



# INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero en  
Mecánica Automotriz**

**Autores:** Bryan Alexander Cabrera Herrera  
Jean Carlos Anchundia Torres

**Tutor:** Ing. Fernando Gómez Berrezueta

**Análisis del Consumo de Combustible del Nissan Xtrail 2012 en  
base a un Ciclo de Conducción mediante el Dispositivo Azuga**



### **Certificado de Autoría**

Nosotros, Jean Carlos Anchundia Torres y Bryan Alexander Cabrera Herrera, declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

---

Jean Carlos Anchundia Torres

C.I.: 0928153568

---

Bryan Alexander Cabrera Herrera

C.I.: 09286666585

### **Aprobación del Tutor**

Yo, Fernando Gómez Berrezueta certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

Ing. Fernando Gómez Berrezueta, MsC.

Director de Proyecto

## **Dedicatoria**

A Dios por guiarme con sabiduría y llenarme de bendiciones, a mi familia por el apoyo incondicional, apoyándome en todo momento e impulsándome a seguir adelante con mucho esfuerzo y dedicación.

A mis amigos, compañeros de la facultad y cada una de las personas que estuvieron en mi proceso de aprendizaje por brindarme comprensión, tolerancia y ayuda.

A las autoridades y personal docente de la Universidad, exclusivamente a nuestro tutor, por guiarme con eficiencia para la culminación de este trabajo de grado.

*Jean Carlos Anchundia Torres*

A Dios por permitirme despertar todos los días gozando de salud, motivación para cumplir una meta más que me propuse teniendo la oportunidad de contar con el apoyo incondicional de mi familia.

A mi padre que desde un principio estuvo de acuerdo con la carrera que elegí siendo unos de los pilares sólidos y estables en mi profesión.

A la universidad Internacional del Ecuador por hacer posible el sueño de muchas personas, teniendo dentro de sus instalaciones los implementos y educadores de excelencia que nos brindaron sus conocimientos y estuvieron siempre dispuestos ante cualquier inquietud.

*Bryan Alexander Cabrera Herrera*

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por haberme permitido en la culminación de esta meta profesional, llenándome de conocimiento de tal manera que cumpla con mis objetivos profesionales y además de las experiencias adquiridas en el aula.

A mi esposa, a mi familia que me impulso a iniciar y por ende culminar con esta gran meta y así poder crecer profesionalmente.

Al personal docente por darnos sus sabias enseñanzas abriendo sus puertas brindándonos un ambiente oportuno para nuestro crecimiento personal y profesional.

*Jean Carlos Anchundia Torres*

Al concluir una etapa maravillosa de mi vida quiero extender un profundo agradecimiento. Esta mención especial inicia para al ser supremo, Dios, que me guio y puso en mi camino el deseo, las ganas, la constancia y voluntad de salir adelante brindándome la oportunidad y herramientas necesarias para iniciar esta meta que después de tanto sacrificio estoy a punto de culminar. A mis Padres por siempre apoyarme en cada una de mis decisiones, estar para mí de manera íntegra. Y por supuesto no puedo terminar sin agradecer a mis abuelitos y a mi padrastro que hoy no están conmigo, pero estoy seguro de que en cielo me observan muy contentos y orgullosos por este logro. Por último, pero no menos importante, me quiero agradecer, porque tuve la determinación y la fuerza para avanzar; no ha sido sencillo el camino, pero en este punto no existe nada más gratificante que cosechar lo que es bien sembrado.

*Bryan Alexander Cabrera Herrera*

## Índice de Contenido

Certificado de Autoría .....	iii
Aprobación del Tutor.....	iv
Dedicatoria .....	v
Agradecimiento .....	vi
Índice de Contenido.....	vii
Índice de Figuras .....	x
Índice de Tablas .....	xii
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiii
Capítulo I .....	1
Antecedentes .....	1
1.1 Planteamiento del Problema .....	1
1.2 Formulación del Problema.....	4
1.3 Sistematización del Problema .....	4
1.4 Ubicación del Problema.....	4
1.5 Justificación e Importancia de la Investigación .....	4
1.6 Objetivo General .....	7
1.7 Objetivos Específicos .....	7
Capítulo II.....	8
Marco Teórico .....	8
2.1 Consumo de Combustible .....	8
2.2 Variables de Tránsito.....	11
2.3 Tipos de Conducción.....	12
2.4 Patrón de Conducción .....	13

2.5	Control de Combustible .....	14
2.6	Dispositivo AZUGA.....	17
2.7	Ciclo de Conducción.....	20
2.7.1	FTP-75.....	22
2.7.2	NEDC.....	22
2.7.3	Ciclo de Conducción Universal.....	23
2.8	Cajas Automáticas .....	24
2.9	Caja Tiptronic .....	26
2.10	Estándares de Economía de Combustible .....	27
2.11	Eficiencia de Combustible y Tipo de Transmisión .....	28
2.12	Fundamentos de Transmisión para Reducir el Consumo de Combustible .....	30
Capítulo III .....		32
Determinación del Consumo de Combustible y Pruebas de Funcionamiento .....		32
3.1	Análisis del Comportamiento de Conducción.....	33
3.2	Procedimiento de Prueba de Emisiones .....	34
3.3	Instalación del Dispositivo.....	35
3.4	Ingreso a Plataforma.....	36
3.5	Declaración de Ruta .....	40
3.6	Preparación para Pruebas .....	42
3.7	Pruebas en Modo Automático.....	43
3.8	Pruebas en Modo Tiptronic.....	43
3.9	Vehículo para Pruebas.....	44
Capítulo IV.....		45
Análisis de Resultados.....		45
4.1	Análisis de Resultados.....	45

4.2	Influencia del Tipo de Transmisión en el Consumo de Combustible .....	48
	Conclusiones .....	50
	Recomendaciones .....	51
	Bibliografía .....	52

## Índice de Figuras

Figura 1 <i>Tráfico Típico en Guayaquil a las 17:25</i> .....	1
Figura 2 <i>Estilos de Conducción</i> .....	16
Figura 3 <i>Dispositivo Azuga</i> .....	17
Figura 4 <i>Página Principal del Software de Monitoreo</i> .....	18
Figura 5 <i>Conexión del Dispositivo</i> .....	19
Figura 6 <i>Sensores y Actuadores de un Cambio Automático</i> .....	26
Figura 7 <i>Economía de Combustible versus Consumo de Combustible</i> .....	28
Figura 8 <i>Consumo de Combustible en Función del Tipo de Transmisión</i> .....	29
Figura 9 <i>Consumo de Combustible en Función de las Marchas Seleccionadas</i> .....	30
Figura 10 <i>Determinación del Consumo de Combustible en un Vehículo</i> .....	33
Figura 11 <i>Identificación del Vehículo</i> .....	35
Figura 12 <i>Ingreso a la Plataforma</i> .....	36
Figura 13 <i>Identificación del Vehículo</i> .....	37
Figura 14 <i>Identificación del Conductor</i> .....	37
Figura 15 <i>Ubicación del Vehículo en Tiempo Real</i> .....	38
Figura 16 <i>Puntos de Referencias por Cambio de Estado</i> .....	38
Figura 17 <i>Ruta de Recorrido</i> .....	39
Figura 18 <i>Tablero de Control</i> .....	39
Figura 19 <i>Consumo de Combustible por Ralentí</i> .....	40
Figura 20 <i>Definición de Recorrido</i> .....	41
Figura 21 <i>Vehículo para Pruebas</i> .....	44
Figura 22 <i>Análisis de Consumo de Combustible</i> .....	45
Figura 23 <i>Análisis Velocidades</i> .....	46
Figura 24 <i>Visualización de Resultados</i> .....	47

Figura 25 *Reportes de Resultados* .....49

**Índice de Tablas**

Tabla 1 <i>Parámetros de Ciclo de UE</i> .....	23
Tabla 2 <i>Variables de la Ruta</i> .....	41
Tabla 3 <i>Consumo Teórico</i> .....	42
Tabla 4 <i>Lista de Comprobación del Vehículo</i> .....	42
Tabla 5 <i>Datos en Transmisión Automática</i> .....	43
Tabla 6 <i>Datos en Transmisión Tiptronic</i> .....	44

## Resumen

La eliminación del subsidio de las gasolinas Súper y Eco Plus proporciona beneficios en favor del ambiente y tiene un impacto en la economía del Ecuador. Debido a esto, es importante encontrar mejoras en las formas de conducción para el ahorro de combustible. Algunos de los estudios existentes sobre la estimación del consumo de combustible vehicular no consideran aspectos tales como los datos de entrenamiento del mundo real, la diversidad de la flota de prueba, la conducción ecológica independiente del instrumento, que son factores que influyen en la estimación del consumo de combustible, haciendo necesario considerar dichos factores y realizar pruebas en ruta. Este proyecto consiste en analizar el consumo de combustible en función del tipo de transmisión en un Ciclo de Manejo OBDII (Drive Cycle). Se recopilarán datos del vehículo en sus distintos modos de manejo, Transmisión Automática y Tiptronic estimando el consumo de combustible en un ciclo de manejo normalizado. Luego, se analizan los datos recopilados para determinar si existe alguna correlación significativa entre el tipo de transmisión y el consumo de combustible. Se muestra información sobre el consumo de combustible en una ruta preestablecida en el Nissan X-Trail 2012 para lo cual se determinan las variables de tránsito y los tipos de conducción. La información es capturada en línea con el dispositivo AZUGA, el cual provee información del consumo y forma de conducción. Al final, se realiza una comparativa del consumo de combustible para evaluar el mejor método de conducción bajo el enfoque de ahorro de combustible teniendo en cuenta las variables de tránsito. Con los resultados obtenidos, el estudio busca proporcionar información útil a los consumidores y fabricantes de vehículos sobre la eficiencia de combustible de diferentes tipos de transmisión. Esto podría ayudar a los consumidores a tomar decisiones informadas al elegir un vehículo y a los fabricantes a mejorar la eficiencia de sus vehículos en el futuro.

**Palabras Clave:** Ciclo de manejo, Consumo de Combustible, Dispositivo Azuga, Tiptronic.

## **Abstract**

The elimination of the subsidy for Super and Eco Plus fuels provides benefits in favor of the environment and has an impact on the economy of Ecuador. Due to this fact, it is important to find improvements in the ways of driving to save fuel. Some of the existing studies on vehicular fuel consumption estimation do not consider aspects such as real-world training data, test fleet diversity, instrument-independent eco-driving, which are factors that influence the estimation of vehicle fuel consumption, making it necessary to consider these factors and carry out road tests. This project consists of analyzing the fuel consumption depending on the type of transmission in an OBDII Cycle (Drive Cycle). Vehicle data will be collected in its different driving modes, Automatic Transmission and Tiptronic, estimating fuel consumption in a normalized driving cycle. The collected data is then analyzed to determine if there is any significant correlation between transmission type and fuel consumption. Information on fuel consumption on a pre-established route is displayed on the 2012 Nissan X-Trail for which traffic variables and driving types are determined. The information is captured online with the Azuga device which provides information on consumption and driving style. At the end, a comparison of fuel consumption is made to evaluate the best driving method under the fuel saving approach, considering the traffic variables. Using the results obtained, the study aims to provide useful information to consumers and vehicle manufacturers on the fuel efficiency of different types of transmission. This could help consumers make informed decisions when choosing a vehicle and manufacturers to improve the efficiency of their vehicles in the future.

***Keywords:*** Driving Cycle, Fuel Consumption, Azuga Device, Tiptronic.

## Capítulo I

### Antecedentes

#### 1.1 Planteamiento del Problema

Con el aumento del sector automotriz el cual cerró el 2021 en un 39% más en la ciudad de Guayaquil comparado con el 2020, el tráfico, en varias partes de la ciudad se incrementa de manera significativa lo cual provoca congestionamientos en las avenidas principales de la ciudad. Según Google Maps, las avenidas que conectan el norte con el sur tienen una alta concentración vehicular en horas pico (7:00 a 9:00, 12:00 a 14:00 y 17:00 a 19:00) ya que para recorrer un kilómetro se puede tomar entre 20 a 30 minutos.

#### Figura 1

*Tráfico Típico en Guayaquil a las 17:25*



Nota: Tomada del mapa de tránsito de Guayaquil ([www.Google Maps.com](http://www.Google Maps.com), 2022)

Conforme al último reporte de la Agencia Internacional de Energía, IEA, el sector del transporte entrega al ambiente el 30% de las emisiones totales de efecto invernadero al ambiente y el sector consume casi el 40% de las fuentes de energía mundiales.

Estos congestionamientos provocan que el combustible se consuma ya que el vehículo al estar en ralentí por tiempos excesivos provoca que su eficiencia disminuya. Por ello realizar este análisis del consumo de combustible y de cómo estas variables afectan en diferentes ciclos de conducción ayuda a buscar métodos de optimización de combustible. El transporte por carretera constituye aproximadamente una quinta parte de las emisiones totales de gases de efecto invernadero (GEI) en Canadá (Natural Resources Canada, 2019).

La eficiencia del consumo de combustible depende de varios factores de diseño. Para optimizar el consumo de combustible y minimizar los productos de escape, se deben encontrar y discutir los parámetros que pueden ser efectivos en esta materia. Gruget et al. (1981) trabajaron sobre el efecto de la presión de los neumáticos desinflados en el consumo de combustible. Además, admitieron que la disminución de 5 psi podría aumentar el consumo de combustible hasta un 3 % para un neumático adecuado. Taguchi et al. (1995) examinaron los patrones de operación del vehículo para estudiar el comportamiento del consumo de combustible. Bradley y Delaval (2013) habían demostrado que la resistencia a la rodadura de los neumáticos como parámetro eficaz puede influir en el consumo de combustible. Muchos científicos han trabajado en las megaciudades para derivar un ciclo de conducción general. Tzeng y Chen (1998) desarrollaron un ciclo de conducción para Taipei. Además, Tong et al. (2011) construyeron un ciclo de conducción para la ciudad de Hong Kong. Optimizar el consumo de combustible no es sencillo.

La información fue tomada con el vehículo Nissan Xtrail 2012 el cual consta con transmisión automática y caja Tiptronic. La toma de información se realizó en recorridos durante tiempos establecidos. Para confirmar las variables de recorridos, horas y tiempos que

se utilizó el dispositivo AZUGA el cual registra todas las actividades del vehículo como paradas, arranques, paradas bruscas y velocidades en intervalos determinados.

El publicitado “lavado verde” en la industria automotriz ha planteado preguntas e inquietudes con respecto a la validez de la información de economía de combustible para fines de conducción ecológica (Majláth, 2016, Miller, 2018).

