y HWFET

TABLA 1
CICLOS DE CONDUCCIÓN FTP75 Y HWFET

	FTP75	HWFET
Distancia (km)	17.77	16.45
Tiempo (s)	1874	765
Velocidad máxima (km/h)	91.25	97
Velocidad promedio (km/h)	34.1	77.7

2.2 Equipos

Los materiales necesarios para realizar las pruebas de consumo se describen en la Tabla 2.

TABLA 2
MATERIALES PARA DETERMINAR CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Equipo	Modelo	Descripción
Vehículo de prueba 1	Kia Cerato Koup	Año: 2010 Cilindraje 2.0 L
Vehículo de prueba 2	Chevrolet Aveo Activo	Año: 2007 Cilindraje 1.4 L
Dinamómetro de chasis	AutoDyn 30	Pot. Max: 895 kW Vel. Max: 362 km/h Carga Eje Max: 3629 kg
Flujómetro	KVM 2012	Rango operación: 20 – 100°C Rango pres: 100 – 1600 kPa S. flujo 1: 250 – 8333 cc/min S. flujo 2: 50 – 833 cc/min Precisión: 1%
GPS	VBOX Sport	Exactitud: 0.1 km/h Frec. de actualización: 20 Hz Mín. Velocidad: 0.1 km/h Máx. Velocidad: 1800 km/h

2.3 Determinación de coeficientes A, B, C

En la carretera de prueba, con el vehículo instrumentado con el GPS, se realiza la prueba de desaceleración libre desde una velocidad de 100 km/h hasta 20 km/h, obteniéndose así datos Velocidad-Tiempo con una frecuencia de 20 Hz. Se realizaron 20 pruebas *Coast-Down* en carretera con el Kia Cerato Koup y 16 en el Aveo Activo. En la Fig. 2 se observa el vehículo en la carretera de prueba.



Fig. 2. Vehículo en la carretera de prueba.

Los datos obtenidos por el GPS se filtran, generándose una tabla con valores de tiempo en distintos intervalos de velocidad en orden descendente. Luego, se determina la fuerza necesaria para desacelerar el vehículo en cada una de las variaciones de velocidad, utilizando la ecuación (1).

$$F = - \frac{(m + mr)}{3.6} \cdot \frac{2 \cdot \Delta V}{\Delta T} \quad (1)$$

Donde:

F = fuerza total de resistencia (N).

m = masa del vehículo de prueba incluido conductor(es) e instrumentos (kg).

mr = masa equivalente del vehículo de prueba (kg); mr puede ser calculada como el 3% de la masa en vacío (masa del vehículo con fluidos excepto combustible).

ΔV = variación de la velocidad (km/h).

ΔT = variación del tiempo (s).

De acuerdo con la norma ISO 10521:1, se realiza una gráfica de dispersión Fuerza - Velocidad. A continuación, mediante una regresión polinómica de segundo orden, se obtiene la ecuación (2). En la Fig. 3 se muestra la curva fuerza - velocidad y la ecuación (2).

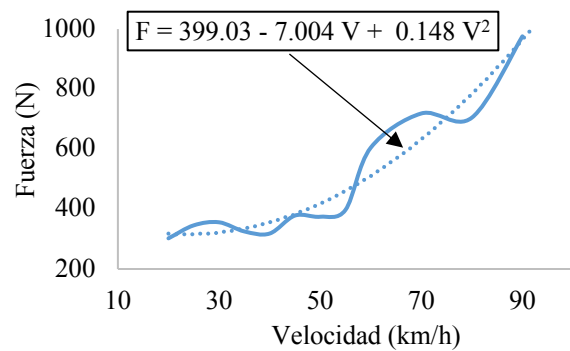


Fig. 3. Curva fuerza - velocidad y ecuación de la fuerza.

$$F = +A_t + B_t V + C_t V^2 \quad (2)$$

Donde:

C_t = resistencia al arrastre [N/(km/h)²].

B_t = resistencia por fricción [N/(km/h)].

A_t = resistencia a la inercia (N).

V = velocidad del vehículo (km/h).

De la ecuación (2) se obtienen los coeficientes objetivos A_t , B_t , C_t . Debido a que se tienen 16 valores (8 de ida y 8 de vuelta) de cada coeficiente, se determina el valor promedio.

Montar el vehículo en el dinamómetro, instrumentarlo con el captador de RPM y proveerlo de ventilación externa para las pruebas en dinamómetro de chasis. En la Fig. 4 se observa el vehículo sobre el dinamómetro con el ventilador frente al motor.



Fig. 4. Vehículo en dinamómetro de chasis.

