



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.

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

INGENIERO MECÁNICO AUTOMOTRIZ

Nombre de los autores:

RAFAEL ANTONIO ROMERO SARMIENTO

PAUL FERNANDO BORJA BUESTAN

Nombre del director:

FRANCISCO TORRES MOSCOSO

CUENCA-ECUADOR

2018

Dedicatoria:

Esta tesis va dedicada a Dios por guiarme cada paso de la vida, a mi esposa e hija que son la motivación para culminar una etapa más y mi familia que siempre me han apoyado a ser una mejor persona y un gran profesional.

Rafael Antonio

Dedicatoria:

La presente tesis lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados. A mis padres, Rafael y Mariana, a mi esposa Lina, por brindarme siempre su apoyo en cada paso de mi vida.

Paúl

AGRADECIMIENTO:

Especial a nuestro director de tesis por su apoyo incondicional en todo momento. De igual manera a todos los profesores de la universidad ya que ellos nos brindaron sus conocimientos que fueron muy útiles para el desarrollo de esta tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIAS.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE DE CONTENIDOS.....	v
INDICE DE FIGURAS.....	vi
INDICE DE TABLAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIALES Y METODOS	2
<i>A. Materiales</i>	2
<i>B. Métodos</i>	2
III. RESULTADOS	4
<i>A. Coeficientes</i>	4
<i>B. Ciclos de conducción</i>	5
<i>C. Consumo de combustible.</i>	5
IV. CONCLUSIONES.	6
V. RECOMENDACIONES.....	6
VI. REFERENCIAS:.....	6

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Dinamómetro de chasis	2
Fig. 2. Curva de desaceleración libre en carretera.....	2
Fig. 3. Obtención de los coeficientes de ajuste en carretera, mediante una regresión polinómica.....	3
Fig. 4. Diagrama del proceso, estimación del consumo de combustible.....	4
Fig. 5. Ciclo de conducción experimental vs ciclo de la EPA	5
Fig. 6. Ciclo de conducción experimental vs ciclo de la EPA	5
Fig. 7. Ciclo de conducción FTP75, en fundición del régimen del motor y el tiempo.	5
Fig. 8. Ciclo de conducción HWFET, en fundición del régimen del motor y el tiempo.	5

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especificaciones técnicas de los vehículos.	2
Tabla 2. Factores que influyen en el consumo del combustible.	2
Tabla 3. Coeficientes de ajuste – Prueba en carretera.	4
Tabla 4. Coeficientes de ajuste – Prueba en dinamómetro de chasis.	4
Tabla 5. Coeficientes de ajuste.	5
Tabla 6. Consumo de combustible Mazda 3.	6
Tabla 7. Consumo de combustible Chevrolet Sail.....	6

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 Mazda 3 2.0L 2008 y Chevrolet Sail 1.4L 2013.

RESUMEN

Este artículo científico se enfoca en la creación de una base de datos del consumo de combustible, para vehículos livianos a gasolina en el Ecuador, especialmente para las ciudades de altura (2500msnm), con fundamento en la norma ISO10521 (1-2), se realizó pruebas de desaceleración libre (coast down), para obtener los coeficientes A,B,C que se usaron en el dinamómetro de chasis, para la estimación de consumo de combustible mediante los ciclos de conducción urbano FTP75 y de carretera HWFET de la US EPA, en los vehículos Mazda3, 2.0L T/M 2008 y Chevrolet Sail 1.4L T/M 2013, siendo los resultados obtenidos para el Mazda3: en el ciclo urbano 7.73 ± 0.75 [L/100km] y en ciclo de carretera 6.24 ± 0.03 [L/100km]; mientras que para el Chevrolet Sail, los resultados fueron: en ciclo urbano 5.97 ± 0.04 [L/100km] y en ciclo de carreta 3.48 ± 0.22 [L/100km].

Palabras Clave— desaceleración libre, consumo de combustible, ciclos de conducción, dinamómetro de chasis.



Ing. Mateo Coello Salcedo, MSc.

Director de Escuela



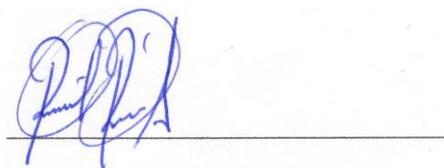
Ing. Francisco Torres Moscoso, MSc.

Director del trabajo de titulación



Rafael Antonio Romero Sarmiento

Autor



Paúl Fernando Borja Buestán

Autor

Determination of vehicle fuel consumption based on EPA FTP75 and EPA HWFET driving cycles in a chassis dynamometer.

Study cases: 2008 Mazda 3 2.0L and 2013 Chevrolet Sail 1.4L.