La eficiencia del combustible es uno de los indicadores de calidad de los vehículos de transporte. El consumo de combustible es un factor importante parte de los costos operativos de un automóvil. En la estructura del coste de las operaciones de transporte, el consumo de combustibles y lubricantes representa el 40-50% de todos los costos. Actualmente Varias combinaciones de tecnologías disponibles comercialmente podrían reducir en gran medida el consumo de combustible en automóviles de pasajeros, vehículos utilitarios deportivos, minivanes y otros vehículos livianos sin comprometer el rendimiento o la seguridad del vehículo. La evaluación de tecnologías para mejorar la economía de combustible de vehículos livianos estima los ahorros potenciales de combustible y los costos para los consumidores de las combinaciones de tecnología disponibles para tres tipos de motores: gasolina de encendido por chispa, diésel de encendido por compresión e híbrido.

La cantidad de combustible consumido depende del motor, el tipo de combustible utilizado y la eficiencia con la que se transmite la potencia del motor a las ruedas. Esta energía de combustible se usa para superar:

- la resistencia a la rodadura principalmente debido a la flexión de los neumáticos,
- la resistencia aerodinámica a medida que el movimiento del vehículo es resistido por el aire y
- la inercia y las fuerzas de escalada que resisten la aceleración del vehículo, así como pérdidas en el motor y en la línea de transmisión.

## **1.2 Formulación del Problema**

¿Cómo afectan las variables de un ciclo de conducción en el consumo de combustible?

## **1.3 Sistematización del Problema**

- ¿Cuáles son las variables que influyen en el consumo de combustible?
- ¿Cómo afecta el tránsito en horas pico al consumo de combustible?
- ¿Cuál es la diferencia de consumo entre conducción en automático y caja Tiptronic?

## **1.4 Ubicación del Problema**

El trabajo se desarrolla en una ruta de la ciudad de Guayaquil.

## **1.5 Justificación e Importancia de la Investigación**

La fundamentación teórica del trabajo se basa en investigación de temas relacionados con el consumo de combustible, apoyándose de teorías existentes que puedan aplicarse en el desarrollo del proyecto. es necesario definir los términos economía de combustible y consumo de combustible; estos dos términos son muy utilizados, pero muy a menudo de forma intercambiable e incorrecta, lo que puede generar confusión e interpretaciones incorrectas:

- El ahorro de combustible es una medida de la distancia que recorrerá un vehículo con un galón de combustible; se expresa en millas por galón. Esta es una medida popular utilizada durante mucho tiempo por los consumidores en los Estados Unidos; también lo utilizan los fabricantes de vehículos y los reguladores, principalmente para comunicarse con el público. Como métrica, la economía de combustible en realidad mide la distancia recorrida por unidad de combustible.
- El consumo de combustible es el inverso de la economía de combustible. Es la cantidad de combustible consumido en la conducción de una distancia determinada. Se mide en los Estados Unidos en galones por 100 millas y en litros por 100 kilómetros en Europa y en otras partes del mundo. El consumo de combustible es

una medida de ingeniería fundamental que está directamente relacionada con el combustible consumido por 100 millas y es útil porque puede emplearse como una medida directa del ahorro volumétrico de combustible. En realidad, es el consumo de combustible.

La elaboración y aplicación de un plan del proyecto sirve para conocer las variables que afectan el consumo de combustible, su incidencia, frecuencias, importancia, así mismo se analiza la veracidad de la información con respecto al fabricante. También sirve como referencias para nuevos análisis ya que el dispositivo AZUGA brinda información útil para otros tipos de análisis. El análisis se realizó haciendo un ciclo de manejo por tiempos establecidos.

El resultado de la investigación permite ayudar a solucionar problemas en el medio, en este caso en la optimización del consumo en función de las formas de conducción y tipos de transmisión de vehículos en la ciudad de Guayaquil.

El consumo de combustible es un factor importante para tener en cuenta a la hora de conducir porque tiene varias implicaciones. Algunas de las razones clave por las que el consumo de combustible es una consideración importante incluyen:

- **Costo:** El combustible es uno de los principales gastos asociados con la conducción, y el consumo de combustible tiene un impacto directo en cuánto cuesta operar un vehículo. Al reducir el consumo de combustible, los conductores pueden ahorrar dinero en costos de combustible y reducir sus gastos generales.
- **Impacto ambiental:** El consumo de combustible también se relaciona de manera estrecha con el impacto ambiental de la conducción. Los vehículos que consumen más combustible emiten más gases de efecto invernadero y otros contaminantes, lo que contribuye a la contaminación del aire y al cambio climático. Reducir el consumo de combustible puede ayudar a reducir estos impactos ambientales.

- Seguridad energética: La disponibilidad de combustible también es una consideración importante, particularmente porque muchos países dependen del petróleo importado. Al reducir el consumo de combustible, los países pueden reducir su dependencia del petróleo importado y mejorar su seguridad energética.
- Antigüedad del vehículo: el consumo excesivo de combustible también puede contribuir al desgaste del vehículo, reduciendo su vida útil y aumentando los costos de mantenimiento. Al reducir el consumo de combustible, los conductores pueden ayudar a extender la vida útil de su vehículo y reducir los costos de mantenimiento con el tiempo.

Entre los factores de consumo de energía por transporte, la eficiencia de combustible de los vehículos juega un papel importante. Con un aumento en la eficiencia del combustible (en millas por galón), disminuye el consumo marginal de combustible. Los beneficios de consumo de combustible más importantes se logran en los rangos más bajos de mejoras. Por ejemplo, una mejora de 10 a 20 millas por galón reduce el consumo de combustible en un 50 %, mientras que una mejora de 20 a 30 millas por galón reducirá aún más el consumo de combustible en un 33 %. Por lo tanto, en cuanto al vehículo, se alcanza una economía de combustible significativa si un consumidor cambia de un vehículo utilitario deportivo (15 millas por galón) a un automóvil normal (25 millas por galón) (Transportgeography.org,2023).

Aunque cambiar a un vehículo más eficiente en combustible, como un híbrido (35 millas por galón) da como resultado ganancias en la economía de combustible, no son marginalmente tan importantes para un consumidor individual, sino mucho más a nivel agregado (consumo de combustible por parte de la sociedad).

## **1.6 Objetivo General**

- Realizar un análisis de consumo de combustible usando un ciclo de conducción en automático y caja Tiptronic en un Nissan X-Trail 2012 a través del dispositivo Azuga para una ruta mixta de la ciudad de Guayaquil.

## **1.7 Objetivos Específicos**

- Determinar las variables de tránsito y las variables de tipo de conducción en el consumo de combustible.
- Estimar un patrón de conducir de estos vehículos en el trayecto que se tomará en cuenta para la evaluación del análisis considerando factores técnicos.
- Establecer cuan relevante es el ahorro de combustible en base a los valores obtenidos en las pruebas.

## Capítulo II

### Marco Teórico

#### 2.1 Consumo de Combustible

El consumo de combustible de un vehículo depende de múltiples variables, tales como el cilindraje del motor, la carrocería, formas de conducir y las condiciones ambientales; la forma de expresar generalmente es en litros por cada 100 km, sin embargo, se utiliza con mayor frecuencia km/l.

El consumo de combustible mide la cantidad de combustible que consume un automóvil para recorrer una distancia específica. Se expresa en litros por cien kilómetros, o en países que utilizan el sistema imperial, galones por 100 millas. Por ejemplo, un Volkswagen Golf TDI Bluemotion tiene una de las mejores calificaciones de consumo de combustible, requiriendo solo 3,17 litros para recorrer 100 kilómetros. Por lo tanto, cuanto menor sea el valor, mejor será la calificación (Gordon-Bloomfield, 2015).

No todo el combustible consumido se utiliza para impulsar directamente el automóvil. Alrededor del 3 al 11 % del combustible que se consume se utiliza para superar la resistencia a la rodadura. Dado que el combustible consumido no se usará directamente para impulsar el automóvil, es bueno implementar técnicas de conducción para reducir el consumo de combustible. Algunas técnicas incluyen: acelerar suavemente, mantener una velocidad constante y deslizarse para desacelerar. El uso de estos métodos podría reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> hasta en un 25% (Afdc.energy.gov, 2018).

En todos los motores, el combustible gastado se transforma sólo parcialmente (aproximadamente un tercio) en energía mecánica, mediante un rendimiento que depende de la relación de compresión, del carburador, de la forma de la cámara de explosión y del diagrama de la distribución. El resto de la energía térmica desarrollada en la combustión se expulsa en forma de calor por el motor, por el radiador y los gases de escape.

La energía mecánica del motor que queda disponible se emplea a su vez en:

- alcanzar una cierta velocidad (potencia gastada en arrancar);
- mantener una cierta velocidad (potencia gastada en vencer la resistencia del aire y los rozamientos de los neumáticos y las transmisiones);
- subir una pendiente (potencia gastada en vencer la fuerza de la gravedad) (RedGiga, 2023).

El consumo de combustible de los motores de combustión interna está determinado por diferentes factores en los cuales se puede señalar los siguientes:

- Diseño y construcción;
- Explotación;
- Mantenimiento y reparación.

Referente al diseño y construcción tienen influencia en el consumo de combustible los siguientes aspectos:

- Tecnología de la construcción y los materiales empleados;
- Número de cilindros y su distribución;
- Cámara de combustión, su diseño y régimen térmico, la relación de compresión de acuerdo con el tipo de combustible;
- Sistema de suministro de combustible y aire;
- Diseño de los mecanismos de distribución esto es el suministro de aire y combustible y evacuación de los gases residuales;
- Los mecanismos y el sistema de movimiento de la distribución, así como la forma de apertura de las válvulas;
- Sistema de lubricación y de enfriamiento incluyendo el gasto de la bomba de agua o la turbina de enfriamiento;
- Masa (peso) de los componentes;

- Balance dinámico del cigüeñal en función de las fuerzas inerciales y del diseño del motor (número de cilindros, etc.);
- Utilización de turbo-cargadores y enfriamiento del aire;
- Capacidad del alternador;
- Masa del motor;
- Tipo de transmisión;
- Sistema de rodaje;
- Prestaciones (aire acondicionado, dirección y frenos asistidos, etc.):

Los factores que tienen incidencia en la explotación son los siguientes:

- Régimen térmico del trabajo del motor;
- Calibración, ajuste y regulación de los mecanismos, así como su estado técnico;
- Condiciones de explotación referidas a temperatura ambiente, humedad relativa y altitud (presión atmosférica);
- Estado técnico de agregados, el alternador, radiador, bomba de agua y de aceite, batería, sistemas auxiliares, compresores, turbos cargadores, y sistemas de enfriamientos del aire;
- Silenciosos y catalizadores, filtro de aceite y depuradores de aire;
- Sistemas computarizados de inyección de combustible y operación.

Referido al mantenimiento y reparación se tiene:

- Estado técnico de los filtros de depuración (aire, aceite, combustible, y catalizadores);
- Estado técnico de la transmisión, rodamiento y frenos;
- Estado técnico de los componentes del sistema de alimentación y evacuación de gases;
- Estado técnico del conjunto pistón, biela, manivela;

- Estado técnico del sistema eléctrico y la batería);
- Calibración de los mecanismos de distribución, bombas, inyectores, etc.:
- Tipos de aceite y combustibles utilizados;
- Régimen de explotación y su correspondencia con los parámetros de diseños;
- Estado técnico del termostato y su correspondencia con el régimen de trabajo del motor y las condiciones. (Valdés, 2010).

## **2.2 Variables de Tránsito**

El tránsito o tráfico es la circulación de vehículos y/o personas en un espacio público.

Las variables de tránsito pueden tener un impacto significativo en el consumo de combustible de un vehículo. Algunas de las variables más importantes que pueden afectar el consumo de combustible incluyen:

- La velocidad: El consumo de combustible aumenta exponencialmente a medida que se aumenta la velocidad. Por lo tanto, conducir a altas velocidades puede aumentar significativamente el consumo de combustible.
- La aceleración y la desaceleración: Acelerar y desacelerar de manera brusca puede aumentar el consumo de combustible, ya que requiere más energía para impulsar el vehículo.
- La congestión del tráfico: Conducir en tráfico congestionado puede aumentar el consumo de combustible debido a la necesidad de frenar y acelerar constantemente.
- El terreno: Conducir en terrenos montañosos o con pendientes puede aumentar el consumo de combustible, ya que el motor debe trabajar más para mover el vehículo contra la gravedad.
- El peso del vehículo: Cuanto más pesado sea el vehículo, más combustible necesitará para moverse.

Por lo tanto, es importante tener en cuenta estas variables de tránsito al planificar una ruta de conducción y al intentar maximizar la eficiencia de combustible de un vehículo. Además, el mantenimiento regular del vehículo, como el cambio de aceite y la limpieza de los filtros de aire, también puede mejorar la eficiencia de combustible.

Se considera variables de tránsito a lo que afecta dicha circulación, en este caso se centra a la circulación vehicular en donde las variables son: Cantidad de vías o carriles, cantidad de intersecciones (semaforizadas, prioritarias, rotondas), cantidad de transferencia (estacionamientos, paradas de transporte público), cantidad de cruce peatonal.(A., 2011)

También se consideran variables ambientales como la hora (horas pico 7:00 a 9:00 y 17:00 a 19:00), clima (soleado, lluvioso).

### **2.3 Tipos de Conducción**

Los tipos de conducción depende del estado de ánimo del conductor y su personalidad, con esta información y un estudio realizado en china del Multidimensional Driving Style Inventory (MDSI) se demostró que existen estilos arriesgado, enojado, extraversión, afabilidad, responsabilidad, inestabilidad emocional.

La conducción ecológica, también conocida como conducción eficiente en combustible, es un estilo de conducción que hace hincapié en maximizar la eficiencia del combustible y reducir las emisiones. Se trata de utilizar técnicas que reduzcan el consumo de combustible y minimicen el impacto medioambiental de la conducción. Algunos de los principios clave de la conducción ecológica incluyen:

- **Acelerar gradualmente:** la aceleración repentina puede desperdiciar mucho combustible y reducir la eficiencia del combustible. La conducción ecológica consiste en acelerar gradualmente, utilizando el pedal del acelerador con suavidad y evitando las aceleraciones rápidas.

