



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 EPA HWFET, en dinamómetro de chasis.**
Casos de estudio: vehículos Hyundai i10 1.1L, 2014 y Chevrolet Dmax 3.0L turbo
diésel, 2013.

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

INGENIERO MECÁNICO AUTOMOTRIZ

Nombre de los autores:

PABLO ESTEBAN ALVARADO MORALES

MISHEL ALEJANDRA MOROCHO OCHOA

Nombre del Director:

GUSTAVO ALVAREZ COELLO

CUENCA-ECUADOR 2018

Dedicatoria:

A mis padres, Renán y Mayra, así como a mis abuelitos
que me han apoyado en cada instante de mi vida y son parte de
mi éxito profesional.

Pablo Esteban

Dedicatoria:

Este trabajo es dedicado a mis padres por guiarme en cada paso y a mis hermanas por su apoyo para cumplir cada meta.

Mishel

AGRADECIMIENTO:

A cada uno de los docentes que forman parte del centro de investigación ERGON por el apoyo brindado durante el transcurso de este trabajo y de manera especial a nuestro director Ing. Gustavo Álvarez que fue uno de los pilares fundamentales para culminar este estudio con éxito.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIAS	ii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE DE CONTENIDOS	v
INDICE DE FIGURAS	vi
INDICE DE TABLAS	vi
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	2
A. Materiales... ..	2
B. Método	3
3. RESULTADOS	4
A. Coeficientes.....	4
B. Consumo de combustible	4
4. CONCLUSIONES	4
5. RECOMENDACIONES	5
6. REFERENCIAS	5

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cargas sobre el vehículo	3
Figura 2. Ciclo de conducción FTP75	3
Figura 3. Ciclo de conducción HWFET.....	3
Figura 4. Consumo de combustible de Dmax 3.0L turbo diésel, 2013	4
Figura 5. Consumo de combustible de Hyundai i10 1.1L, 2014.....	4

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos técnicos de los materiales	2
Tabla 2. Coeficientes de ajuste de los vehículos en carretera y banco dinamométrico	4
Tabla 3. Coeficientes de ajuste de los vehículos.....	4
Tabla 4. Consumo de combustible de los vehículos	4

Determinación del consumo de combustible de vehículos en base a los ciclos de conducción EPA FTP75 y EPA HWFET, en dinamómetro de chasis

Casos de estudio: vehículos Hyundai i10 1.1L, 2014 y Chevrolet Dmax 3.0L turbo diésel, 2013.

Ecuador no posee una base de datos que proporcione el consumo de combustible de vehículos en condiciones propias del país, éste trabajo realiza las mediciones en los vehículos Hyundai i10 y Chevrolet Dmax. Se trabajó bajo la norma ISO 10521-1:2006 para estimar los coeficientes de ajuste del vehículo en carretera (A, B y C), éstos se usaron al momento de aplicar los ciclos de conducción EPA: FTP75 y HWFET, mismos que representan la conducción en zona urbana y carretera, se determinó el consumo mediante un flujometro; los valores obtenidos aportarán a generar una base de datos. Los resultados fueron: Chevrolet Dmax: 9.94 l/100km (FTP75) y 7.79 l/100km (HWFET) y Hyundai i10: 5.43 l/100km (FTP75) y 3.82 l/100km (HWFET).

Palabras Clave: consumo de combustible, ciclos de conducción, coeficientes de ajuste en carretera, desaceleración libre.



Ing. Mateo Coello Salcedo Msc.

Director de Escuela



Ing. Gustavo Álvarez Coello Msc.

Director de Trabajo de Titulación



Pablo Esteban Alvarado Morales

Autor



Mishel Alejandra Morocho Ochoa

Autor

Determination of vehicle fuel consumption based on EPA FTP 75 and EPA HWFET driving cycles in chassis dynamometer.

Study Cases: 2014 Hyundai i10 1.1L and 2013 Chevrolet Dmax 3.0L turbo diesel.

Ecuador does not possess a database that provides the fuel consumption of vehicles under the conditions of the country. This work performed measurements on the Hyundai i10 and Chevrolet Dmax vehicles. The ISO 10521-1:2006 standard was used to estimate the road adjustment coefficients of the vehicle (A, B and C). These were used when applying the EPA FTP75 and HWFET driving cycles that represented driving in urban and highway areas. Consumption was determined using a flow meter. The obtained values contributed to generate a database. The results for Chevrolet Dmax were: 9.94 L/100km (FTP75) and 7.79 L/100km (HWFET). The results for Hyundai i10 were: 5.43 L/100km (FTP75) and 3.82 L/100km (HWFET).