ABSTRACT

This paper focused on the creation of a fuel consumption database for light gasoline vehicles in Ecuador, especially for high altitude cities (2500 masl). Free deceleration tests were carried out based on the ISO10521 (1-2) standard to obtain the coefficients A, B and C. These were used in the chassis dynamometer for the estimation of fuel consumption through the urban FTP75 and road HWFET driving cycles of the US EPA standard in a 2008 Mazda 3 2.0L M/T and a 2013 Chevrolet Sail 1.4L M/T. The results obtained for the Mazda 3 vehicle in the urban cycle were 7.73 ± 0.75 [L/100km] and in the road cycle were 6.24 ± 0.03 [L/100km]. The results for the Chevrolet Sail vehicle were 5.97 ± 0.04 [L/100km] in the urban cycle and 3.48 ± 0.22 [L/100(m)] in the road cycle.

Keywords— Free deceleration, fuel consumption, driving cycles, chassis dynamometer.



Ing. Mateo Coello Salcedo, MSc.

Director de Escuela



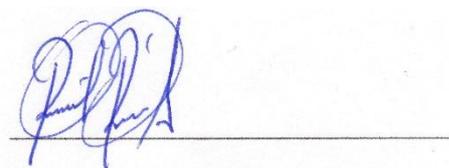
Ing. Francisco Torres Moscoso, MSc.

Director del trabajo de titulación



Paúl Fernando Borja Buestán

Autor



Rafael Antonio Romero Sarmiento

Autor



AZUAY

Dpto. Idiomas



Translated by
Ing. Paul Arpi

Trabajo de Titulación.

Rafael Antonio Romero Sarmiento.

Paúl Fernando Borja Buestán.

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.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo presenta una metodología para la determinación de consumo de combustible de los vehículos livianos a gasolina en el Ecuador, especialmente para las ciudades de altura (2500msnm), con fundamento en la norma ISO10521 (1-2), se realizó pruebas de desaceleración libre (coast down), para obtener los coeficientes A,B,C que se usaron en el dinamómetro de chasis, para la estimación de consumo de combustible mediante los ciclos de conducción urbano FTP75 y de carretera HWFET de la US EPA, en los vehículos Mazda3, 2.0L T/M 2008 y Chevrolet Sail 1.4L T/M 2013.

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 Mazda 3 2.0L 2008 y Chevrolet Sail 1.4L 2013.

*Paúl F. Borja, Rafael A. Romero
Universidad del Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología,
Escuela de Ingeniería en Mecánica Automotriz,
Av. 24 de mayo 7-77 y Hernán Malo, Cuenca, Ecuador
pborja_1306_@hotmail.com, rafars_15@hotmail.com*

Resumen

Este artículo científico se enfoca en la creación de una base de datos del consumo de combustible, para vehículos livianos a gasolina en el Ecuador, especialmente para las ciudades de altura (2500msnm), con fundamento en la norma ISO10521 (1-2), se realizó pruebas de desaceleración libre (coast down), para obtener los coeficientes A, B, C además que se usaron en el dinamómetro de chasis, para la estimación de consumo de combustible mediante los ciclos de conducción urbano FTP75 y de carretera HWFET de la US EPA, en los vehículos Mazda3, 2.0L T/M 2008 y Chevrolet Sail 1.4L T/M 2013, siendo los resultados obtenidos para el Mazda3: en el ciclo urbano 7.73 ± 0.75 [L/100km] y en ciclo de carretera 6.24 ± 0.03 [L/100km]; mientras que para el Chevrolet Sail, los resultados fueron: en ciclo urbano 5.97 ± 0.04 [L/100km] y en ciclo de carreta 3.48 ± 0.22 [L/100km].

Palabras clave— desaceleración libre, consumo de combustible, ciclos de conducción, dinamómetro de chasis.

Abstract

This paper focused on the creation of a fuel consumption database for light gasoline vehicles in Ecuador, especially for high altitude cities (2500 masl). Free deceleration tests were carried out based on the ISO10521 (1-2) standard to obtain the coefficients A, B and C. These were used in the chassis dynamometer for the estimation of fuel consumption through the urban FTP75 and road HWFET driving cycles of the US EPA standard in a 2008 Mazda 3 2.0L M/T and a 2013 Chevrolet Sail 1.4L M/T. The results obtained for the Mazda 3 vehicle in the urban cycle were 7.73 ± 0.75 [L/100km] and in the road cycle were 6.24 ± 0.03 [L/100km]. The results for the Chevrolet Sail vehicle were 5.97 ± 0.04 [L/100km] in the urban cycle and 3.48 ± 0.22 [L/100(m)] in the road cycle.

Keywords— Free deceleration, fuel consumption, driving cycles, chassis dynamometer.