- Mantener una velocidad constante: mantener una velocidad constante también puede ayudar a mejorar la eficiencia del combustible. Los conductores ecológicos tienen como objetivo evitar aceleraciones rápidas y frenadas repentinas, que pueden aumentar el consumo de combustible.
- Uso eficaz de las marchas: la conducción ecológica también implica el uso eficaz de las marchas para reducir el consumo de combustible. Por ejemplo, los conductores deben intentar cambiar a una marcha más alta lo antes posible y evitar acelerar demasiado el motor.
- Evitar el ralentí innecesario: la conducción ecológica también implica reducir o eliminar el ralentí, cuando el motor está en marcha, pero el vehículo está parado. Esto puede ayudar a reducir el consumo de combustible y las emisiones.

En general, la conducción ecológica implica adoptar un enfoque de conducción más consciente y eficiente, lo que puede ayudar a reducir los costos de combustible y minimizar el impacto ambiental de la conducción.

## **2.4 Patrón de Conducción**

El patrón de conducción afecta las emisiones y el uso de combustible de los vehículos junto con otras variables como el tipo de vehículo, motor y combustible. El patrón de conducción generalmente se define como el perfil de velocidad del vehículo, pero se puede ampliar para incluir otras partes del comportamiento de conducción, como el cambio de marcha. El concepto de patrón de conducción normalmente no incluye la generación de viajes, la elección del modo de viaje o la elección de la ruta. Estos últimos factores son de gran importancia para la emisión y el uso de combustible y, por lo general, deben incluirse en cualquier análisis holístico del impacto ambiental.

Existen muchos ciclos de conducción diferentes en la industria automotriz. Esto se está convirtiendo en un problema, ya que el mismo vehículo puede ser certificado en

diferentes mercados. Significa que el vehículo tiene que ser separado homologado en cada uno de estos mercados mediante la realización del correspondiente procedimiento de ensayo.

## **2.5 Control de Combustible**

El control del consumo de combustible en los vehículos permite analizar el método de optimizar la explotación de la máquina, controlar el tiempo de funcionamiento, exclusión de robo o pérdida de combustible.

Los métodos del control de combustible son:

Control de consumo de combustible según el cambio del nivel en el tanque, control del volumen de llenados y vaciados desde el tanque. Este método se realiza de dos maneras, llevando una bitácora de llenado de taque, odómetro, galones ingresados, valor del combustible.

La segunda manera es colocando un sensor ultrasónico en el tanque de combustible calibrado para medir el volumen de este.

Las ventajas de este método es el bajo costo de implementación, no se interfiere en el sistema de inyección del vehículo.

Las desventajas son: no se puede tomar lecturas por recorridos cortos, no se puede medir en terrenos que no sean lisos, la toma de datos depende del hombre por lo que puede cometer errores, los errores en la toma de datos por parte del factor humano son comunes y pueden ocurrir por diversas razones, como la falta de atención, la falta de capacitación o la falta de comprensión del proceso de recopilación de datos. Los errores humanos pueden ser causados por una variedad de factores, tales como la falta de entrenamiento adecuado, la falta de atención o concentración, la fatiga, la presión para cumplir con plazos o la falta de supervisión. Para prevenir o reducir este tipo de errores, es importante que las empresas implementen medidas de control y monitoreo del consumo de combustible, tales como la instalación de sistemas de medición y monitoreo, el establecimiento de procedimientos claros

y precisos para el manejo de combustible, la capacitación y entrenamiento del personal involucrado en el control de combustible, y la asignación de responsabilidades claras para la gestión del combustible.

Control de consumo de combustible según la medición de su volumen al pasar por la tubería de combustible principal del motor. La diferencia en este caso consiste en que se controla el consumo real de combustible por el motor, porque el sensor de consumo de combustible se instala en la tubería de combustible principal.

Las ventajas de este método es la medición precisa del consumo por el motor, se puede medir por recorridos cortos, no influye las condiciones de la carretera.

Las desventajas son: el costo de medidor es alto y se requiere tiempo de instalación por un personal calificado.

Control de consumo de combustible según los datos del CAN Bus. En este caso se utilizan los datos de la unidad de control del motor, disponibles en el CAN Bus o J1708. Los datos en el bus CAN se calculan según la fórmula indicada por el fabricante del vehículo que utiliza el volumen conocido de la inyección de combustible y la duración de la apertura de los inyectores.

Las ventajas de este método es la fácil instalación, precios muy económicos. Las desventajas son: medición indirecta, si se pierde la comunicación CAN no lee los datos y se puede perder información.

Aunque hay que tener consciencia de que los motores necesitan combustible para funcionar, eso no significa que no pueda realizar algunos pequeños cambios para ayudarlo a ahorrar combustible.

El patrón de conducción afecta las emisiones y el uso de combustible de los vehículos junto con otras variables como el tipo de vehículo, motor y combustible. El patrón de conducción generalmente se define como el perfil de velocidad del vehículo, pero se puede

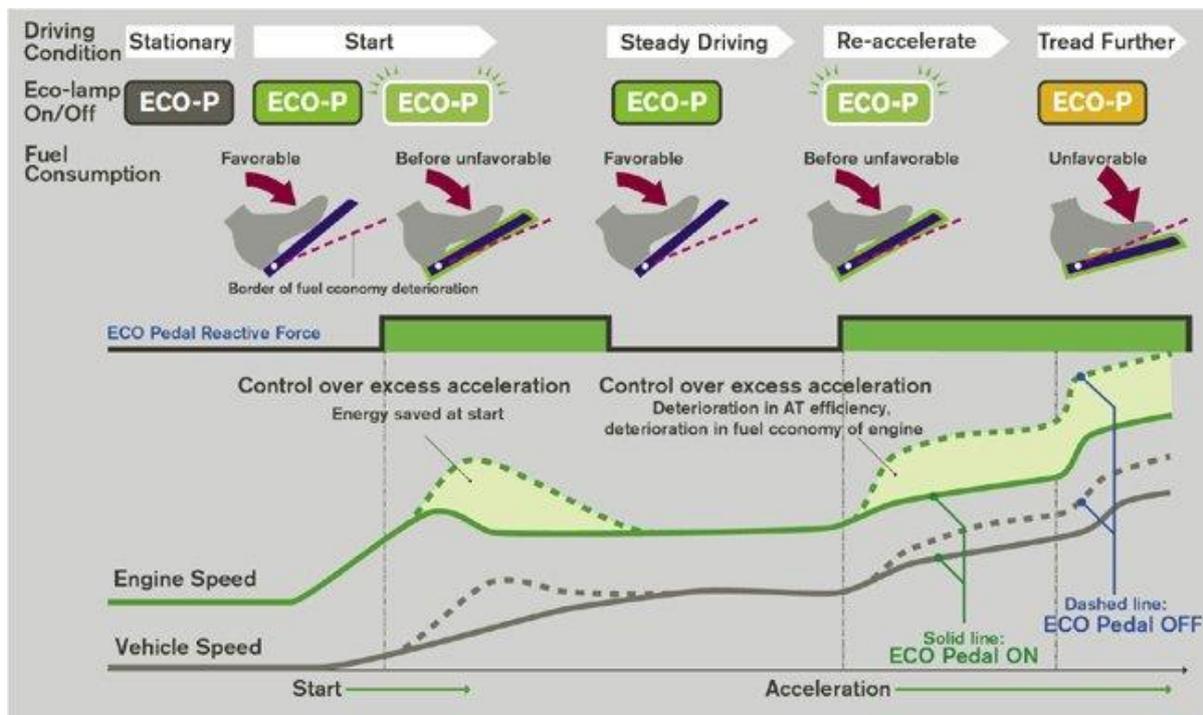
ampliar para incluir otras partes del comportamiento de conducción, como el cambio de marcha.

El concepto de patrón de conducción normalmente no incluye la generación de viajes, la elección del modo de viaje o la elección de la ruta. Estos últimos factores son de gran importancia para la emisión y el uso de combustible y, por lo general, deben incluirse en cualquier análisis holístico del impacto ambiental. Uno de los temas más interesantes a la hora de monitorear todo lo relacionado a emisiones procedentes de tráfico motorizado, son los patrones de conducción.

En muchos casos, los cursos de conducción eficiente ayudan a corregir algunos malos hábitos, pero la fuerza de la costumbre hace que el «estilo de conducción» sea algo bastante difícil de cambiar (Figura 2).

**Figura 2**

*Estilos de Conducción*



Tomado de: <https://ecoinventos.com/eco-pedal-controla-los-acelerones-en-el-coche/>

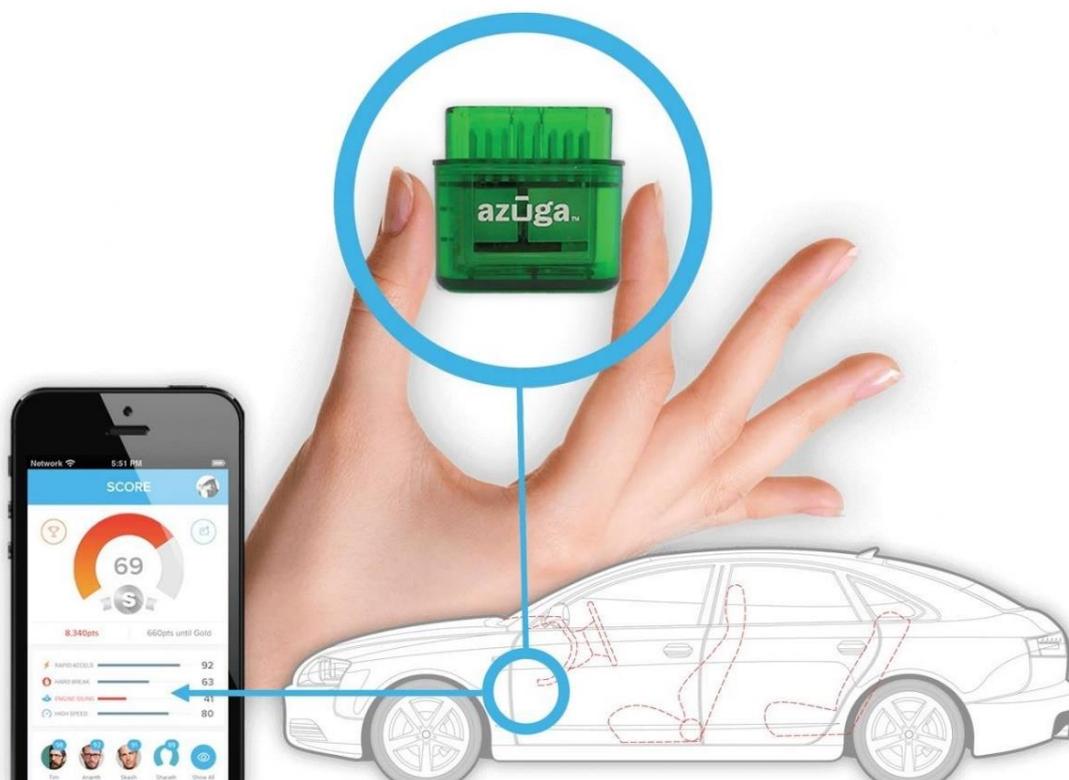
## 2.6 Dispositivo AZUGA

AZUGA es un software de gestión y administración de flotas con el cual se supervisa al conductor desde que inicia su recorrido; cada kilómetro, parada, alerta del vehículo es registrada por el dispositivo con la finalidad de analizar la forma de conducción para mejorar la seguridad, responsabilidad y eficiencia, logrando conductas más seguras, menos accidentes, mayor confiabilidad y optimización de recursos reduciendo gastos.

Este dispositivo se conecta en el conector OBDII del vehículo con el cual le permite obtener la información sobre el estado de la batería, si existe un fallo en el motor (Check Engine Light), nivel de combustible, sensor de temperatura, velocidad, revoluciones del motor (ralentí), frenado brusco, paro de vehículo, si existe un exceso de velocidad, alguna aceleración repentina, etc.

### Figura 3

*Dispositivo Azuga*



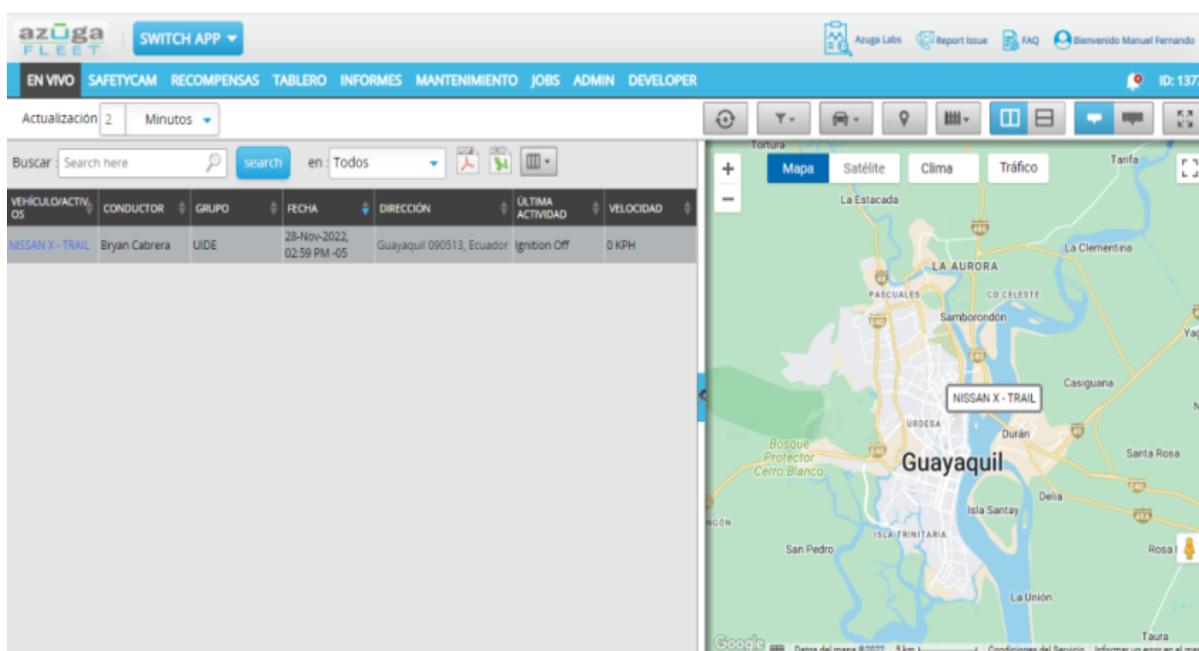
Tomado de: <https://www.danlawinc.com/datalogger/>

Dentro de su página web <https://apps.azuga.com/> se encuentra el software de control del dispositivo dando la ubicación actual a través de GoogleMaps. La información del conductor, nombre del vehículo, fecha y hora de la última actividad, así mismo muestra la última actividad (Figura 4). Los sistemas como Azuga Fleet rastrean conductas de conducción riesgosas, como frenadas bruscas, exceso de velocidad, aceleración rápida y distracciones de teléfonos móviles. Luego, el sistema puede crear un informe que muestre patrones en estos comportamientos entre conductores individuales o áreas únicas de la flota de una empresa, lo que permite a los gerentes identificar el origen del problema.