Keywords: fuel consumption, driving cycles, road adjustment coefficients, free deceleration.



Ing. Mateo Coello Salcedo Msc.

Faculty Director



Ing. Gustavo Álvarez Coello Msc

Thesis Director



Pablo Esteban Alvarado Morales

Author



Mishel Alejandra Morocho Ochoa

Author



Translated by
Ing. Paul Arpi

Trabajo de Titulación.

Pablo Esteban Alvarado Morales.

Mishel Alejandra Morocho Ochoa

Octubre, 2018

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

**Casos de estudio: vehículos Hyundai i10 1.1L, 2014 y Chevrolet Dmax 3.0L turbo
diésel, 2013.**

INTRODUCCIÓN

Debido a que en Ecuador no existe una base de datos que muestre el valor de consumo de combustible de los vehículos, surge la necesidad de medir el mismo; este análisis se aplicó en los vehículos Hyundai i10 y Chevrolet Dmax. Se comenzó por realizar pruebas de desaceleración libre (Coast Down) mediante la norma ISO 10521-1:2006 para estimar los coeficientes que representan las fuerzas que soporta el vehículo en carretera (A, B y C), dichos coeficientes fueron introducidos en el banco dinamométrico de chasis al momento de configurar los ciclos de conducción EPA: FTP75 y HWFET, mismos que representan la conducción en zona urbana y carretera respectivamente. Para determinar el consumo instantáneo de estos ciclos se utilizó un flujómetro, posteriormente se procesaron estos datos para determinar el consumo de combustible total y, finalmente los valores obtenidos de cada vehículo se adjuntarán a una base de datos local con la finalidad de informar y guiar tanto a los clientes como a los gobiernos para tomar decisiones en términos de consumo de combustible.

Determinación del consumo de combustible de vehículos en base a los ciclos de conducción EPA FTP75 y EPA HWFET, en dinamómetro de chasis

Casos de estudio: vehículos Hyundai i10 1.1L, 2014 y Chevrolet Dmax 3.0L turbo diésel, 2013.

Pablo Esteban Alvarado Facultad de Ciencia y Tecnología, Ingeniería en Mecánica Automotriz. Universidad del Azuay Cuenca, Ecuador pabloalva23@hotmail.com	Mishel Morocho Ochoa Facultad de Ciencia y Tecnología, Ingeniería en Mecánica Automotriz. Universidad del Azuay Cuenca, Ecuador mishelmo@es.uazuay.edu.ec	Gustavo Álvarez Coello Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Automotriz (ERGON). Universidad del Azuay Cuenca, Ecuador galvarezc@uazuay.edu.ec	Robert Rockwood Iglesias Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Automotriz (ERGON). Universidad del Azuay Cuenca, Ecuador rockwood@uazuay.edu.ec	Francisco Torres Moscoso Facultad de Ciencia y Tecnología, Ingeniería en Mecánica Automotriz. Universidad del Azuay Cuenca, Ecuador ftorres@uazuay.edu.ec
---	---	---	--	---

Resumen—Ecuador no posee una base de datos que proporcione el consumo de combustible de vehículos en condiciones propias del país, éste trabajo realiza las mediciones en los vehículos Hyundai i10 y Chevrolet Dmax. Se trabajó bajo la norma ISO 10521-1:2006 para estimar los coeficientes de ajuste del vehículo en carretera (A, B y C), éstos se usaron al momento de aplicar los ciclos de conducción EPA: FTP75 y HWFET, mismos que representan la conducción en zona urbana y carretera, se determinó el consumo mediante un flujómetro; los valores obtenidos aportarán a generar una base de datos. Los resultados fueron: Chevrolet Dmax: 9.94 l/100km (FTP75) y 7.79 l/100km (HWFET) y Hyundai i10: 5.43 l/100km (FTP75) y 3.82 l/100km (HWFET).