I. INTRODUCCIÓN

La EPA (agencia de protección ambiental de los EE.UU) realiza homologaciones con dos propósitos principales: 1) monitorear el cumplimiento de los fabricantes de automóviles con las normas de ahorro de combustible y emisiones de gases de efecto invernadero y 2) informar a los consumidores sobre el rendimiento de combustible de los automóviles y camionetas.[1]

La EPA estima contaminación y consumo de combustible con sus ciclos de conducción desde 1978, entre los ciclos propuestos por la EPA este artículo usa el FTP75 y HWFET, ya que son ciclos repetitivos y avalados para consumo en carretera y ciudad, en el Ecuador existen vehículos sin datos de rendimiento proporcionados por el fabricante, como es el caso del Chevrolet Sail, por lo que el aporte será crear una base de datos del consumo de combustible para los vehículos propuestos en el tema que circulan en nuestro medio a 2500msnm. Además en Ecuador Chevrolet lidera el mercado de ventas tanto en autos como camionetas, acaparando el mercado con más del 50% de ventas anuales, tanto en 2008 como en 2013 se vendieron en todo el país alrededor de 50000 vehículos livianos, en Azuay en esos años se vendieron alrededor de 7000 autos de todas las marcas [2] entre ellos se encuentran el Mazda 3 y el Sail que son usados como casos de estudio.

En el vehículo se analizan las fuerzas que se oponen al desplazamiento del mismo y que el motor debe vencer siendo: la resistencia aerodinámica (F_d), la resistencia al rodamiento, (R_x) la resistencia por pendiente (R_g) y la resistencia por inercia (R_i) [3]. Asimismo los coeficientes de resistencia aerodinámica “ C_d ” y de resistencia a la rodadura “ F_r ” se realiza a través de pruebas de desaceleración libre, para instrumentar y obtener datos sobre el comportamiento cinemático del vehículo durante la pendiente se utiliza acelerómetros o registradores de tiempo-velocidad-distancia, por medio de sistema de adquisición de datos a bordo accesible por la interfaz OBD-II y un GPS [4], para este caso de estudio se aplica la norma ISO 10521.

El agotamiento de los combustibles fósiles es un problema en muchos países. Se anuncio que alrededor del 30% de la energía

es consumida por el sector del transporte [5]. Puesto que hoy en día reducir el consumo de combustibles y las emisiones es el mayor reto que enfrentan los fabricantes de automóviles. En Estados Unidos, la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA), dispone de una base de datos sobre el consumo de combustible, que estima el consumo de combustible en cierta cantidad de Kilómetros recorridos [6].

El trabajo de investigación se enfoca en la determinación de consumo de combustible de vehículos en base a los ciclos de conducción EPA FTP75 y EPA HWFET, en dinamómetro de chasis, para el caso de estudio se selecciona los vehículos: Mazda 3 2.0L, 2008 y Chevrolet Sail 1.4L, 2013, para la creación de una base de datos. Realizando la comparación de la medición del consumo de combustibles en los vehículos mencionados con referencia a los consumos entregados por la ficha técnica.

II. MATERIALES Y METODOS

A. Materiales

Para el desarrollo de este ensayo se utilizó un dinamómetro de chasis el cual se puede ver en la figura 1, y tiene las siguientes características: velocidad máxima de 362 (km/h), potencia máxima de 1.200 (hp) y soporta un peso máximo de 3.629(kg).[7]



Fig. 1. Dinamómetro de chasis

Es necesario introducir los datos de coeficientes de ajuste de carga A, B, C, al dinamómetro de chasis para determinar el consumo de combustible. Para la estimación de los coeficientes de ajuste se utiliza un dispositivo de adquisición de datos (GPS), el cual indica la velocidad, tiempo y altura, para luego ser exportados a hojas de cálculo para su análisis.

Para la estimación del consumo de combustibles de los vehículos se realizan en un dinamómetro de chasis, en el cual se simula las cargas del vehículo a las cuales debe enfrentarse al desplazarse, esto lo hace siguiendo un ciclo de conducción predeterminado, tales como el FTP75 y el HWFET.

B. Métodos

En esta investigación se utilizaron los siguientes vehículos: Mazda 3 2.0 L, 2008 y Chevrolet Sail 1.4 L, 2013 que cuenta con las siguientes especificaciones técnicas descritas en la tabla

1 y factores que influyen en el consumo de combustible[8], como se indica en la tabla 2.

Tabla 1. Especificaciones técnicas de los vehículos.

	Unidad	Mazda 3 ^a	Chevrolet Sail ^b
Año	[-]	2008	2013
Cilindraje	[L]	2.0	1.4
Potencia	[hp]	150	102
Transmisión	[-]	Manual	Manual
Masa	[Kg]	1320	1087

Fuente: ^a (auto-data.net, 2018). ^b (chevrolet.com, 2016).

Tabla 2. Factores que influyen en el consumo del combustible.

	Densidad aire	Temperatura ambiente	Altitud	Presión atmosférica
Unidad	[kg/m ³]	[°C]	[msnm]	[hPa]
	0.91	15	2500	747.79

Fuente: (redenti.ups.edu.ec)

Para estimar el consumo de combustible es necesario determinar las fuerzas resistivas que se oponen al movimiento del vehículo A(coeficiente de inercia), B(coeficiente de rodadura), C(coeficiente de arrastre), mediante pruebas de desaceleración libre (Coast Down test) de acuerdo a la Norma ISO 10521[9], se lleva al vehículo a una velocidad de 100 Km/h, y después se permite que el vehículo se detenga por la resistencia del aire y la resistencia a la rodadura, en total se realizaron 20 pruebas para cada vehículo. Para la obtención de los datos tales como velocidad, tiempo y altura, se utiliza un dispositivo de adquisición de datos (GPS), se puede observar en la figura 2, la curva característica de la prueba de desaceleración libre, mientras el tiempo se incrementa disminuye la velocidad.