Danlaw es una empresa que se ha especializado en la implementación de tecnologías de nueva generación para el monitoreo vehicular, que viene a desplazar a los equipos convencionales de monitoreo GPS mediante la integración de valores agregados tangibles, enfocados en la eficiencia y el ahorro en los procesos operativos de sus clientes, así como en la prevención de accidentes.

#### Figura 4

##### *Página Principal del Software de Monitoreo*



Tomado de: <https://apps.azuga.com/azuga/map.html?l=es>

Conectar el equipo es muy sencillo, únicamente se debe insertarlo en el puerto de diagnóstico del vehículo (OBDII) (Figura 5) y al hacerlo, en el panel del equipo se verá que encenderán unas luces LED de varios colores por unos segundos y luego se apagan, esto quiere decir que el equipo se está configurando; posteriormente quedará una luz verde parpadeante en el dispositivo, esta luz dejará de parpadear en dos minutos, esto quiere decir que el equipo ya está comunicado con el automóvil. La primera vez que se conecta el dispositivo, se debe comenzar a rodar el vehículo unos minutos para que el GPS se pueda calibrar.

### Figura 5

*Conexión del Dispositivo*



Tomado de: <https://dlatam.com/wp-content/uploads/2020/09/OBDII-Tapa.png>

Dentro de los tipos de informes que se pueden acceder con este software están:

- Seguimiento histórico: con el cual se puede observar los movimientos y eventos de cada vehículo punto a punto.
- Geocerca: se puede conocer cuando un vehículo ingresa y salen de un área determinada y el tiempo de duración de esta.
- Velocidad: según se encuentre configurado las alarmas por exceso de velocidad el sistema indicara cuando, quien y donde se excede del límite.
- Paradas: muestra cuando y donde se hicieron paradas así mismo el tiempo que duro esta.
- Detección de ralentí: conocer el tiempo de inactividad del vehículo es de gran ayuda para entender tráfico, optimización de ruta, consumo de combustible.
- Diagnóstico: permite visualizar los códigos de diagnóstico del problema (DTC) que envía el vehículo con la finalidad de priorizar su mantenimiento.

## **2.7 Ciclo de Conducción**

Los ciclos de conducción es la herramienta más utilizada para hacer ensayos de homologación de consumos de combustible y emisiones contaminantes ya que con estos resultados se puede suponer la influencia sobre las ventas de un determinado vehículo al considerar el costo del combustible (Samalea, 2014).

En un ciclo de conducción se encuentran un conjunto de puntos donde se registra la velocidad del vehículo versus el tiempo. Con esta información se evalúa el consumo de combustible y emisiones contaminantes de un vehículo, al ser un método normalizado se puede comparar diferentes vehículos para conocer sus ventajas con respecto a estas dos variables. Ya que para realizar estos ciclos de conducción se requiere que las variables de tránsito, clima, y demás se mantengan, es poco confiable realizar en la ciudad, es por ello por lo que se estandarizan estos ciclos utilizando los métodos FTP-75 (USA), ciclo europeo, IM240 (Japón) y el 505MT (Restrepo, 2007).

El consumo de combustible es un factor importante para tener en cuenta a la hora de conducir porque tiene varias implicaciones. Algunas de las razones clave por las que el consumo de combustible es una consideración importante incluyen:

- **Costo:** El combustible es uno de los principales gastos asociados con la conducción, y el consumo de combustible tiene un impacto directo en cuánto cuesta operar un vehículo. Al reducir el consumo de combustible, los conductores pueden ahorrar dinero en costos de combustible y reducir sus gastos generales.
- **Impacto ambiental:** El consumo de combustible también está estrechamente relacionado con el impacto ambiental de la conducción. Los vehículos que consumen más combustible emiten más gases de efecto invernadero y otros contaminantes, lo que contribuye a la contaminación del aire y al cambio climático. Reducir el consumo de combustible puede ayudar a reducir estos impactos ambientales.
- **Seguridad energética:** La disponibilidad de combustible también es una consideración importante, particularmente porque muchos países dependen del petróleo importado. Al reducir el consumo de combustible, los países pueden reducir su dependencia del petróleo importado y mejorar su seguridad energética.
- **Longevidad del vehículo:** el consumo excesivo de combustible también puede contribuir al desgaste del vehículo, reduciendo su vida útil y aumentando los costos de mantenimiento. Al reducir el consumo de combustible, los conductores pueden ayudar a extender la vida útil de su vehículo y reducir los costos de mantenimiento con el tiempo.

En general, reducir el consumo de combustible es una consideración importante para los conductores, ya que puede ayudar a reducir costos, mejorar la sustentabilidad ambiental, mejorar la seguridad energética y aumentar la longevidad de sus vehículos.

Actualmente, existe la necesidad de ciclos de conducción locales. Los ciclos de conducción de homologación existentes no describen correctamente los patrones de conducción de una región de intereses que causan grandes diferencias entre los consumos de combustible (FC) observado durante el uso normal diario del vehículo en esa región y el FC reportado por los fabricantes (Huertas, 2018).

### **2.7.1 FTP-75**

El método FTP-75 (Procedimiento de prueba federal) se ha utilizado para la certificación de emisiones y la prueba de consumo de combustible en vehículos livianos en los Estados Unidos. El ciclo FTP-75 consta de los siguientes segmentos:

- Fase transitoria de arranque en frío (temperatura ambiente 20-30°C), 0-505 s
- Fase estabilizada, 506-1372 s
- Tiempo de calentamiento (mín. 540 s, máx. 660 s)
- Fase transitoria de arranque en caliente, 0-505 s

### **2.7.2 NEDC**

El NEDC (Nuevo Ciclo de Conducción Europeo) es un ciclo de conducción (Tabla 1) que consiste en cuatro ciclos de conducción ECE-15 repetidos y un ciclo de conducción extraurbano (Extra-Urban Driving Cycle EUDC). El ECE-15 es un ciclo de conducción urbana, también conocido como UDC. Fue diseñado para representar las condiciones de conducción de la ciudad, p. en París o Roma. Se caracteriza por baja velocidad del vehículo, baja carga del motor y baja temperatura de los gases de escape. Es una prueba diseñada para evaluar objetivamente el impacto medioambiental de los automóviles. Las pruebas se basan en la legislación europea sobre emisiones.

En los últimos años está siendo criticado porque la divergencia con los consumos reales de los coches actuales es cada vez mayor.

**Tabla 1***Parámetros de Ciclo de UE*

<b>Característica</b>	<b>Unidad</b>	<b>ECE15</b>	<b>EUDC</b>	<b>NEDC</b>
<b>Distancia</b>	Km	0,9941	6,9549	10,9314
<b>Tiempo total</b>	s	195	400	1180
<b>Tiempo inactivo</b>	s	57	39	267
<b>Velocidad media (incl. Parada)</b>	km/h	18,35	62,59	33,35
<b>Velocidad media de conducción</b>	km/h	25,93	69,36	43,1
<b>Máxima velocidad</b>	km/h	50	120	120
<b>Aceleración media</b>	m/s <sup>2</sup>	0,599	0,354	0,506
<b>Máxima aceleración</b>	m/s <sup>2</sup>	1,042	0,833	1,042

Nota: Parámetros para el cumplimiento de los ciclos europeos (<https://dieselnet.com/>)

**2.7.3 Ciclo de Conducción Universal**

Para que el PCM ejecute correctamente todos los monitores de preparación en un vehículo en particular, se debe conducir un ciclo de conducción OBD II para lograr las condiciones de habilitación para cada monitor. El ciclo de conducción correcto para su vehículo puede variar mucho según el año, la marca, el modelo y el fabricante del vehículo. El tipo de monitor que intenta ejecutar también puede dictar el tipo de conducción que necesita realizar.

La información específica del ciclo de conducción del vehículo se puede encontrar en la información de servicio del fabricante, la información de servicio del mercado de accesorios, varios sitios web y también se puede incluir en el manual del propietario del vehículo. Por lo

general, unos pocos días de conducción normal, tanto en ciudad como en carretera, harán que los monitores estén listos.

El siguiente ciclo de conducción genérico se puede utilizar como guía si no se conoce un ciclo de conducción específico. Ayudará a restablecer los monitores cuando un ciclo de manejo específico del automóvil no esté disponible. Sin embargo, es posible que no funcione para todos los vehículos y monitores de disponibilidad.

El ciclo de conducción OBDII universal comienza con un arranque en frío (temperatura del refrigerante por debajo de 122 F, y los sensores de temperatura del aire y del refrigerante dentro de los 11 grados uno del otro). Esta condición se logra fácilmente al dejar que el automóvil se asiente durante la noche.

La llave de encendido no debe dejarse encendida antes del arranque en frío. De lo contrario, es posible que no se ejecute el diagnóstico del sensor de oxígeno calentado.

Arrancar el motor y dejarlo al ralentí en marcha durante dos minutos y medio, con el aire acondicionado y el desempañador trasero encendidos, si está equipado.

Apagar el aire acondicionado y el desempañador trasero y acelerar a 55 mph con una aceleración moderada y constante. Mantener a una velocidad constante durante tres minutos.

Desacelerar (descender por inercia) a 20 mph sin frenar ni pisar el embrague para transmisiones manuales.

Acelerar de nuevo a 55-60 mph con 3/4 de aceleración. Mantener una velocidad constante durante cinco minutos.

Desacelerar (disminuir la velocidad) hasta detenerse sin frenar.

## **2.8 Cajas Automáticas**

Las cajas de cambios automáticas eliminan la discontinuidad en la transmisión, la interrupción en la aceleración y la pérdida de rendimiento y eficiencia, y también la posibilidad de experimentar pequeños tirones o sacudidas cuando se desengranan y engranan

las marchas. En general su funcionamiento es eficiente (más que en una caja de cambios automática tradicional de convertidor hidráulico de par) y muy suave. Una transmisión continuamente variable de hoy en día suele emplear una correa metálica o una cadena.

Las cajas de cambio automático, con trenes epicicloidales tienen un convertidor como embrague entre el motor y la caja. Este convertidor y el cambio forman un conjunto que emplea el sistema hidráulico y la electrónica (Esteban José Domínguez Soriano, 2018).

Se posee igualmente un eje que gira con el motor y otro eje que gira con las ruedas del vehículo. El eje del motor es el que se conoce como entrada y hace girar una polea dentada que "envía la fuerza" (que a veces es llamada polea conductora o primaria). El eje que transmite el giro a las ruedas del automóvil se conoce como salida y gira gracias al giro de otra polea dentada que "recibe la fuerza" (y que a veces también se puede llamar polea conducida o secundaria).

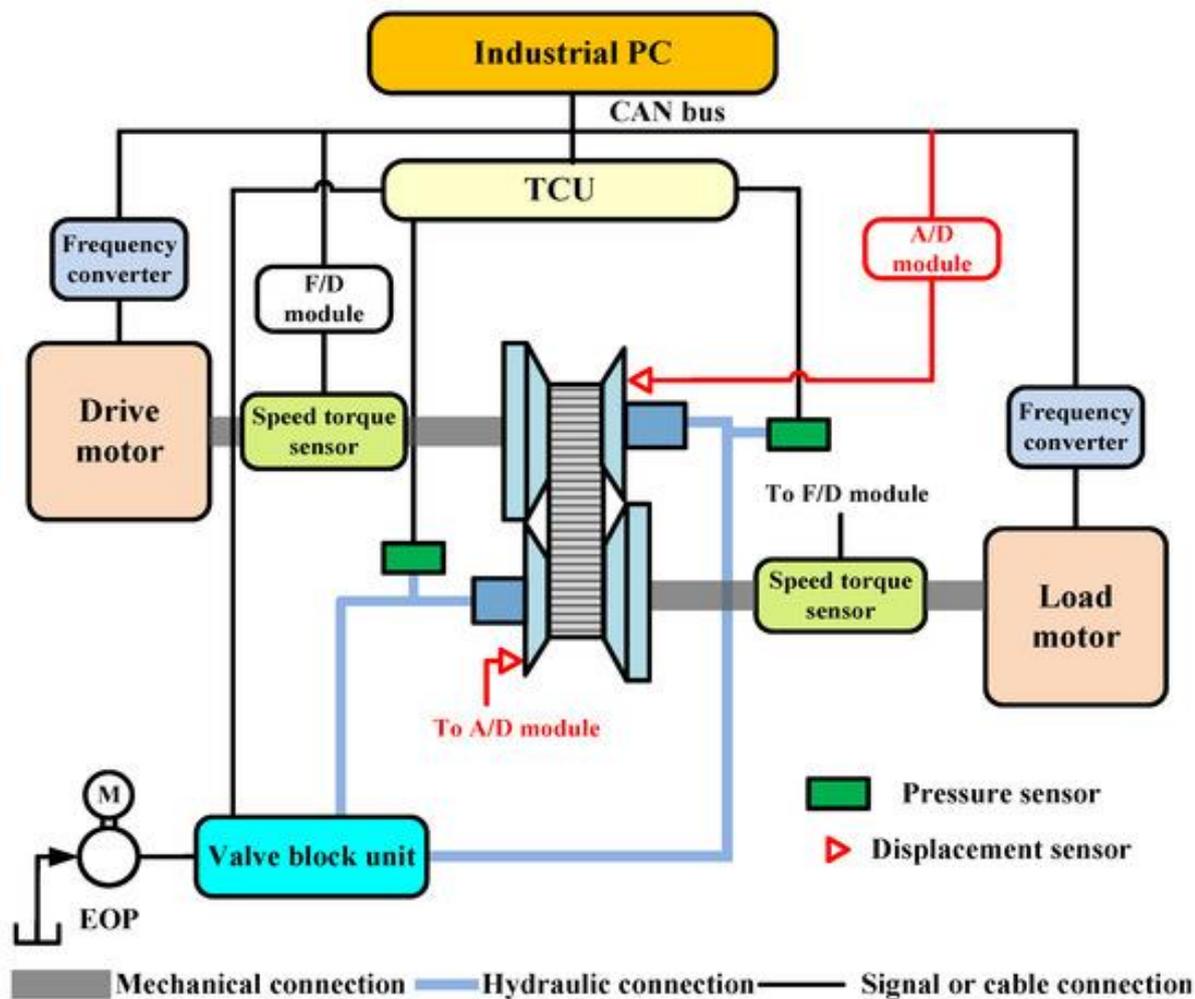
Entre una polea y la otra está la cadena que transmite el giro de una a la otra. Lo que sucede es que, si el diámetro de las poleas es siempre el mismo, solo se tendría una relación de cambio, pero como se necesita diferentes relaciones de cambio para poder utilizar mejor el motor y para poder circular en un rango muy amplio de velocidades.