Palabras Clave: consumo de combustible, ciclos de conducción, coeficientes de ajuste en carretera, desaceleración libre

Abstract-- Ecuador does not possess a database that provides the fuel consumption of vehicles under the conditions of the country. This work performed measurements on the Hyundai i10 and Chevrolet Dmax vehicles. The ISO 10521-1:2006 standard was used to estimate the road adjustment coefficients of the vehicle (A, B and C). These were used when applying the EPA FTP75 and HWFET driving cycles that represented driving in urban and highway areas. Consumption was determined using a flow meter. The obtained values contributed to generate a database. The results for Chevrolet Dmax were: 9.94 l/100km (FTP75) and 7.79 l/100km (HWFET). The

results for Hyundai i10 were: 5.43 l/100km (FTP75) and 3.82 l/100km (HWFET).

Keywords: fuel consumption, driving cycles, adjustment coefficients, free deceleration

I. INTRODUCCIÓN

El transporte siempre ha sido fundamental para el desarrollo mundial, puesto que conecta a las personas con sus lugares de trabajo, los centros educativos, los servicios de salud, etc.; permitiendo la interacción entre personas, servicios y empresas, facilitando el crecimiento de ciudades y países. No obstante, a pesar de los grandes beneficios que trae consigo el transporte, también existen consecuencias, por ejemplo: es una causa del cambio climático, ya que según el Grupo Banco Mundial (2017): el 64% del consumo mundial de petróleo y el 27 % del consumo total de energía es destinado para el transporte; además el 23 % de las emisiones mundiales de CO₂ son producidas por los vehículos, las mismas que causan trastornos en la salud como: enfermedades cardiovasculares y pulmonares, así, las emisiones contaminantes son responsables de manera directa de 185 000 muertes cada año, pero este problema empeora con el tiempo, ya que para el año 2050, se estima que en las ciudades vivirán cerca de 5400 millones de habitantes, en consecuencia, la cantidad de vehículos que circulen en las vías se duplicarán y llegarán a 2000 millones. En cuanto a nuestro país, en Ecuador el transporte consume el 52,8 % de la energía según el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables (2013), el 43,22% de las emisiones de gases de efecto invernadero que comprende (CO₂, CH₄,

N₂O), son producidas por el transporte ya que actualmente en Ecuador existen 2 267 344 vehículos en circulación de acuerdo a los reportes de la AEADE (2018), con un incremento entre el año 2010 y 2015 del parque automotor de 57 %, según el INEC (2016).

Debido a la demanda de combustible que tiene el sector automotriz, países como Estados Unidos, China y la Unión Europea han optado por movilizarse en vehículos de bajo consumo de combustible, con un rendimiento promedio de 6 l/100 km en el año de 2017, y éstos se proyectan, que para el año

2040 el consumo de combustible de los vehículos que circulen por estos países se reduzca a aproximadamente 3 l/100km, así lo muestra BP Statistical Review of World Energy 2017 (2018).

Estados Unidos tiene la Agencia de Protección del Medioambiente (EPA), la cual se encarga de desarrollar una base de datos con los valores de consumo de combustible de cada vehículo que se comercializa en el país, con la finalidad de guiar a los consumidores a adquirir vehículos de bajo consumo, para esto, utiliza ciclos de conducción que representa la velocidad del vehículo vs. tiempo; éste es utilizado para evaluar el consumo de combustible y emisiones contaminantes de un vehículo en un método normalizado, de este modo, diferentes vehículos pueden ser comparados (Restrepo, Carranza, & Tibarquera, 2007), éstos son propios de cada lugar, en el caso de Estados Unidos, los ciclos de conducción se denominan: HWFET para autopista y FTP75 para ciudad, los datos obtenidos se ingresan a una base de datos publicados en la página oficial de la EPA, que informa a todos los consumidores el valor real de consumo de combustible de dicho vehículo en el país.

En Ecuador no existe una base de datos que muestre el valor de consumo de combustible de los vehículos y debido a que es un país en donde la geografía tiene grandes variaciones de altitud, y se ha demostrado, como lo indica un estudio sobre los efectos de la altitud sobre la combustión realizado en Oruro-Bolivia (3706 msnm), el cual determinó que al aumentar la altitud, la densidad del aire disminuye, lo que provoca que el consumo de combustible incremente (Velasco & Velasco, 2014) por esta razón, se necesita realizar mediciones en cada ciudad para determinar el consumo de cada vehículo, ya que los datos que nos da el fabricante son en condiciones diferentes a las que tenemos en nuestras ciudades, en cuanto a altitud, presión atmosférica, humedad, etc. Así mismo, Quinchimbla y Solís (2017) en la Escuela Politécnica Nacional, desarrollaron ciclos de conducción en ciudad, carretera y combinado que son propios para la ciudad de Quito, éstos permiten evaluar el rendimiento real de combustible; se utilizó un vehículo Chevrolet Aveo 1.4, 2008, y concluyeron que hubo un incremento del 36% de consumo con respecto al valor del fabricante.