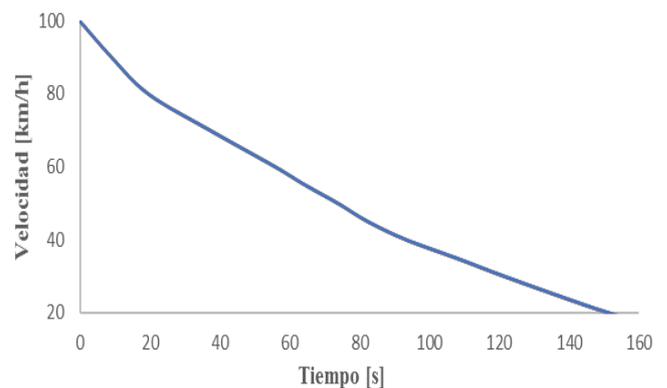


Fig. 2. Curva de desaceleración libre en carretera

Se realiza un análisis de datos mediante tablas de cálculo para determinar los coeficientes de ajuste de carga en carretera A_t , B_t , C_t , se utilizan los datos obtenidos en las pruebas desaceleración libre (velocidad y tiempo), se procede a estimar la fuerza generada en cada intervalo de tiempo, mediante la ecuación.

$$F = \left(\frac{m + m_r}{3.6} \right) \cdot 2 \left(\frac{\Delta V}{\Delta t} \right) \quad (6)$$

Donde:

m = masa del vehículo (ocupantes y los equipos) [kg]

m_r = masa del vehículo [kg]

ΔV = variación de velocidad [m/s]

Δt = variación de tiempo [s]

Los coeficientes de ajustes en carretera se obtienen, mediante una gráfica de dispersión, en donde se muestra la velocidad vs la fuerza calculada en cada intervalo de tiempo, en la figura 3 se observa que, a mayor velocidad, mayor será la fuerza que se opone al movimiento del vehículo. Posteriormente se obtiene la línea de tendencia para determinar los coeficientes de ajuste en carretera A_t , B_t , C_t , como se muestra en la figura 3, la curva que describe es una polinómica de segundo orden y el valor de R^2 (coeficiente de determinación) para describir la confiabilidad de la línea de tendencia, siendo más fiable cuando R^2 se aproxima a 1.

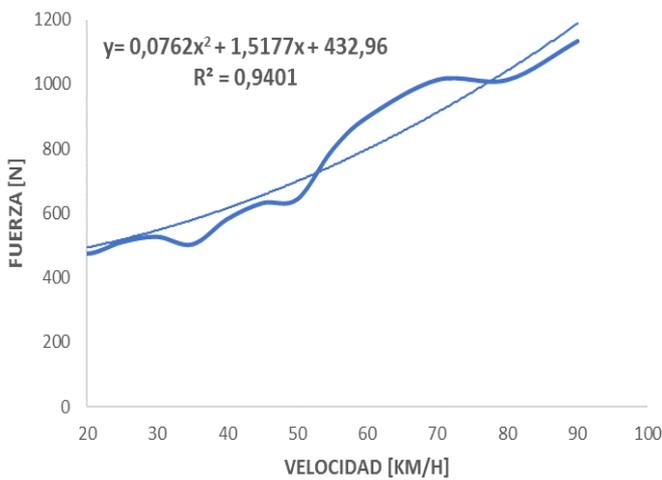


Fig. 3. Obtención de los coeficientes de ajuste en carretera, mediante una regresión polinómica

A partir de estos coeficientes de ajuste de carretera se procesa a calcular los coeficientes iniciales de configuración del dinamómetro de chasis A_d , B_d , C_d . Estos coeficientes serán introducidos en el dinamómetro de chasis, los cuales simularán condiciones de carga en carretera.

A continuación, se realizaron las pruebas de desaceleración libre en el dinamómetro de chasis para estimar los coeficientes de ajuste de carga A_s , B_s , C_s , en total se realizaron 12 pruebas para cada vehículo. Con los datos que proporciona el dinamómetro de chasis (velocidad, tiempo) se procede a estimar la fuerza generada en cada intervalo del tiempo mediante la ecuación (6)[9]. Del mismo modo se determina la línea de tendencia y se obtienen los coeficientes de ajuste con un R^2 aproximándose a uno.

Posteriormente se estimaron los coeficientes de ajuste de carga A , B , C , mediante las ecuaciones (7), (8), (9), para simular la carga en carretera, que serán introducidos en el dinamómetro de chasis.

$$A = A_d + A_t - A_s \quad (7)$$

$$B = B_d + B_t - B_s \quad (8)$$

$$C = C_d + C_t - C_s \quad (9)$$

Después de haber determinado los coeficientes A , B , C , estos coeficientes se los introducen en el dinamómetro de chasis y se realiza la medición del consumo de combustible siguiendo los ciclos de conducción FTP75, HWFET [10] y un flujómetro, que se coloca en la entrada de la riel de inyección, el cual almacena simultáneamente datos de consumo de combustible. Se realizaron 5 pruebas por cada ciclo, en cada uno de los vehículos.