En una transmisión continuamente variable no hay diferentes ruedas dentadas ni se cambia de una rueda dentada a otra. Su propio nombre lo indica: la transmisión es continua, y por tanto no se interrumpe nunca, y es a la vez variable. La variabilidad se consigue haciendo que el diámetro efectivo de las poleas cambie en tiempo real.

El sistema de control electrónico del cambio (figura 6) se ocupa de elegir la relación de cambio más adecuada en cada momento dependiendo de diferentes factores, como la velocidad que lleva el automóvil, el nivel de presión sobre el acelerador, el esfuerzo que tiene que hacer el motor, el modo de conducción seleccionado, entre otros.

Figura 6

*Sensores y Actuadores de un Cambio Automático*



Tomado de: [https://www.mdpi.com/journal/sensors/topical\\_collections/sensor\\_actuator\\_vehicle](https://www.mdpi.com/journal/sensors/topical_collections/sensor_actuator_vehicle)

## 2.9 Caja Tiptronic

La Tiptronic es una caja de cambios de cinco marchas, que está especialmente diseñada para vehículos que tienen el motor montado de forma transversal. Mantiene todas las características del cambio automático, pero te permite deshabilitar la opción de que funcione así y seleccionar la marcha preferida de modo secuencial tanto al subir, como al bajar de marchas.

La tecnología Tiptronic ofrece a los vehículos automáticos la posibilidad de la transmisión manual, es decir, le agrega al normal P, R, N, D, 3, 2, 1 un canal paralelo que

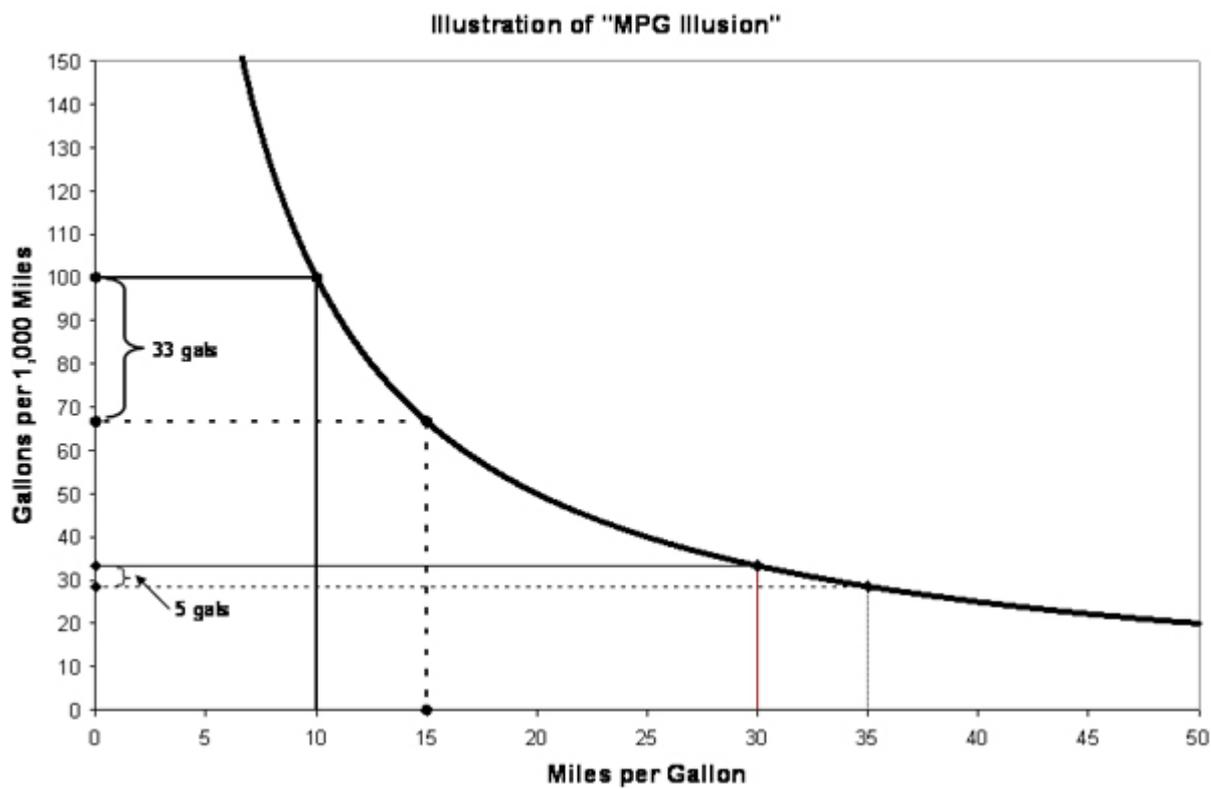
mueve la palanca (o botones) entre los signos – y + para obtener las prestaciones, pero sin usar embrague.

Con el programa de gestión Tiptronic se pulsa brevemente la palanca selectora hacia adelante o hacia atrás; la transmisión cambia respectivamente hacia una marcha superior o inferior. En el cuadro de instrumentos se visualiza la marcha que se encuentra engranada momentáneamente. El sistema cuenta con un salvaguardia que no permite que como conductor sobrepases la línea roja de las RPM (revoluciones por minuto) cuando se conduce de esta forma (Esteban José Domínguez Soriano, 2018).

## **2.10 Estándares de Economía de Combustible**

Los costos de las tecnologías y los impactos en la economía de combustible son importantes para establecer estándares de economía de combustible y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Los términos economía de combustible y consumo de combustible se usan para mostrar la eficiencia de cómo se usa el combustible en los vehículos. Estos términos necesitan ser definidos.

- La economía de combustible es una medida de qué tan lejos llegará un vehículo con un galón de combustible y se expresa en millas por galón (mpg). Este es el término utilizado por los consumidores, fabricantes y reguladores para comunicarse con el público en América del Norte.
- El consumo de combustible es la medida inversa (la cantidad de combustible que se consume al conducir una distancia determinada) y se mide en unidades como galones por 100 millas o litros por kilómetro. El consumo de combustible es una medida de ingeniería fundamental y es útil porque está directamente relacionado con el objetivo de disminuir la cantidad de combustible necesaria para recorrer una distancia determinada.

**Figura 7***Economía de Combustible versus Consumo de Combustible*

Tomado de: [https://energyeducation.ca/encyclopedia/Fuel\\_consumption\\_vs\\_fuel\\_economy](https://energyeducation.ca/encyclopedia/Fuel_consumption_vs_fuel_economy)

La Figura 7 muestra la economía de combustible en el eje horizontal y el consumo de combustible en el eje vertical. Hay que tener en cuenta que el consumo de combustible no disminuye a un ritmo lineal con el aumento de la economía de combustible (MPG). La economía de combustible se mide en millas por galón (o en vehículos eléctricos, millas por galón de gasolina equivalente (MPGe)), y se refiere a la distancia que puede recorrer un automóvil con una cantidad determinada de combustible (EPA, 2015).

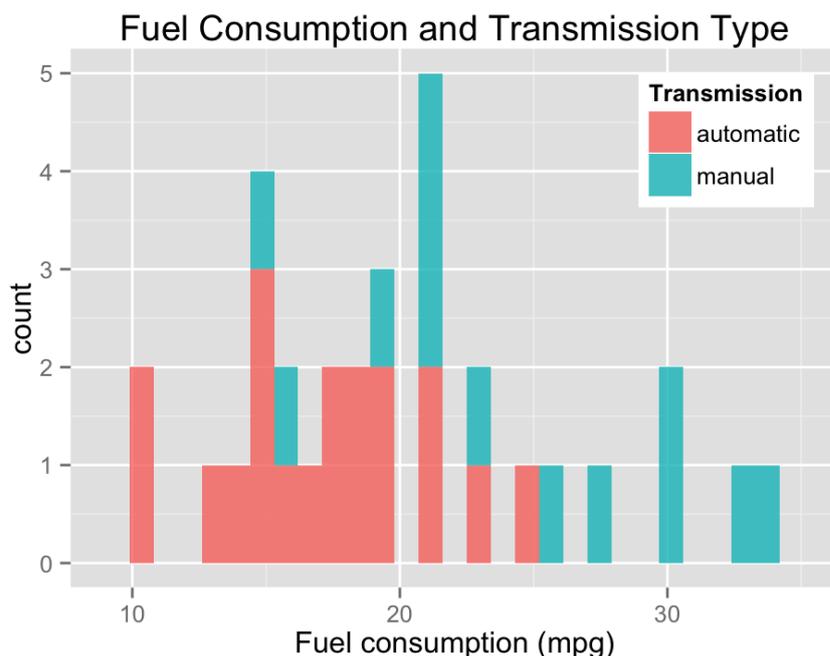
### **2.11 Eficiencia de Combustible y Tipo de Transmisión**

La eficiencia del combustible depende de las características propias del automóvil y hay muchos factores que influyen en el consumo de combustible. Por ejemplo, en un estudio del tipo de transmisión, ya sea automática o manual, en una muestra de 32 automóviles de la década de 1970, se encontró que estos datos no se pueden usar para encontrar ninguna

diferencia en el consumo de combustible entre los dos tipos de transmisión. Un modelo que solo incluye el tipo de transmisión no es adecuado para predecir el consumo de combustible y, para los automóviles de esta muestra, el tipo de transmisión no afecta la eficiencia del combustible con un nivel de confianza del 95 %.

### Figura 8

*Consumo de Combustible en Función del Tipo de Transmisión*



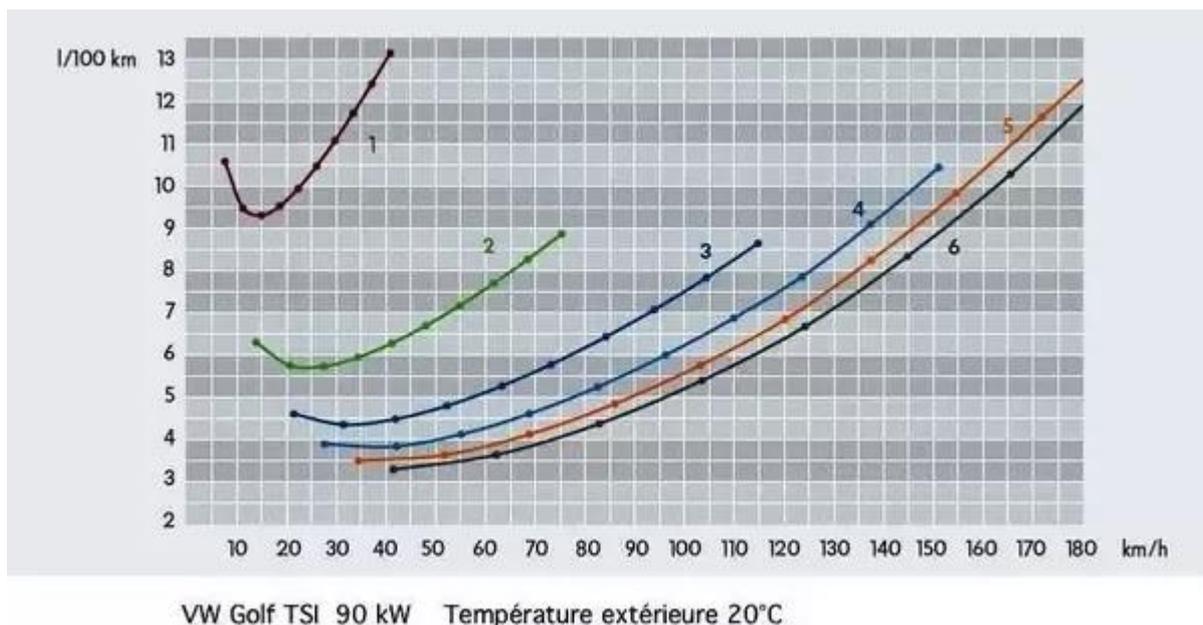
Tomado de: <https://rpubs.com/juliasilge/119580>

El histograma de la figura 8 parece mostrar que los autos con transmisión manual tienen una mayor eficiencia de combustible, es decir, un MPG más alto, mientras que los autos con transmisión automática tienen un MPG más bajo. Sin embargo, hay muchos otros posibles factores de confusión en juego aquí. Por ejemplo, si los autos de transmisión manual son en promedio más livianos, es importante considerar otras características del automóvil al elegir un modelo apropiado.

El consumo de combustible aumenta en marchas bajas y con la velocidad. Así, a velocidad constante en una carretera llana, se obtiene el menor consumo de combustible a la mínima velocidad posible en la marcha más alta (Figura 9).

### Figura 9

*Consumo de Combustible en Función de las Marchas Seleccionadas*



Tomado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1361920916000183>

### 2.12 Fundamentos de Transmisión para Reducir el Consumo de Combustible

Las pérdidas en la transmisión, que incluyen la transmisión, el diferencial y el engranaje impulsor final, consumen del 5 al 6 por ciento de la entrada de energía al vehículo. Las pérdidas de transmisión por sí solas consumen aproximadamente el 4 por ciento de la energía. Dado que las pérdidas del motor son aproximadamente del 70 por ciento, la energía de salida bruta del motor es el 30 por ciento de la energía de entrada del combustible de gasolina. Por lo tanto, las pérdidas de transmisión del 4 por ciento de la entrada de energía equivalen aproximadamente al 13 por ciento de la producción bruta del motor. En consecuencia, si las pérdidas de transmisión pudieran reducirse en un 15 %, el consumo de

combustible se reduciría en un 2 % ( $0,15 \times 4 \% = 0,6 \%$  de reducción de pérdidas;  $0,6 \% / 30 \% = 2 \%$  de reducción de FC) (Nap.nationalacademies.org,2023).

### Capítulo III

#### **Determinación del Consumo de Combustible y Pruebas de Funcionamiento**

La información sobre el consumo de combustible de certificación y los contaminantes regulados para cada vehículo es pública y se utiliza para definir el etiquetado ecológico del vehículo con fines de elección del consumidor (Comunidad Europea, 1999).