Debido a esto, surge la necesidad de medir el valor de

consumo de combustible de los vehículos Hyundai i10 1.0L, 2014 y Chevrolet Dmax 3.0L turbo diésel, 2013, los cuales están entre los automóviles más vendidos en el país. Se comenzará por realizar pruebas de desaceleración libre (Coast Down), mediante la norma ISO 10521-1:2006 para estimar los coeficientes que representan las fuerzas que soporta el vehículo en carretera (A, B y C), dichos coeficientes serán introducidos en el banco dinamométrico de chasis al momento de aplicar los ciclos de conducción EPA: FTP75 y HWFET, mismos que representan la conducción en zona urbana y carretera respectivamente. Para determinar el consumo instantáneo de estos ciclos se utilizará un flujómetro, posteriormente se procesarán estos datos para determinar el consumo de combustible total y, finalmente los valores obtenidos de cada vehículo se adjuntarán a una base de datos local.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Materiales

Para este estudio se utilizaron los vehículos Hyundai i10 1.1L, 2014 y Chevrolet Dmax 3.0L turbo diésel, 2013, sus características técnicas junto con las de los demás equipos utilizados se muestran en la tabla 1.

TABLA I. DATOS TÉCNICOS DE LOS MATERIALES

MATERIALES		
Datos	Vehículos	
Modelo	Chevrolet Dmax	Hyundai i10
Año	2013	2014
Combustible	Diésel	Gasolina
Cilindrada	2999 cc	1250 cc
Peso	1850 kg	1000 kg
Diámetro de rueda	72 cm	56 cm
	GPS	
Frecuencia de datos	20 Hz	
Precisión	± 0.1 km/h	
Velocidad máxima	1800 km/h	
	Banco Dinamométrico	
Potencia máxima:	2,500 HP (1,864 kW)	
Velocidad máxima	225 mph (362 km/h)	
	Flujómetro	
Combustible	Diésel	Gasolina
Precisión	±1 %	±0,2 %
Rango	15-500 L/h	3-100 L/h

B. Métodos

Primero se realizan pruebas de desaceleración libre (Coast Down) en base a la norma ISO 10521-1:2006: Vehículos de carretera - Carga de carretera: Parte 1: Determinación bajo condiciones atmosféricas de referencia y Parte 2: Reproducción en el dinamómetro de chasis; obteniéndose así, datos de tiempo y velocidad con el uso de un GPS cuyas especificaciones se muestra en la tabla 1; seguidamente, estos datos se procesan para estimar los factores de ajuste de las fuerzas en carretera “A, B, y C”, mismos que representan las fuerzas de Arraste (F_d), Rodadura (R_x), Pendiente (R_g) y la Inercia (R_i), que actúan

sobre el vehículo en carretera en condiciones atmosféricas específicas, necesarias para pruebas como consumo de combustible.

Dinámica Longitudinal

Para determinar las cargas en el vehículo (ver figura 1) en condiciones arbitrarias es una simple aplicación de la segunda ley de Newton. Cualquier cuerpo que deba moverse de forma continua y uniforme deberá recibir una fuerza impulsora que iguale y anule las fuerzas que se opongan al movimiento. (Gillespie, 1996)

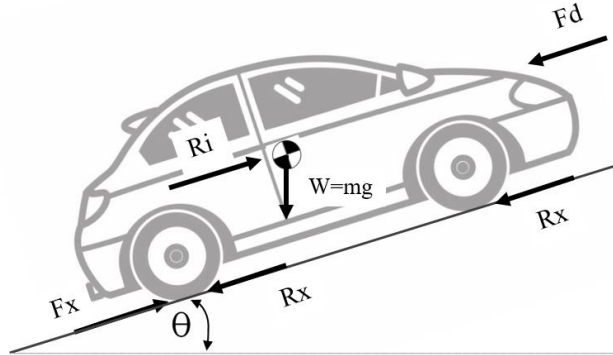


Fig.1 Cargas sobre el vehículo

$$\sum F_x = M \times a \quad (1)$$

Donde:

F_x = Fuerza en la dirección x [N]