A continuación, en la figura 4, se muestra el proceso de la estimación del consumo de combustible.

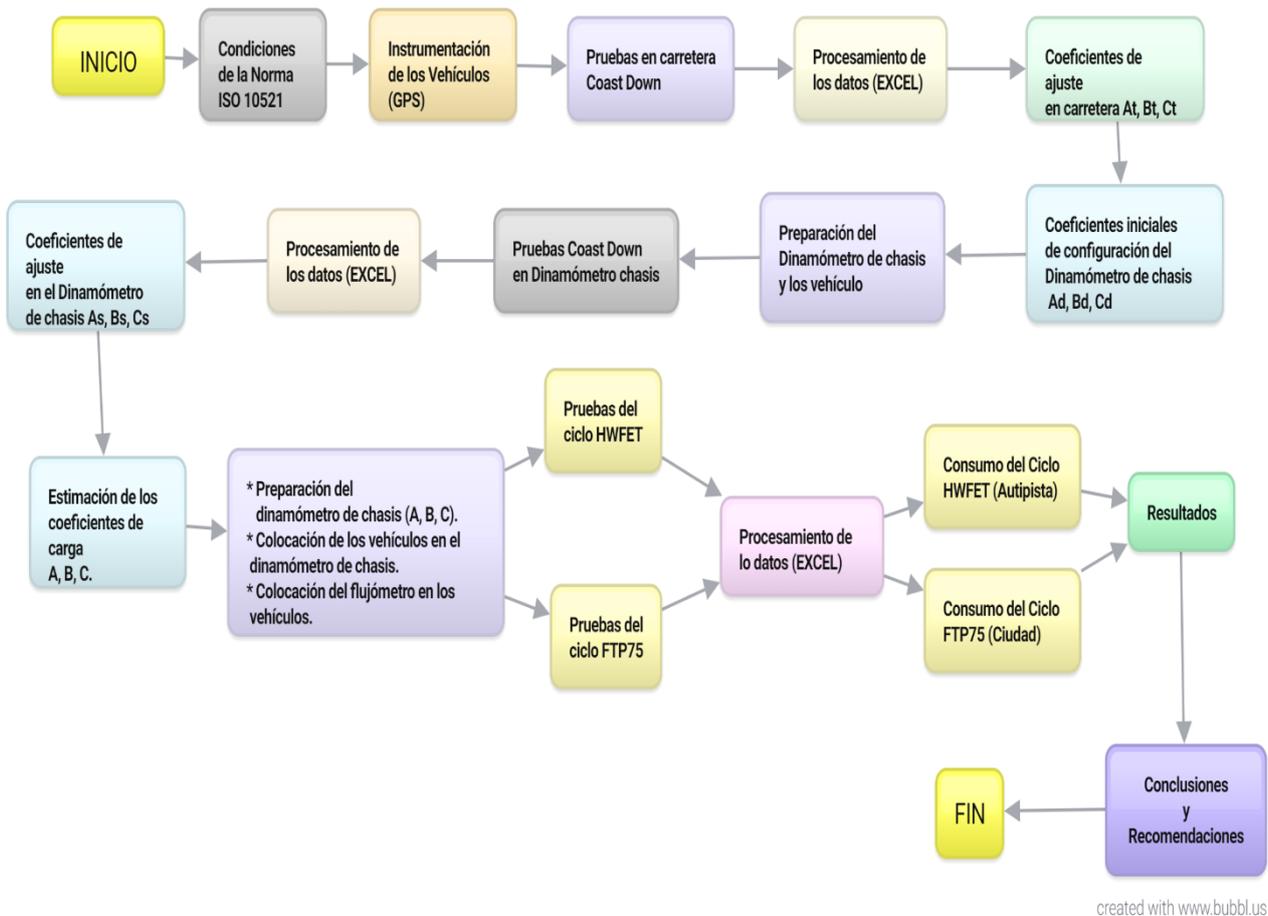


Fig. 4. Diagrama del proceso, estimación del consumo de combustible.

III. RESULTADOS

Para la estimación del consumo de combustible, fue necesario realizar pruebas de desaceleración libre, siguiendo la metodología antes descrita, se estimaron los siguientes coeficientes, que indica la tabla 2.

A. Coeficientes

Tabla 3. Coeficientes de ajuste – Prueba en carretera.