De las ecuaciones (3, 4 y 5) se obtienen los coeficientes iniciales para el dinamómetro de chasis.

$$A_d = 0.5 * A_t \quad (3)$$

$$B_d = 0.5 * B_t \quad (4)$$

$$C_d = C_t \quad (5)$$

En el dinamómetro, luego de ingresar los coeficientes iniciales A_d , B_d , C_d , se realiza la prueba de desaceleración libre desde una velocidad de 100 km/h hasta 20 km/h, obteniéndose así datos Velocidad - Tiempo con una frecuencia de 1 Hz. Se realizaron 10 pruebas *Coast-Down* en dinamómetro con el Kia Cerato Koup y 8 con el Chevrolet Aveo Activo..

Los datos obtenidos por el dinamómetro se filtran, generándose una tabla con valores de tiempo en distintos intervalos de velocidad en orden descendente. Luego, se determina la fuerza necesaria para desacelerar el vehículo en cada una de las variaciones de velocidad, utilizando la ecuación (6).

$$F = -\frac{(me + mr)}{3.6} \cdot \frac{2 \cdot \Delta V}{\Delta T} \quad (6)$$

Donde:

me = masa de inercia equivalente del dinamómetro de chasis (kg).

mr = masa equivalente del vehículo de prueba (kg); mr puede ser calculada como el 1,5% de la masa en vacío (masa del vehículo con fluidos excepto combustible).

Se realiza una gráfica de dispersión Fuerza-Velocidad. A continuación, mediante una regresión polinómica de segundo orden, se obtiene la ecuación (7).

$$F = C_s V^2 + B_s V + A_s \quad (7)$$

Donde:

C_s = resistencia al arrastre en dinamómetro [N/(km/h)²].

B_s = resistencia por fricción en dinamómetro [N/(km/h)].

A_s = resistencia a la inercia en dinamómetro (N).

De la ecuación (7) se obtienen los coeficientes de ajuste A_s , B_s , C_s . Debido a que se tienen 8 valores de cada coeficiente, se determina el valor promedio.

A continuación, se determinan los coeficientes finales de carretera mediante las ecuaciones (8, 9 y 10).

$$A = A_t + A_d - A_s \quad (8)$$

$$B = B_t + B_d - B_s \quad (9)$$

$$C = C_t + C_d - C_s \quad (10)$$

2.4 Determinación del consumo de combustible

Para determinar el consumo de combustible, con el vehículo montado en el dinamómetro de chasis, se lo instrumentó con un flujómetro y se ejecutaron los ciclos de conducción. Se realizaron 4 pruebas de consumo mediante el ciclo FTP 75 y 5 mediante el ciclo HWFET. En la Fig. 5 se indica el flujómetro KVM 2012 utilizado para medir el caudal de combustible. El flujómetro, que es unidireccional, se conecta después del filtro de combustible y antes del riel de inyección.



Fig. 5. Flujómetro KVM 2012.

En la Fig. 6 se observa la ejecución del ciclo de conducción representado en la pantalla.



Fig. 6. Prueba de consumo de combustible.

3. RESULTADOS

Los resultados obtenidos al final del estudio son los siguientes:

3.1 Coeficientes A, B, C

El valor de los coeficientes objetivos A_t , B_t , C_t y de los coeficientes de ajuste A_s , B_s , C_s están presentados en la Tabla 3.

TABLA 3
COEFICIENTES OBJETIVOS Y DE AJUSTE

Vehículo	Valor de coeficientes	
Cerato Koup	Coeficientes objetivo	A_t [N]
		568.11 ± 137.13
		B_t [N/(km/h)]
		-3.29 ± 1.47
		C_t [N/(km/h) ²]
		0.07 ± 0.01
Aveo Activo	Coeficientes de ajuste	A_s [N]
		247.52 ± 16.89
		B_s [N/(km/h)]
		3.70 ± 0.51
		C_s [N/(km/h) ²]
		-0.011 ± 0.005
Aveo Activo	Coeficientes objetivo	A_t [N]
		531.09 ± 152.11
		B_t [N/(km/h)]
		-1.487 ± 2.32
		C_t [N/(km/h) ²]
		0.077 ± 0.022
Aveo Activo	Coeficientes de ajuste	A_s [N]
		310.94 ± 29.04
		B_s [N/(km/h)]
		2.755 ± 0.942
		C_s [N/(km/h) ²]
		-0.005 ± 0.009

Mediante las ecuaciones (8, 9 y 10) se obtienen los valores de A , B , C para el Kia Cerato Koup y el Chevrolet Aveo Activo. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