Se realiza un método para estimar el consumo de combustible de gasolina utilizando el sistema de información a bordo del vehículo OBD-II (Onboard Diagnoses-II), marca Azuga de Danlaw. Se utiliza un vehículo Nissan en recorridos de una ruta de prueba para poder comparar su consumo. Las relaciones entre el consumo de combustible y el tipo de transmisión utilizada. Los investigadores con experiencia en ingeniería vehicular han tenido especial interés en desarrollar métodos para las emisiones de combustible durante un ciclo de conducción. (Alessandrini et al, 2005) por ejemplo, estaban interesados en crear un nuevo método que ofreciera una descripción más precisa de la relación entre el consumo de combustible y la red de carreteras o usuarios específicos. (Ericsson, 2001) explica que se puede ahorrar combustible evitando cambios repentinos en la aceleración y que la conducción a alta velocidad definitivamente consume más combustible. En su lugar, los estilos de conducción deberían incluir subir de marcha a una velocidad más alta en el momento adecuado, evitar velocidades que excedan los 100 km/h, anticipar el flujo de tráfico, acelerar y desacelerar suavemente con un uso mínimo de los frenos y mantener el vehículo en buenas condiciones mecánicas. (Meseguer et al.,2013) sugieren mantener una tendencia menos frecuente de deceleración seguida de aceleración, minimizando el uso de marchas bajas e intentando llegar a las marchas más altas disponibles lo antes posible, evitando los cambios continuos de marcha. Los diagnósticos a bordo monitorean las condiciones del vehículo y los componentes que están relacionados con las emisiones del vehículo. Los sensores en el motor miden la temperatura, la presión del combustible, la velocidad y similares (figura 10).

## Figura 10

### *Determinación del Consumo de Combustible en un Vehículo*



Tomado de: [https://www.accc.gov.au/system/files/Australian%20Automotive%20Association%20%25E2%2580%2593%20supplementary%20submission%20March%202017\\_0.pdf](https://www.accc.gov.au/system/files/Australian%20Automotive%20Association%20%25E2%2580%2593%20supplementary%20submission%20March%202017_0.pdf)

La medición del mundo real de las emisiones y el consumo de combustible permite probar un vehículo en la misma carretera y condiciones ambientales a las que estará sujeto durante el funcionamiento normal. Esta prueba reduce la capacidad de fabricantes para implementar "dispositivos de desactivación", y limita el uso de tecnologías de reducción de emisiones que son más efectivo en el ciclo de prueba de manejo que en el uso real.

### **3.1 Análisis del Comportamiento de Conducción**

A medida que aumenta el número de vehículos, el análisis del comportamiento de conducción se ha vuelto sumamente importante y compara los diversos parámetros del motor utilizando un sistema de toma de datos en tiempo real. Los parámetros para las operaciones del vehículo se monitorean en este trabajo de investigación, y los diferentes parámetros físicos son leídos por el dispositivo que se encuentra conectado en el puerto OBD-II y luego

analizados y descritos. El protocolo OBD-II se usa para recuperar los datos vehiculares y se usa para monitorear la operación del vehículo en términos de consumo de combustible. En el proceso de experimentación dado, se realiza un viaje de 35.8 km de distancia en diferentes rutas con condiciones de tráfico irregulares. Los diversos parámetros recuperados de la unidad de control del motor (ECU) por el dispositivo OBD II se analizan, comparan y discuten en detalle con varios cuadros y gráficos, especialmente los datos del consumo de combustible del vehículo. A los efectos de la evaluación, los valores observados y los valores calculados se comparan para el consumo de combustible. El documento presenta el método para calcular el consumo de combustible y se obtienen resultados para comparar los consumos de combustible vistos en el vehículo con los valores calculados y también analizar los factores influyentes. Este documento intenta estimar los consumos de combustible para el vehículo seleccionado y calcular los consumos de combustible en función de los datos OBD y GPS y relacionarlos con los datos observados, al usar la transmisión en modo automático y en modo Tiptronic.

### **3.2 Procedimiento de Prueba de Emisiones**

Las pruebas se realizan conduciendo cada vehículo por una ruta compatible con sede en Guayaquil, Ecuador. La ruta consiste en conducción urbana, extraurbana y en autopista, con aproximadamente un tercio de la prueba siendo conducida en cada segmento. Cada prueba del mundo real se realiza en condiciones normales de tráfico y acumula aproximadamente 35.8 km (más de tres veces la distancia equivalente a la de conducir el NEDC para la prueba de laboratorio) (Australian Automobile Association, 2017).

- La velocidad máxima está limitada a 90 km/h, lo que inhibe la capacidad de lograr al menos 5 minutos de conducción en exceso de 90 km/h (límites de velocidad).
- La velocidad promedio de los vehículos urbanos en Guayaquil es de alrededor de 25 a 30 km/h debido diferentes límites de velocidad de la ciudad (Verdezoto, 2020).

- En Ecuador los límites de velocidad se establecen como: 50 km/h en zonas urbanas. 90 km/h en sectores perimetrales, 100 km/h en rectas de carreteras y 60 km/h en curvas de carreteras (ANT, 2022).
- El sistema propuesto consta de un dispositivo OBD-II y la plataforma de almacenamiento de datos, que se emplean para recopilar los datos de conducción y vehículos.
- El sistema OBD-II recopila varios datos relacionados con el rendimiento del vehículo, como la velocidad, la aceleración, el tiempo de inactividad de motor, consumo de combustible, distancia recorrida, etc.

### 3.3 Instalación del Dispositivo

Para la instalación del dispositivo no se requiere de mayor esfuerzo, lo que se debe hacer es retirar la tapa inferior debajo del volante y conectarlo al conector OBDII (Figura 11).

#### Figura 11

*Identificación del Vehículo*



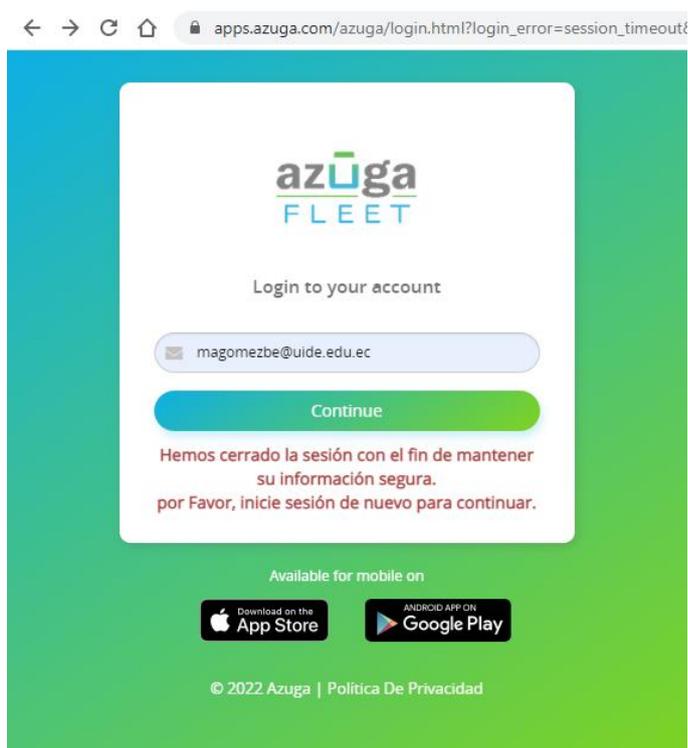
Una vez instalado se procede a la configuración del equipo en la plataforma AZUGA

### 3.4 Ingreso a Plataforma

Para ingresar a la plataforma (figura 12) se debe ir a la página <https://apps.azuga.com/azuga/login.html>. Luego colocar como usuario: xxx@xxxxxxxx y por contraseña: Azuga.XXXXXX

#### Figura 12

##### *Ingreso a la Plataforma*



Tomado de: file:///C:/Users/ferna/Downloads/Manual\_de\_portal\_Azuga\_1\_.pdf

Las soluciones de “vehículo conectado”, como el seguimiento de flotas de GPS, dependen de los datos del puerto OBD-II. Sin embargo, solo hay uno por vehículo. Una vez ingresado se debe ir a la pestaña de administrador para identificar el vehículo, conductor, VIN, placa, marca, modelo, ID del dispositivo, tipo de combustible, etcétera (figura 13). Una vez ingresada esta información se guardan los cambios y aparece en la lista de dispositivos activados. AZUGA administra de manera muy sencilla toda la información de su flota, presentando 4 áreas de trabajo: Tiempo Real – Panel – Informes –Administración.

**Figura 13**

*Identificación del Vehículo*

Nombre Del Vehículo: NISSAN X - TRAIL

Grupo: UIDE

Dispositivo: 8061981229

Hacer: NISSAN

Modelo: X Trail

Año:

VIN: XXXXXXXX

Odometer: As of 05/12/2022 09:05PM, 195677.2

Initial Engine Hours: 0

Current Engine Hours: 55h 43m 59s

Número de Activos:

Emisión de:

Fecha del siguiente Servicio:

El Impuesto De Circulación: 18/12/2022

Permiso: 18/12/2022

Extintor De Incendios:

Etiquetas de Seguridad: 18/01/2023

RTSI Docs:

Dentro de esta misma pantalla se puede programar a los conductores, ingresando su información como nombre, correo, vehículo, número telefónico, edad, grupo sanguíneo y demás información para casos de accidente (figura 14).

**Figura 14**

*Identificación del Conductor*

Agregar Conductor

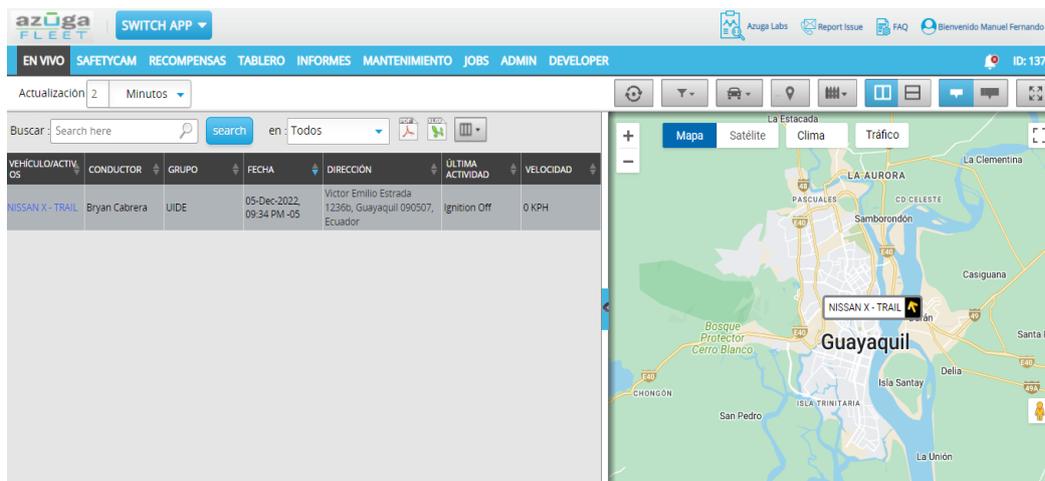
Buscar: Search here en: Todos

	NOMBRE	ID DEL EMPLEADO	VEHICULO	NÚMERO TELÉFONO	EMAIL	FUNCIÓN	ZONA HORARIA
	Bryan Cabrera		NISSAN X - TRAIL	+593-0983488478	brcabrerahe@uide.edu.ec	Driver Role	Pacific Time
	ING Fernando Gomez		Carro UIDE	+593-0999277877	Bryandanilo1994@hotmail.com	Driver Role	Pacific Time

Una vez realizado el ingreso de información se direcciona a la pestaña en vivo en donde muestra de manera actualizada la ubicación de vehículo y última actividad (figura 15).

**Figura 15**

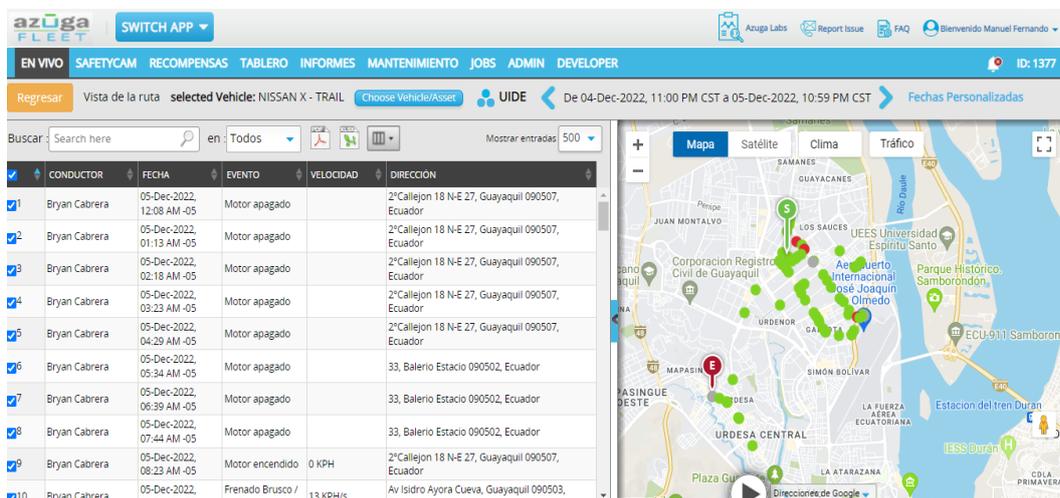
*Ubicación del Vehículo en Tiempo Real*



Al pulsar en el vehículo aparece los puntos de consulta, estos puntos tienen referencias (figura 16), es decir, si están en verde, son puntos comunes, los puntos rojos representan los frenados bruscos, la indicación en S es el inicio de recorrido y la E es el final del recorrido.