Coeficientes	Vehículos	
[-]	Mazda 3 2.0L	Chevrolet Sail 1.4L
At	524.78 ± 88.87	346.68 ± 101.28
Bt	-1.25 ± 4.33	0.33 ± 4.54
Ct	0.09 ± 0.03	0.07 ± 0.05

En función de estos coeficientes de ajuste en carretera se obtienen los coeficientes de ajuste iniciales para la configuración del dinamómetro de chasis Ad, Bd, Cd para la realizar las pruebas de desaceleración libre en el dinamómetro de chasis. Estos coeficientes obtenidos no permitieron que los vehículos puedan realizar las pruebas de desaceleración libre, pues al introducirlos en el dinamómetro de chasis para simular las cargas, dichos coeficientes ejercieron mucha resistencia para el desplazamiento del rodillo del dinamómetro de chasis, lo cual la fuerza ejercida por el motor del vehículo no era capaz de

mover el rodillo, por ello se utilizaron estos coeficientes con valores de cero.

Cargados los coeficientes iniciales en el dinamómetro de chasis, se realizaron las pruebas de desaceleración libre en el dinamómetro de chasis y se obtuvo los siguientes coeficientes de ajuste de carga As, Bs, Cs, como se lo indica en la tabla 3 respectivamente.

Tabla 4. Coeficientes de ajuste – Prueba en dinamómetro de chasis.

Coeficientes	Vehículos	
[-]	Mazda 3 2.0L	Chevrolet Sail 1.4L
As	278.92 ± 11.89	192.91 ± 43.19
Bs	4.01 ± 0.39	4.12 ± 3.06
Cs	-0.02 ± 0.00	0.05 ± 0.02

Con los coeficientes de las tablas 2 y 3 se realiza la diferencia y se obtiene los coeficientes de ajustes, como se indica en la tabla 4, estos fueron usados en el dinamómetro de chasis para seguir los ciclos de conducción.

Tabla 5. Coeficientes de ajuste.

Coeficientes	Vehículos	
[-]	Mazda 3 2.0L	Chevrolet Sail 1.4L
A	≈ 245.86	≈ 153.77
B	≈ -5.25	≈ -3.79
C	≈ 0.11	≈ 0.02

B. Ciclos de conducción

Para determinar el consumo de combustible se reprodujo los ciclos de conducción FTP75 y HWFET en el dinamómetro de chasis, donde se obtuvieron los datos de tiempo, velocidad y régimen de giro del motor, con estos datos recolectados se graficó (tiempo vs velocidad), y se comparó con las gráficas que proporciona la EPA, las cuales se asemejan a las gráficas obtenidas, como se puede apreciar en la figura 5 y 6.

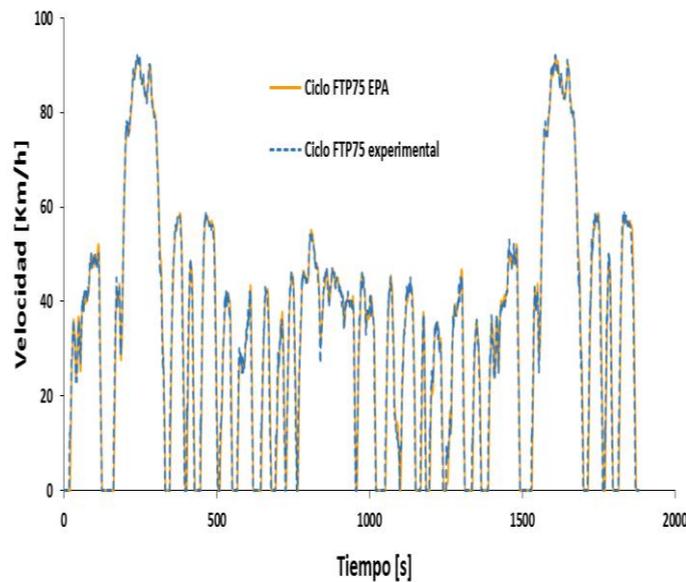


Fig. 5. Ciclo de conducción experimental vs ciclo de la EPA

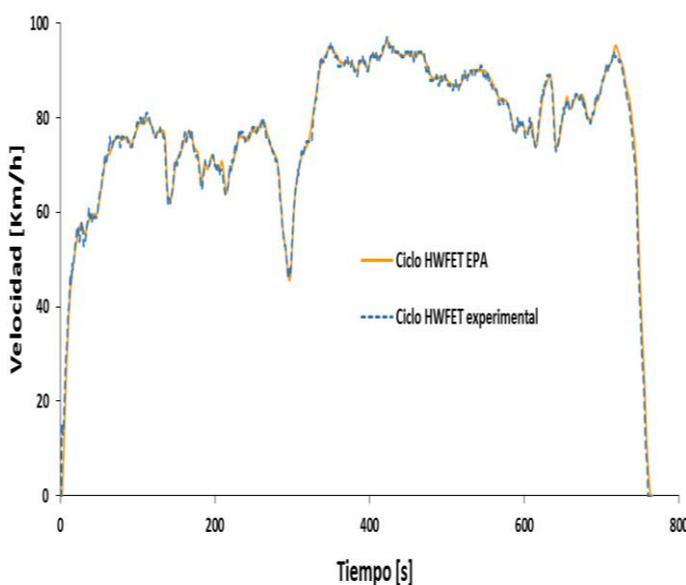


Fig. 6. Ciclo de conducción experimental vs ciclo de la EPA

Según Payri, considerando solo el funcionamiento del motor indica que, un motor debe estar funcionando en un régimen de 1750 a 3700 rpm, para tener un bajo consumo de combustible[11]. Al seguir los ciclos de conducción, las revoluciones de los motores de cada vehículo estaban dentro del margen propuesto por Payri, que indica en la figura 7 y 8.