M = Masa del cuerpo [kg]

a = Aceleración en la dirección x [m/s²]

$$F_x - F_d - R_x - R_g = M \times a \quad (2)$$

Donde:

F_x = Fuerza de propulsión [N]

F_d = Fuerza de arrastre [N]

R_x = Resistencia a la rodadura [N]

R_g = Resistencia debido a la pendiente [N]

Posteriormente, se procede a graficar la fuerza vs la velocidad, la misma que se calcula con la ecuación 3.

$$F = -(M + Mr) / 3.6 * (2 * \Delta V) / \Delta t \quad (3)$$

Luego, se realiza una regresión cuadrática para obtener la ecuación de ajuste a la curva de la gráfica de la fuerza vs la velocidad, la misma que tiene el siguiente formato.

$$F = A + B * V + C * V^2 \quad (4)$$

Previo al desarrollo de los ciclos de conducción, se equipa el vehículo con el flujómetro ya sea diésel o gasolina, según corresponda; después los coeficientes de ajuste A, B y C (A= inercia, peso; B= fricción, tren motriz y C=

arrastre) son ingresados en la configuración del banco dinamométrico de chasis al momento de cargar los ciclos de conducción: FTP75 (ver figura 2.) y HWFET (ver figura 3).

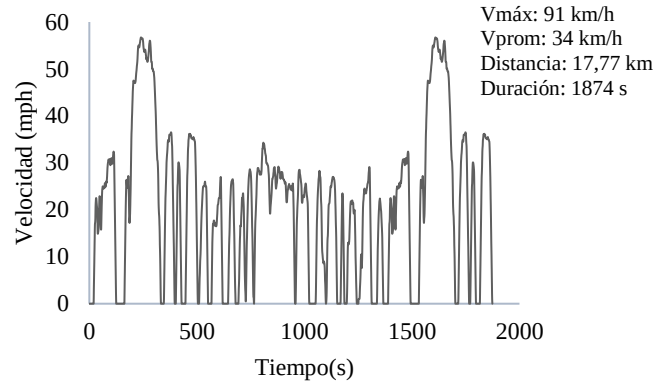


Fig.2 Ciclo de conducción FTP75

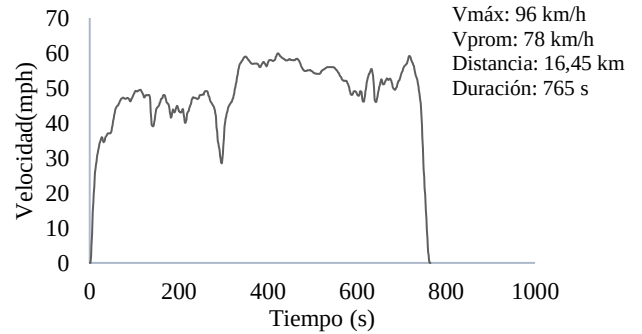


Fig.3 Ciclo de conducción HWFET

Se realizaron diez pares de pruebas para determinar los coeficientes A, B y C de carretera, doce para el banco dinamométrico y cinco pruebas para cada ciclo de conducción, cuyos resultados de consumo fueron trasladados directamente desde el flujómetro hacia un computador para su análisis, y así obtener el valor de consumo de combustible total durante cada ciclo.

III. RESULTADOS

A. Coeficientes

Se calcularon los factores de ajuste de las fuerzas de carretera, realizando pruebas de desaceleración libre (Coast Down) tanto en carretera como en un banco dinamométrico, siendo n el número de pruebas que se realizó, los resultados en la tabla 2.

TABLA 2 COEFICIENTES DE AJUSTE DE LOS VEHÍCULOS EN CARRETERA Y BANCO DINAMOMÉTRICO

Coeficientes de ajuste carretera		
n=20	Vehículos	
Coeficientes	Chevrolet Dmax	Hyundai i10
A	566.21	343.26
B	5.286	3.99
C	0.045	0.019
Coeficientes de ajuste banco dinamométrico		
n=12	Vehículos	
Coeficientes	Chevrolet Dmax	Hyundai i10
A	365.75	204.09
B	9.59	2.958
C	-0.035	-0.008

Para obtener los coeficientes finales A, B, y C, se calcula la diferencia entre los coeficientes de ajuste obtenidos en carretera y en el banco dinamométrico, los valores se presentan en la tabla 3.