TABLA 4
COEFICIENTES DE CARRETERA

Vehículo	Valor de coeficientes	
Cerato Koup	A [N]	320.58
	B [N/(km/h)]	-6.99
	C [N/(km/h) ²]	0.082
Aveo Activo	A [N]	220.15
	B [N/(km/h)]	-4.241
	C [N/(km/h) ²]	0.082

3.2 Determinación del consumo de combustible

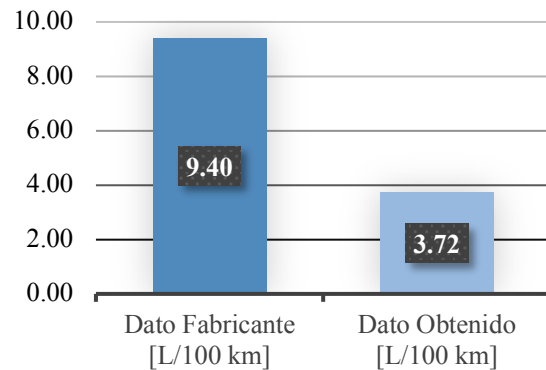
En la Tabla 5 se presentan los valores de consumo de

combustible de cada vehículo siguiendo los ciclos de conducción de la EPA: FTP75 y HWFET.

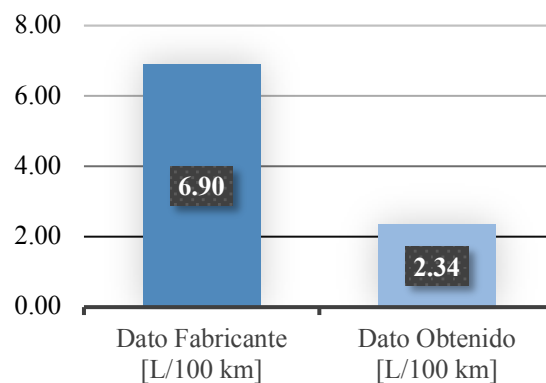
TABLA 5
CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Vehículo	Ciclo de conducción	Consumo (L/100 km)
Cerato Koup	FTP75	3.72 ± 0.06
	HWFET	2.34 ± 0.05
Aveo Activo	FTP75	7.46 ± 0.63
	HWFET	5.76 ± 0.55

En la Fig. 7 se representa la comparación entre el valor del consumo de combustible calculado, con el brindado por la base de datos de la EPA [5], en el Kia Cerato Koup.



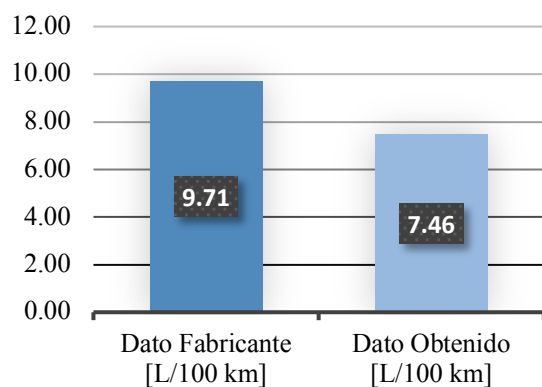
a) Consumo durante ciclo FTP75.



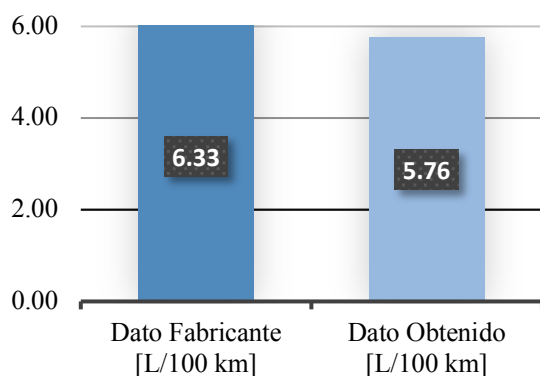
b) Consumo durante ciclo HWFET.

Fig. 7. Consumo del Kia Cerato Koup.

En la Fig. 8 se representa la comparación entre el valor del consumo de combustible calculado, con el brindado por el Ministerio de Energía del Gobierno de Chile [10], en el Chevrolet Aveo Activo.



a) Consumo durante ciclo FTP75.



b) Consumo durante ciclo HWFET.