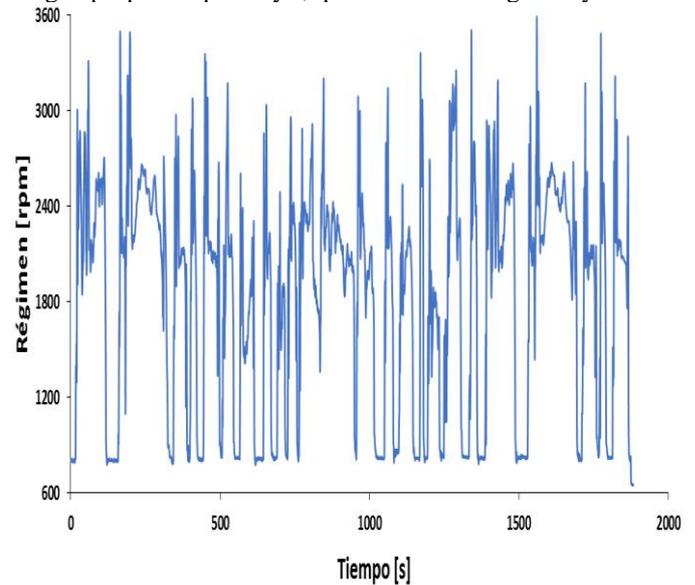


Fig. 7. Ciclo de conducción FTP75, en fundición del régimen del motor y el tiempo.

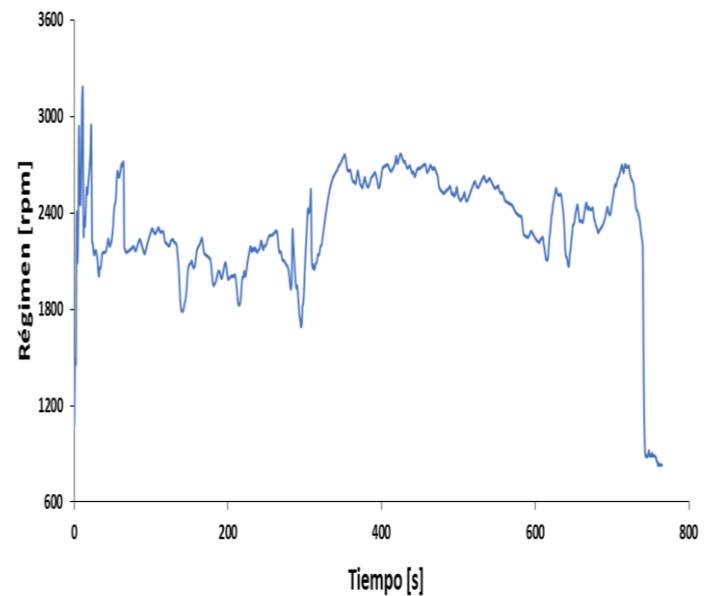


Fig. 8. Ciclo de conducción HWFET, en fundición del régimen del motor y el tiempo.

C. Consumo de combustible.

Siguiendo los ciclos de conducción FTP75 y HWFET, en el dinamómetro de chasis y mediante un flujómetro, se obtuvo el consumo se combustible en el vehículo Mazda 3 2.0L, 2008 para el ciclo de conducción FTP75 de 1.37 ± 0.13 (L/ciclo), con una distancia de 17.41 (km) y en el ciclo de conducción HWFET de 1.03 ± 0.00 (L/ciclo), con una distancia de 16.36 (km), mostrado en la tabla 5.

Tabla 6. Consumo de combustible Mazda 3.

Ciclos Conducción	Mazda 3 2.0L		
	L/ciclo	L/h	L/100Km
FTP75	1.37 ± 0.13	3.06 ± 0.36	7.73 ± 0.75
HWFET	1.03 ± 0.00	5.73 ± 0.04	6.24 ± 0.03

En el vehículo Chevrolet Sail 1.4L, 2013 se obtuvo un consumo en el ciclo de conducción FTP75 de 1.06 ± 0.01 (L/ciclo) con una distancia de 17.82 (km) y en el ciclo de conducción HWFET de 0.57 ± 0.04 (L/ciclo) con una distancia de 16.50 (km), mostrado en la tabla 6

Tabla 7. Consumo de combustible Chevrolet Sail.