**Figura 16**

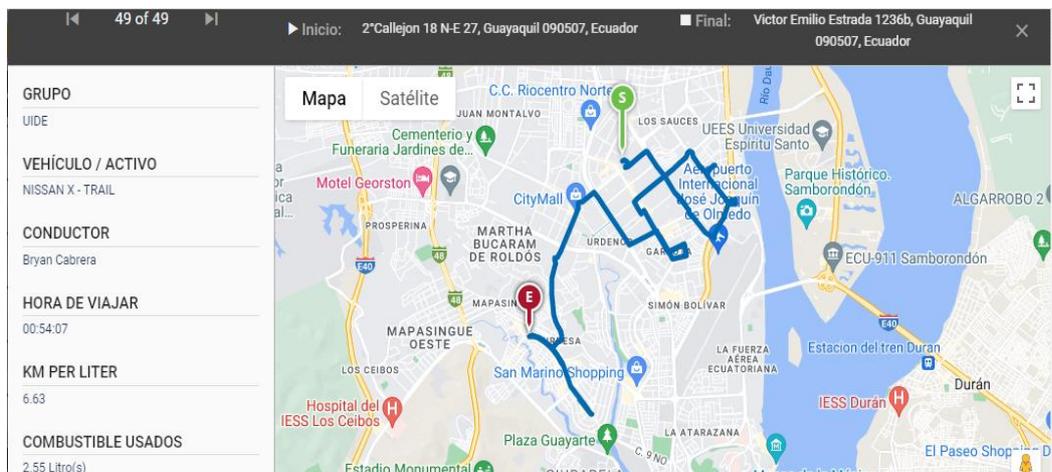
*Puntos de Referencias por Cambio de Estado*



Cuando se pulsa el símbolo de Play en el mapa realiza un recorrido de cada punto registrado, de esta manera se puede observar la ruta (figura 17). En la pestaña informes, al dar click en informes por ruta aparecerá la ruta tomada desde donde inicia y donde finaliza, el tiempo de viaje, los kilómetros por combustible y el consumo de combustible.

## Figura 17

### Ruta de Recorrido



En la pestaña de tablero (figura 18) aparece la información consolidada de la fecha seleccionada, en la cual se encuentra, el tiempo de manejo, distancia recorrida, tiempo en ralentí, exceso de velocidad, frenado brusco, aceleración, puntuación del conductor y cinturón de seguridad.

## Figura 18

### Tablero de Control



Cuando se pulsa en cada uno de ellos proporciona la información al respecto y como mejorar, es decir, cuando se pulsa en ralentí, en la parte inferior indica cuanto se consume de combustible y da una mejora en tiempo para ahorrar combustible (figura 19). El panel será la primera radiografía que se obtiene del vehículo, ya que es un compendio de información

sinetizada que ayuda al seguimiento periódico de los indicadores más relevantes de su flota. Solo se selecciona el período de tiempo deseado y automáticamente se actualizará el panel.

**Figura 19**

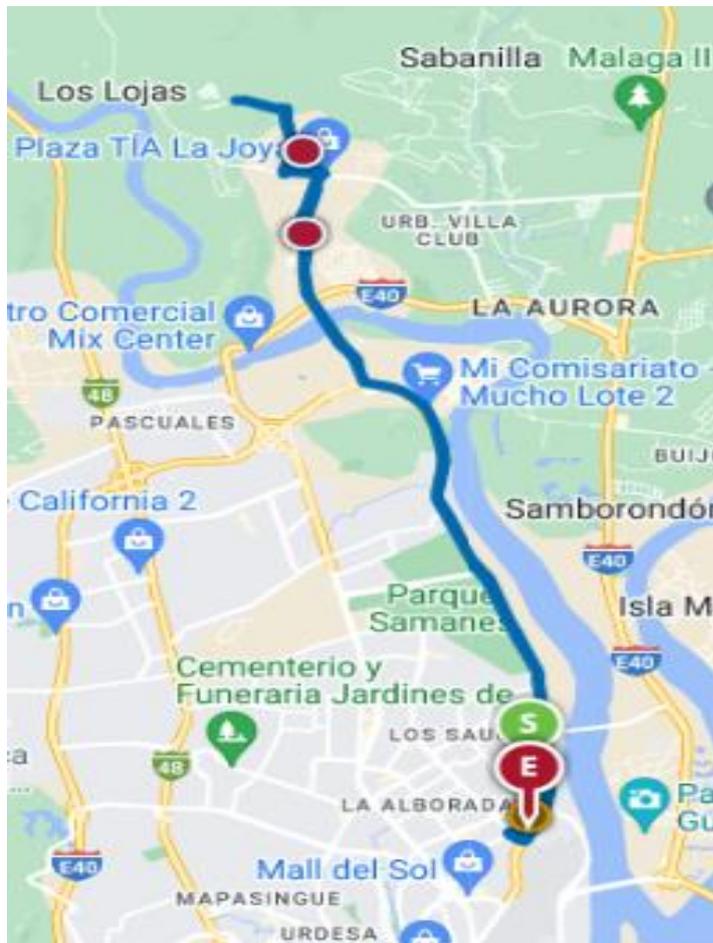
*Consumo de Combustible por Ralentí*



### 3.5 Declaración de Ruta

Para las pruebas a realizar se establece una ruta la cual es desde el Aeropuerto de Guayaquil hasta Villa del Rey Etapa Guillermo. Este recorrido se elige ya que no existen semáforos y son pocas intersecciones por lo que las variables se minimizan, así mismo se toma como referencia dos horarios uno a las 19H00 (hora pico) y otro a las 22H30.

Se registraron varias señales durante las mediciones en carretera, incluida la fecha/hora de la prueba, datos del sistema de posicionamiento global (GPS) (posición), diagnóstico a bordo (OBD) y motor datos de gestión. Además, en base a la información de la situación del tráfico de cada segmento de ruta, se calcula la proporción de suave, restringido, y malas situaciones de tráfico según el tipo de día (día de trabajo o fin de semana) y la hora del viaje (mañana, día, vespertino, tardío y nocturno) para rutas conducidas y las correspondientes versiones más rápidas y cortas (figura 20).

**Figura 20***Definición de Recorrido*

Dentro de este recorrido tenemos las siguientes variables en la tabla 2.

**Tabla 2***Variables de la Ruta*

<b>Variables</b>	<b>Cantidad</b>
Velocidad máxima	90 km/h
Redondeles	3
Distancia	35.8 km
Horario de recorrido	19:00 y 22:30

Bajo estas variables se puede tener una referencia teórica de los tiempos de recorrido y tiempos en ralentí (Tabla 3).

**Tabla 3**

*Consumo Teórico*

<b>Variable</b>	<b>Distancia (Km)</b>	<b>Consumo de combustible (L)</b>
Recorrido	35.8	1.65

### 3.6 Preparación para Pruebas

Antes de realizar las pruebas se realizó una lista de comprobación (check list) para mantener las condiciones del vehículo, como es la presión de neumáticos (Tabla 4), nivel de combustible, nivel de temperatura del motor, carga del vehículo.

**Tabla 4**

*Lista de Comprobación del Vehículo*

<b>Variable</b>	<b>Valor</b>
Presión Neumático 1	35 PSI
Presión Neumático 2	35 PSI
Presión Neumático 3	35 PSI
Presión Neumático 4	35 PSI
Nivel de combustible	65 L
Temperatura del motor	92-95 °C
Peso del vehículo	1690 kg

Durante las pruebas se deben seguir los siguientes consejos como técnicas de conducción, incluyendo:

- Reducir y mantener una velocidad constante

- Reducir las aceleraciones innecesarias
- Usar marchas más altas y cambiar a marchas más altas lo más rápido posible
- Rodar el vehículo con la marcha engranada y sin acelerar en la aproximación a intersecciones o pasos de peatones
- Evitar el peso innecesario
- Anticipar las condiciones de tráfico actuales
- Apagar el motor durante paradas de más de 1 minuto

Una vez realizado la lista de comprobación se procede a realizar las pruebas con transmisión Automática y con transmisión Tiptronic.

### 3.7 Pruebas en Modo Automático

Con la información obtenida se muestra una toma de datos utilizando la caja automática, estos datos se tomaron en tres días de recorrido (Tabla 5).

**Tabla 5**

*Datos en Transmisión Automática*

Fecha	Distancia (km)	Ralentí (HH:MM:SS)	Evento de frenado brusco	Km x L	Consumo de combustible (L)
27/01	35.8	0	2	11.34	2.98
07/02	35.8	0	1	11.82	2.85
16/02	35.8	0:03:32	1	11.2	3.09

### 3.8 Pruebas en Modo Tiptronic

Se realiza una toma de datos utilizando la caja Tiptronic, estos datos se tomaron en tres días de recorrido (Tabla 6).

**Tabla 6***Datos en Transmisión Tiptronic*

<b>Fecha</b>	<b>Distancia (km)</b>	<b>Ralentí (HH:MM:SS)</b>	<b>Evento de frenado brusco</b>	<b>Km x L</b>	<b>Consumo de combustible (L)</b>
03/02	33.7	0	0	10.6	3.18
08/02	33.8	0	0	9.8	3.45
22/02	33.8	0:01:54	1	9.74	3.46

De acuerdo con las consideraciones anteriores, el caso de estudio consta de múltiples parámetros de entrada y un parámetro de salida (consumo de combustible). En esta investigación, solo se usaron datos validos obtenidos de los recorridos de las rutas preseleccionadas.

### **3.9 Vehículo para Pruebas**

Se analiza los datos recopilados durante un lapso de un periodo de un mes a dos meses de diferentes pruebas. Los datos se recopilaron utilizando el dispositivo Azuga con conexión a OBD-II instalado en el vehículo de prueba, un Nissan X-Trail Año-Modelo 2012 (Figura 21).

**Figura 21***Vehículo para Pruebas*

## Capítulo IV

### Análisis de Resultados

La selección de propiedades de entrada en cada prueba fue impulsada principalmente a ser valores medidos reales, que fueron especificados en una respectiva fuente. El proyecto se realizó con base en experimentos valores (tomados de la fuente), no asumidos ni simulados.

#### 4.1 Análisis de Resultados

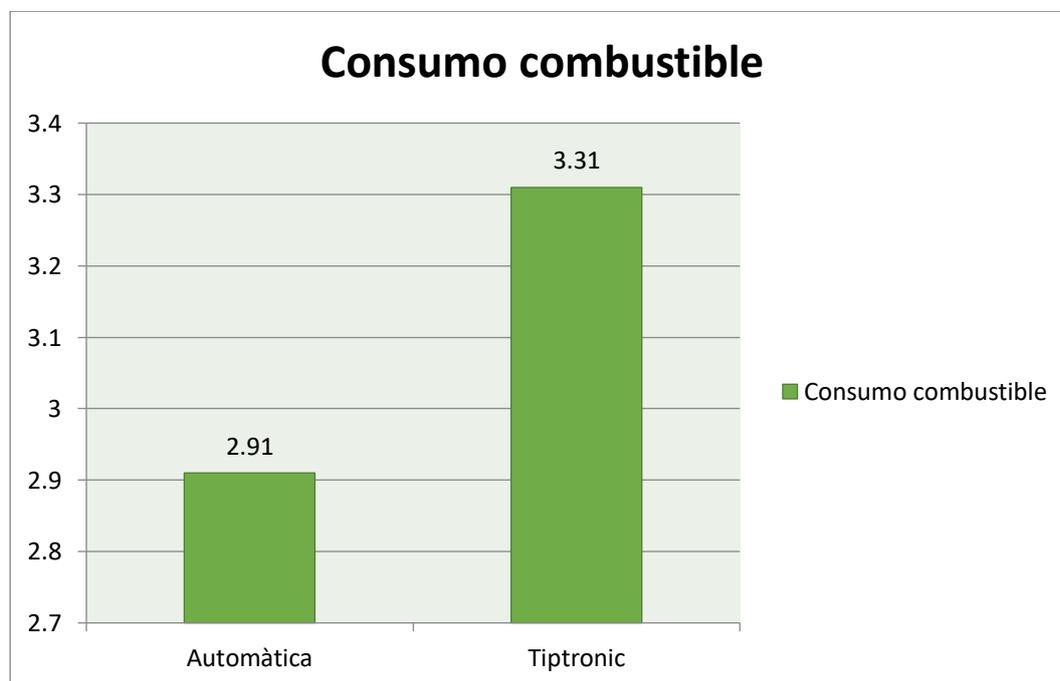
Con la información obtenida se puede indicar que utilizando la transmisión automática se obtiene un ahorro de combustible del 12% comparado con el sistema Tiptronic.

El 100% de los datos de los viajes se registraron correctamente, basados en el consumo instantáneo de combustible.

En las siguientes figuras 22 y 23 se muestran los resultados obtenidos.

**Figura 22**

*Análisis de Consumo de Combustible*

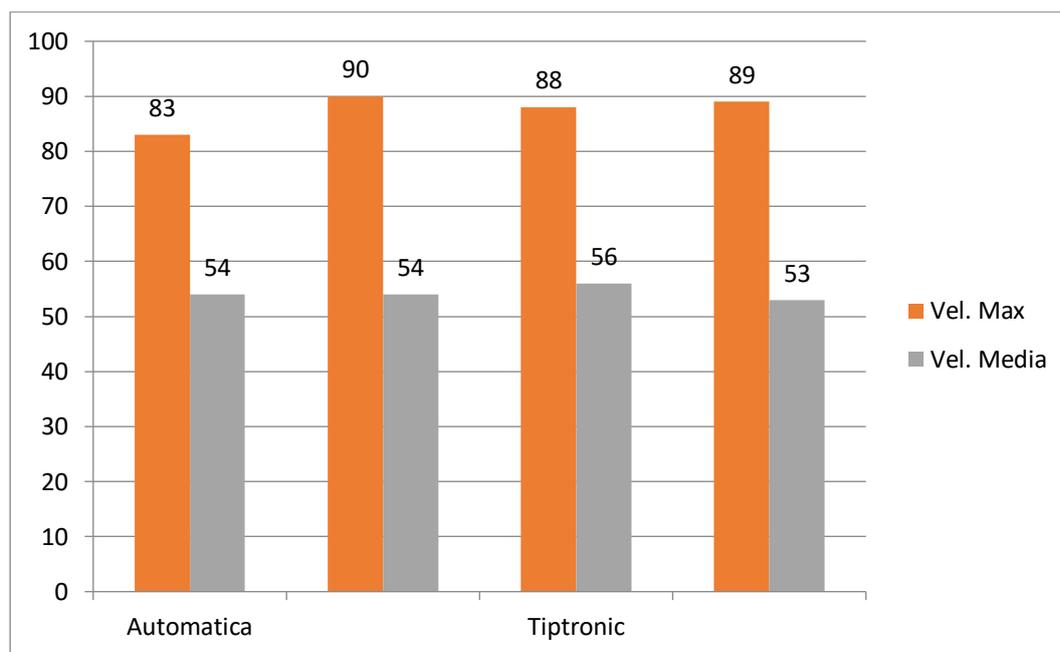


Revisando las velocidades empleadas en las pruebas, se puede observar que en ambos casos tienen gran similitud por lo que la velocidad, tiempo de recorrido y condiciones de tránsito quedan descartadas.