TABLA 3. COEFICIENTES DE AJUSTE DE LOS VEHÍCULOS

Coeficientes de Ajuste		
	Vehículos	
Coeficientes	Chevrolet Dmax	Hyundai i10
A	200.46	139.16
B	-4.31	1.03
C	0.08	0.028

B. Consumo de Combustible

Los resultados de consumo de combustible de los dos vehículos siguiendo los ciclos de conducción FTP75 y HWFET se muestran en la tabla 4.

TABLA 4. CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE LOS VEHÍCULOS

Consumo de combustible		
n=5		
	Vehículos	
FTP75	Chevrolet Dmax	Hyundai i10
Unidades		
km/l	10.06 ± 0.32	18.5 ± 1.16
l/100 km	9.94 ± 0.16	5.4 ± 0.17
MPG	23.66 ± 2.9	43.5 ± 3.9
km/gal	38.07 ± 2.4	70.02 ± 3.7
HWFET	Chevrolet Dmax	Hyundai i10
km/l	12.8 ± 1.65	26.17 ± 2.16
l/100 km	7.79 ± 0.5	3.82 ± 0.23
MPG	30.11 ± 3.1	61.56 ± 2.6
km/gal	48.45 ± 2.5	99.05 ± 2.17

Estos valores se comparan con los datos del fabricante y la diferencia entre éstos se observa en las siguientes gráficas (ver figura 4 y 5).

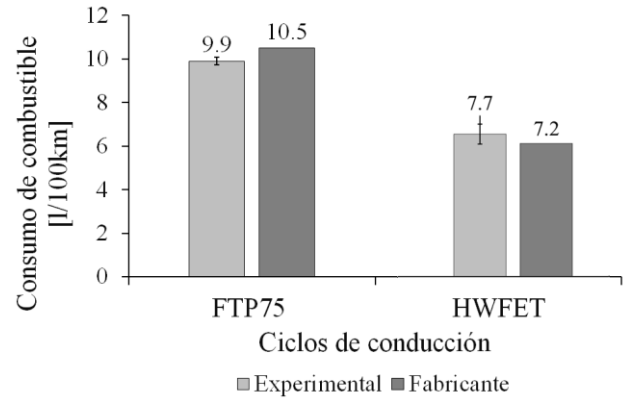


Fig.4 Consumo de combustible de Dmax 3.0L turbo diésel, 2013

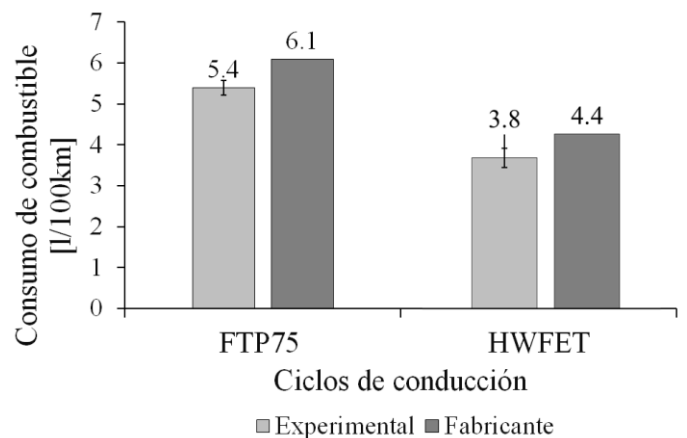


Fig.5 Consumo de combustible de Hyundai i10 1.1L, 2014

IV. CONCLUSIONES

Ecuador no posee una base de datos que muestre el valor de consumo de combustible de los vehículos más vendidos en el país, ya que, los datos que nos brinda el fabricante, son medidos en condiciones diferentes a las que tenemos en nuestras ciudades, en cuanto a altitud, presión atmosférica, humedad, etc. Por lo cual, se midió el valor de consumo de combustible de dos vehículos.

Luego de analizar diferentes investigaciones se ha determinado que la forma más común de medir el consumo de combustible es emplear un dinamómetro basado en un ciclo de conducción, ya que representa un determinado sector y su respectivo modo de conducción, éste es un método normalizado, de esta manera, diferentes vehículos pueden ser comparados, en lo que a rendimiento de combustible se refiere; específicamente en nuestro trabajo se utilizaron dos ciclos de conducción EPA: zona urbana (FTP75) y carretera (HWFET); para medir el consumo de combustible se instrumentó cada vehículo con un

flujómetro, los modelos que se emplearon fueron: Hyundai i10 1.1L, 2014 y Chevrolet Dmax 3.0L turbo diésel, 2013. Seguidamente, se estimaron los factores de ajuste de las fuerzas en carretera “A, B y C”, necesarios para la medición de consumo de combustible en pruebas en dinamómetro de chasis, los cuales fueron en el vehículo Chevrolet Dmax: A= 200.46, B= -4.31, C= 0.08 y en el vehículo Hyundai i10: A= 139.16, B= 1.03 y C= 0.028, mismos que representan las fuerzas de inercia, peso (A); fricción, tren motriz (B) y arrastre (C).