Ciclos Conducción	Chevrolet Sail 1.4L		
	L/ciclo	L/h	L/100Km
FTP75	1.06 ± 0.01	2.35 ± 0.23	5.97 ± 0.04
HWFET	0.57 ± 0.04	3.21 ± 0.20	3.48 ± 0.22

IV. CONCLUSIONES.

Se realizó el estudio de las fuerzas que se oponen al movimiento del vehículo, las cuales son: A (coeficiente de inercia), B (coeficiente de rodadura), C (coeficiente de arrastre). Mediante pruebas de desaceleración libre (coast down), se determinaron estos coeficientes de ajuste de carga para el dinamómetro de chasis, como lo establece el procedimiento recomendado por la ISO 10521. Para el Mazda 3 fueron los siguientes: A = 245.86, B = -5.25, C = 0.11, mientras que para el Chevrolet Sail fueron: A = 153.77, B = -3.79, C = 0.02 respectivamente.

Mediante pruebas en el dinamómetro de chasis se estimó el consumo de combustible de los vehículos Mazda 3 2.0L, 2008 y Chevrolet Sail 1.4L, 2013; utilizando los ciclos de conducción FTP75 y HWFET, que representa una forma típica de conducir en ciudad y en autopista, siendo estos ciclos los mejores referentes de la EPA. Para el cual se realizaron diez pruebas por vehículo.

El consumo de combustible estimado para el vehículo Mazda 3 fue de 7.73 ± 0.75 (L/100km) en el ciclo de conducción FTP75 y de 6.24 ± 0.03 (L/100km) para el ciclo de conducción HWFET. El consumo de combustible que indica la EPA, para el ciclo de conducción FTP75 es 9.80 (L/100km) y de 7.3 (L/100km) para el ciclo de conducción HWFET.

La variación porcentual entre los datos del fabricante y los datos obtenidos es de 21.13% para el ciclo de conducción FTP75 y 15.11% en el ciclo de conducción HWFET. Los métodos realizados por la EPA para el consumo de combustible no coinciden, porque la EPA desde el 2008 realiza tres pruebas adicionales para ajustar la estimación en ciudad y autopista, es decir la EPA realiza un total de cinco pruebas para la estimación del consumo de combustible, por ende, esta comparación resulta no ser objetiva ya que no se encuentra en las mismas condiciones [12].

Para el Chevrolet Sail el consumo de combustible obtenido en ciclo de conducción FTP75 fue de 5.97 ± 0.04 (L/100km) y para el ciclo de conducción HWFET fue de 3.48 ± 0.22 (L/100km).

V. RECOMENDACIONES

Primero se debe realizar las pruebas en los vehículos, y con los datos obtenidos poder escribir el documento, en base a los resultados.

Tener una pista adecuada para hacer las pruebas de desaceleración libre (coast down).

Afinar el uso del dinamómetro de chasis, para las pruebas de desaceleración libre.

Tener un equipo que sea compatible con la interfaz OBDII de todas las marcas para compararlo con los datos del flujómetro.

Para futuros análisis se recomendaría hacer pruebas de consumo de combustible, siguiendo ciclos de conducción que reflejen las condiciones propias del Ecuador.

VI. REFERENCIAS:

- [1] D. L. Greene, A. J. Khattak, J. Liu, X. Wang, J. L. Hopson, and R. Goeltz, "What is the evidence concerning the gap between on-road and Environmental Protection Agency fuel economy ratings?," *Transp. Policy*, vol. 53, no. November 2016, pp. 146–160, 2017.
- [2] AEADE, "AEADE," p. 98, 2017.
- [3] T. D. Gillespie, *Fundamentals of Vehicle Dynamics*, no. Xx. United States, 1992.
- [4] D. Covaciu and U. T. Brasov, "Coast Down Test – Theoretical and Experimental Approach COAST DOWN TEST – THEORETICAL AND EXPERIMENTAL APPROACH," no. October 2010, 2014.
- [5] Y. Oh, J. Park, J. Lee, M. Do Eom, and S. Park, "Modeling effects of vehicle specifications on fuel economy based on engine fuel consumption map and vehicle dynamics," *Transp. Res. Part D Transp. Environ.*, vol. 32, no. 2014, pp. 287–302, 2014.
- [6] DOE, "Find and Compare Cars," *Energy Efficiency & Renewable Energy*, 2016. [Online]. Available: <https://www.fueleconomy.gov/feg/findacar.shtml>. [Accessed: 06-Jul-2018].
- [7] G. O. Performance, "AutoDyn 30," 2006.
- [8] Universidad Politécnica, "Información Meteorológica del cantón Cuenca," 2017. [Online]. Available: <http://redenti.ups.edu.ec:8086/iner/>. [Accessed: 12-Sep-2018].
- [9] ISO 10521-1, "Determination under reference atmospheric conditions," vol. 2006, 2006.
- [10] O. US EPA, "Dynamometer Drive Schedules." p. 1, 2017.
- [11] F. payri, *MCIA F. Payri.pdf*, 1st ed. Barcelona: 2011.
- [12] EPA, "Detailed Test Information." [Online]. Available: https://www.fueleconomy.gov/feg/fe_test_schedules.shtml. [Accessed: 04-Oct-2018].