Aunque se realizaron las pruebas en dos horarios, el consumo de combustible se mantuvo por lo que en la misma ruta queda descartado la influencia del tránsito para el análisis.

**Figura 23**

*Análisis Velocidades*



Al revisar el tipo de conducción (agresivo), se puede observar que al ser transmisión automática mejora el momento exacto del cambio lo que provoca que el motor no se revolucione optimizando así el combustible. En el caso de la transmisión Tiptronic las marchas dependen del conductor lo cual dejan de ser precisas y exactas lo que conlleva a revolucionar el motor consumiendo más combustible.

La prueba de campo en diferentes sectores de la ruta seleccionada muestra varios resultados en términos de ahorro de combustible y cambios en los patrones de conducción. Los mayores ahorros de combustible se lograron durante el uso de la transmisión en Modo Automático (16 %).

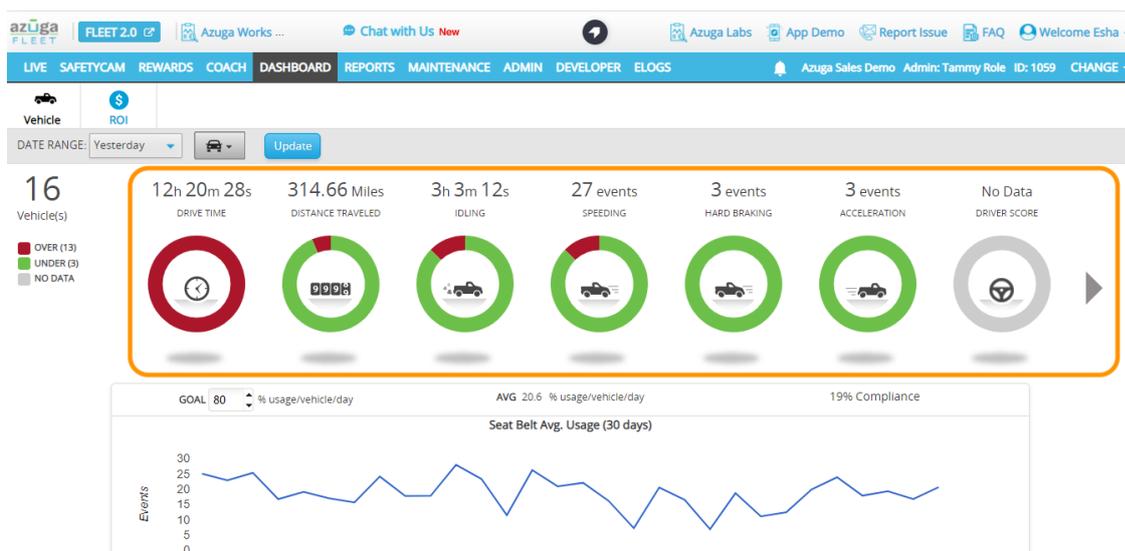
Una vez finalizadas las pruebas con Conducción en Modo Automático, se necesita obtener datos con la ejecución del Modo Tiptronic, para poder determinar si existe un ahorro significativo de combustible.

Para lo cual se realizan las siguientes pruebas en los mismos horarios, bajo las mismas condiciones climatológicas y siguiendo el protocolo de pruebas de conducción en ambos modos de manejo.

Durante la recogida de datos, se registraron datos del consumo de combustible y posiciones GPS y velocidad instantánea con el dispositivo AZUGA preinstalado en el vehículo. Los valores de consumo obtenidos con este dispositivo resultaron ser aproximadamente igual al consumo real registrado en los recibos de las gasolineras (no influye en los resultados). Por lo tanto, después de una etapa inicial de procesamiento de datos de la plataforma de Danlaw, se procede a evaluar y presentar los cuadros estadísticos usando el programa Microsoft Excel (figura 24).

## Figura 24

### Visualización de Resultados



Tomado de: <https://azuga.freshdesk.com/support/solutions/articles/6000247455-product-manual>

## 4.2 Influencia del Tipo de Transmisión en el Consumo de Combustible

La relación entre el combustible y las cajas de cambios es compleja, pero comprenderla puede ayudar a los conductores a ahorrar dinero en combustible. La caja de cambios de su automóvil conecta el motor a las ruedas y controla la cantidad de energía que se les envía. Por lo tanto, en la era moderna, poseer un automóvil automático puede ser la solución perfecta para aquellos que desean ahorrar tiempo y dinero.

La caja Tiptronic permite anular el sistema automatizado y usar paletas que están ubicadas detrás del volante para cambiar de marcha manualmente, sin el uso de un pedal de embrague. De esta forma, da a los conductores la opción de elegir si quieren conducir de forma automática o manual, y produciendo un ahorro de combustible mayor en el modo automático.

Se realizaron mediciones en carretera en el área urbana de Guayaquil, comprendiendo las condiciones de conducción urbana, extraurbana y de carretera con el objetivo de cubrir un amplio espectro de condiciones de conducción. Las rutas se eligieron para proporcionar situaciones reales de manejo.

Los resultados se generan a través de la plataforma en la ventana (figura 25):

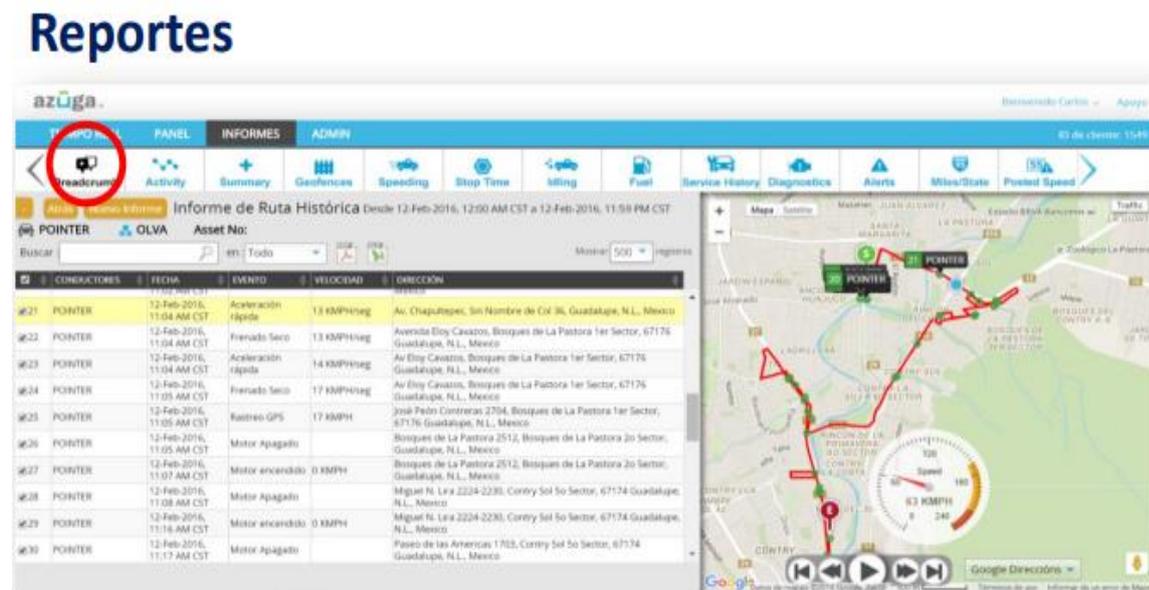
- **REPORTES**, donde se puede recrear el recorrido histórico del vehículo y otros reportes con hasta 90 días de información hacia atrás y exportarlos en EXCEL o PDF para el archivo.
- **BREADCRUM**, puede desplegar la ruta y eventos de un vehículo en cualquier día seleccionado directo del portal y puede exportarse a una tabla de EXCEL o PDF.
- **ACTIVITY**, desglosa las actividades de un vehículo por cada viaje realizado entre un “encendido” y “apagado” de motor; incluye lugar de salida, lugar de llegada, Km recorridos, Tiempo de recorrido, Tiempo de parada, consumo de gasolina (para

algunos vehículos) y total eventos de frenado, aceleración y velocidad del recorrido.

- SUMMARY, similar al anterior, pero agrupando actividades por períodos de seleccionados por el usuario, da la suma de los parámetros en una sola línea.

**Figura 25**

*Reportes de Resultados*



## Conclusiones

De acuerdo con la investigación se ha llegado a la conclusión que para obtener un mejor ahorro de combustible dentro y fuera de la ciudad es óptimo utilizar la transmisión automática ya que se ha validado una diferencia significativa en el ahorro de combustible con respecto al sistema de transmisión Tiptronic. Esto se debe a que en el sistema automático limita las revoluciones del motor y por ende el combustible utilizado es el mínimo para el correcto funcionamiento del motor.

En este trabajo, se selecciona y recupera valores para parámetros clave relacionados con la operación de vehículos de carretera. En cuanto al equipo y las herramientas utilizadas, el trabajo se ha desarrollado sin problemas verificando la colaboración de la plataforma subyacente del vehículo con el lector y el software OBD-II. Esto se confirmó aún más durante la recuperación de parámetros (consumo de combustible) en vivo y la verificación con los instrumentos del vehículo, según estuviera disponible para el conductor.

Al utilizar el sistema Tiptronic hay mayor consumo de combustible ya que las marchas son realizadas por el conductor lo que provoca que en un tiempo pequeño se revolucione el motor un poco más y por ende va a existir un mayor consumo de combustible.

La literatura de investigación consultada respecto a los patrones de conducción discute una amplia gama de posibles beneficios de la conducción usando un determinado modo de transmisión. Sin embargo, en muchos casos la evidencia de estos beneficios es relativamente limitado.

### **Recomendaciones**

Realizar las pruebas en el horario nocturno ya que hay menos flujo de vehículos

La ruta por escoger debe ser larga para poder validar el consumo por kilómetros recorridos.

Al ser pruebas también es importante el tipo de conducción por lo que la ruta, horario, tráfico y seguridad deben confortables y no estresantes para evitar errores humanos.

Aunque hubo limitaciones, se obtuvo mucha comprensión sobre este tema y se aborda los desafíos en trabajos futuros. Para la generalización de los resultados, se necesitaría un mayor conjunto de datos. Además, entender por qué la ruta preferida sobre la otra es importante; por lo tanto, se plantea llevar a cabo un estudio donde los conductores darían sus opiniones sobre las rutas seleccionadas.

Los resultados de este estudio podrían ser una valiosa aportación para los proveedores de servicios de transporte de la ciudad de Guayaquil en la selección de tecnologías óptimas en términos de impacto ambiental y costos de operación, por lo que se debe realizar proyectos complementarios en otros tipos de vehículos y rutas preseleccionadas.

### Bibliografía

- Abukhalil, T., AlMahafzah, H., Alksasbeh, M., & Alqaralleh, B. A. (2020). Fuel consumption using OBD-II and support vector machine model. *Journal of Robotics*, 2020, 1-9.
- A., R. F. (2011). *Elementos de la teoría del tráfico vehicular*. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- AutoSoporte. (7 de Septiembre de 2020). *La ECU Automotriz* .  
<https://autosoporte.com/cursoautomotriz/la-ecu-automotriz-y-el-acelerador-control-del-posicionador/>
- Cegarra, J. (2011). *Metodología de la Investigación Científica y tecnológica*. Madrid: Diaz Santos .
- Davalos, D. (2013). *Diagnostico de Fallas*. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/3271>
- Domínguez Soriano, J. F. (2018). *Sistema de transmisión y frenado*. editex.
- Duarte, G. O., Gonçalves, G. A., & Farias, T. L. (2016). Analysis of fuel consumption and pollutant emissions of regulated and alternative driving cycles based on real-world measurements. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 44, 43-54.
- EPA. (2015). Tasa de consumo de combustible. <http://www.epa.gov/carlabel/electriclabelreadmore.htm>
- Ericsson, E. (2001). Independent driving pattern factors and their influence on fuel-use and exhaust emission factors. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 6(5), 325-345.
- Granda Jaramillo, W. O. (2021). *Elaboración de un Manual de Manejo Ecodriving para Vehículos M1 en Guayaquil*
- Huertas, J. I., Giraldo, M., Quirama, L. F., & Díaz, J. (2018). Driving cycles based on fuel consumption. *Energies*, 11(11), 3064.

- Instituto Ecuatoriano de Normalizacion, I. (2002). *Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Límites Permitidos De Emisiones Producidas Por Fuentes Móviles Terrestres*. Quito.
- Kirthika, V., & Vecraraghavatr, A. K. (2018, February). Design and development of flexible on-board diagnostics and mobile communication for internet of vehicles. In 2018 International Conference on Computer, Communication, and Signal Processing (ICCCSP) (pp. 1-6). IEEE.
- Larue, G. S., Malik, H., Rakotonirainy, A., & Demmel, S. (2014). Fuel consumption and gas emissions of an automatic transmission vehicle following simple eco-driving instructions on urban roads. *IET Intelligent Transport Systems*, 8(7), 590-597.
- Méndez Torres, P. W., Gómez Berrezueta, M. F., & Llerena Mena, A. F. (2020). Análisis de la viabilidad para la implementación de vehículo eléctrico que preste servicio de taxi en la ciudad de Cuenca.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2015). *Cost, Effectiveness, and Deployment of Fuel Economy Technologies for Light-Duty Vehicles*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/21744>.
- Restrepo, A. C. (2007). *Diseño y aplicación de una metodología para determinar ciclos de conducción vehicular en la ciudad de Pereira*. Pereira: Scientia et Technica.
- Rimpas, D., Papadakis, A., & Samarakou, M. (2020). OBD-II sensor diagnostics for monitoring vehicle operation and consumption. *Energy Reports*, 6, 55-63.
- Samalea, J. M. (2014). *Desarrollo de un Ciclo De Conducción En Sustitución del NEDC*.
- Singh, S. K., Singh, A. K., & Sharma, A. (2022). Driving Analysis for Load and Fuel Consumption Using OBD-II Diagnostics. In *Advances in Information Communication Technology and Computing: Proceedings of AICTC 2021* (pp. 121-131). Singapore: Springer Nature Singapore.

- Valdés, R. P. (2010). Consumo de combustible de los motores de combustión interna. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*.
- Verdezoto, T. Z. A., Montes, F. F. C., & Medina, O. B. R. (2020). Análisis del congestionamiento vehicular para el mejoramiento de vía principal en Guayaquil-Ecuador. *Gaceta Técnica*, 21(2), 4-23.
- Zhang, J., Zhao, Y., Xue, W., & Li, J. (2015). Vehicle routing problem with fuel consumption and carbon emission. *International Journal of Production Economics*, 170, 234-242.