Fig. 8. Consumo del Chevrolet Aveo Activo.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

El valor de los coeficientes de ajuste de fuerzas de carretera **A**, **B**, **C**, para el **Kia Cerato Koup** es de 320.58 ± 120.24 [N], -6.99 ± 0.96 [N/(km/h)] y 0.082 ± 0.07 [N/(km/h)²], respectivamente; y para el **Chevrolet Aveo Activo** es de 220.15 ± 123.07 [N], -4.241 ± 1.378 [N/(km/h)] y 0.082 ± 0.013 [N/(km/h)²], respectivamente. Se puede observar que el rango de valores para cada coeficiente es alto y, en el caso particular del coeficiente **A** en el **Aveo Activo**, el valor mínimo, **97.09** [N], corresponde al **28%** del valor máximo, **343.22** [N]; esto se debe a que las pruebas *Coast-Down* no fueron realizadas en pista.

Los valores de consumo obtenidos durante las pruebas son inferiores con respecto a los que brinda la EPA y el Ministerio de Energía del Gobierno de Chile; esto puede deberse a que los coeficientes de carretera no fueron obtenidos en pista, o a un error en la programación del dinamómetro de chasis. Para el **Kia Cerato Koup**, el consumo durante el ciclo **FTP75** es del **39.6%** y durante el ciclo **HWFET** es del **33.9%**. Para el **Chevrolet Aveo**

Activo, el consumo durante el ciclo **FTP75** es del **76.8%** y durante el ciclo **HWFET** es del **91%**.

4.2 Recomendaciones

Se requiere de una pista que cumpla los parámetros que indica la norma ISO 10521:1; de esta manera, al momento de realizar las pruebas *Coast-Down*, el rango de valores para cada coeficiente será más ajustado.

Al momento de realizar las pruebas *coast-down* en dinamómetro de chasis, se introdujeron valores **A_d**, **B_d**, **C_d** iguales a cero, debido a que los vehículos no pudieron vencer la inercia del rodillo; se recomienda revisar el dinamómetro de chasis para poder cumplir con el procedimiento que indica la norma ISO 10521:2.

Se recomienda recorrer la ruta tanto para la ida, como para la vuelta, entre dos puntos predeterminados, ignorando si al final de la vuelta el vehículo tiene una velocidad mayor a los 20 km/h.

5. AGRADECIMIENTOS

A nuestros profesores de la escuela de Ingeniería en Mecánica Automotriz de la Universidad del Azuay, por su constante colaboración y tutoría durante la realización de esta investigación.

A nuestro director de tesis, por su participación proactiva al realizar este estudio.

6. REFERENCIAS

- [1] G. O. Duarte, G. A. Gonçalves, and T. L. Farias, "Analysis of fuel consumption and pollutant emissions of regulated and alternative driving cycles based on real-world measurements," *Transp. Res. Part D Transp. Environ.*, vol. 44, pp. 43–54, 2016.
- [2] J. Kim, K. Choi, C. L. Myung, Y. Lee, and S. Park, "Comparative investigation of regulated emissions and nano-particle characteristics of light duty vehicles using various fuels for the FTP-75 and the NEDC mode," *Fuel*, vol. 106, pp. 335–343, 2013.
- [3] O. US EPA, "Nuestra misión y lo que hacemos." [En línea]. Disponible: <https://espanol.epa.gov/espanol/nuestra-mision-y-lo-que-hacemos>. [Accedido: 06-Jul-2018].
- [4] P. Nyberg, E. Frisk, and L. Nielsen, "Driving cycle adaption and design based on mean tractive force ?," *IFAC Proc. Vol.*, vol. 7, no. PART 1, pp. 689–694, 2013.
- [5] O. US EPA, "Fuel Economy." [En línea]. Disponible: <https://www.fueleconomy.gov/>. [Accedido: 06-Jul-2018].
- [6] T. D. Gillespie, *Fundamentals of Dynamic Vehicles.pdf*, Illustrate. Society of Automotive Engineers, 1992, 1992.

- [7] I. Lee, D. Seo, S. Kim, S. Ko, and Y. Chun, "Study on the Impact of Fuel Economy as Tactive Resistance Calculation Methods on HD Chassis Dynamometer for Medium-heavy Duty Vehicle," vol. 23, no. 3, pp. 307–314, 2015.
- [8] W. Vidal and C. Yascaribay, "Determinación del consumo de combustible de vehículos en base a los ciclos de conducción EPA FTP75 y EPA HWFET en dinamómetro de chasis," pp. 1–7, 2017.
- [9] Alcaldía de Cuenca, "Turismo Cuenca Ecuador." [En línea]. Disponible: <http://cuencaecuador.com.ec/>. [Accedido: 12-Sep-2018].
- [10] Ministerio de Energía de Chile., "Etiqueta de Eficiencia Energética." [En línea]. Disponible: http://www.consumovehicular.cl/inicio#/. [Accedido: 12-Sep-2018].