Mediante el uso del flujómetro de diésel y de gasolina dependiendo del vehículo, se obtuvieron como resultados los siguientes valores: en el vehículo Chevrolet Dmax 9.9 l/100km en urbano y 7.7 l/100km en carretera, variando aproximadamente un 6% del valor del fabricante y en vehículo Hyundai i10 5.43 l/100km en zona urbana y 3.82 l/100km en carretera con una diferencia del 14% con el dato del fabricante; esta variación se debe a que no se conoce los ciclos de conducción y el método de medición usados por el fabricante, por lo que nuestros resultados pueden servir de como valores de referencia para comparaciones con futuras mediciones similares.

En definitiva, este tipo de estudios si se realizarán en todos los vehículos que circulan en el país, aportarían a generar una base de datos local, con la finalidad de informar y guiar tanto a los clientes como a los gobiernos para tomar decisiones en términos de consumo de combustible, visto que, en nuestro país, el costo de combustible tiende a incrementar en los próximos años, siendo de gran utilidad para orientar a los consumidores, los cuales optarán por vehículos de bajo consumo de combustible.

V. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un número mayor de pruebas tanto para (Coast Down) como para ciclos de conducción para reducir el intervalo de confianza, además utilizar otro vehículo del mismo modelo y características de los utilizados para comparar los resultados, demostrar que sean repetibles, y así validar los valores obtenidos.

Asimismo, se aconseja aumentar la muestra de vehículos para seguir aportando a la base de datos que se espera crear para brindar valores reales de consumo de combustible.

También se sugiere utilizar acoples rápidos para las conexiones del flujómetro, para reducir el tiempo de instalación y el derramamiento de combustible.

VI. REFERENCIAS

- AEADE. (2018). *Asociación de empresas automotrices del Ecuador*. Obtenido de <http://www.aeade.net/boletin-sector-automotor-en-cifras/>
- DieselNet. (08 de 2014). *Emission Test Cycles*. Obtenido de <https://www.dieselnets.com/standards/cycles/ftp75.php>
- Gillespie, T. (1996). *Fundamental of Vehicle Dynamics*. Estados Unidos: SAE.
- Global, B. (2018). *BP Statistical Review of World Energy 2017*. Obtenido de <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>
- Gomeskly, R. (2013). *Sustainable Energy for All*. Obtenido de Seforall: https://www.seforall.org/sites/default/files/Ecuador_RAGA_ES_Released.pdf
- INEC. (2016). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Obtenido de INEC: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/el-parque-automotor-de-ecuador-crecio-57-en-cinco-anos/>
- ISO, 1.-1. (2006). *Determination under reference atmospheric conditions*. Suiza: ISO.
- López Terán, J. (2013). *Evaluación de consumo de combustible de vehículos livianos en el distrito metropolitano de Quito*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Martínez, J. (2014). *Desarrollo de un ciclo de conducción en sustitución del NEDC*. Escuela Técnica Superior de Ingeniería ICAI.
- Mundial, G. B. (2017). *Banco Mundial*. Obtenido de Banco Mundial: <https://www.bancomundial.org/es/topic/transport/overview#1>
- Quinchimbla, F., & Solís, J. (2017). *Desarrollo de ciclos de conducción en ciudad, carretera y combinado para evaluar el rendimiento real del combustible de un vehículo con motor de ciclo Otto en el distrito metropolitano de Quito*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Restrepo, A., Carranza, Y., & Tobarquera, J. (2007). *Diseño y aplicación de una metodología para determinar ciclos de conducción vehicular en la ciudad de Pereira*. En *Scietia et Technica*.
- Rodríguez, J., & Villar, J. (2017). *Sistemas de Transmisión y frenado*. España: macmillan education.
- Velasco, C., & Velasco, J. (2014). *Efectos de la altitud sobre la combustión*.