



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

ANÁLISIS DEL ESTILO DE CONDUCCIÓN PARA LA IDENTIFICACIÓN DE
PATRONES DE COMPORTAMIENTO DE LOS CONDUCTORES EN UNA FLOTA
VEHICULAR DE CATEGORÍA M1 EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE
QUITO.

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Automotriz

AUTORES: BRANDON LEONARDO ARÁUZ RODRÍGUEZ
ANGEL ALBERTO LEINES CÓNDOR

TUTOR: PAÚL ANDRÉS MOLINA CAMPOVERDE

Quito - Ecuador

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Brandon Leonardo Aráuz Rodríguez con documento de identificación N° 1750185041 y Angel Alberto Leines Cóndor con documento de identificación N° 1725582512 manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 26 de febrero del año 2024

Atentamente,



Brandon Leonardo Aráuz Rodríguez
1750185041



Angel Alberto Leines Cóndor
1725582512

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Brandon Leonardo Aráuz Rodríguez con documento de identificación No.1750185041 y Angel Alberto Leines Córdor con documento de identificación No. 1725582512, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Análisis del estilo de conducción para la identificación de patrones de comportamiento de los conductores en una flota vehicular de categoría m1 en el Distrito Metropolitano de Quito.”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieros Automotrices, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Quito, 26 de febrero del año 2024

Atentamente,



Brandon Leonardo Aráuz Rodríguez
1750185041



Angel Alberto Leines Córdor
1725582512

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Paúl Andrés Molina Campoverde con documento de identificación N° 0104948104, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ANÁLISIS DEL ESTILO DE CONDUCCIÓN PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PATRONES DE COMPORTAMIENTO DE LOS CONDUCTORES EN UNA FLOTA VEHICULAR DE CATEGORÍA M1 EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, realizado por Brandon Leonardo Aráuz Rodríguez con documento de identificación No.1750185041 y Angel Alberto Leines Córdor con documento de identificación No. 1725582512, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción: Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 26 de febrero del año 2024

Atentamente,



Ing. Paúl Andrés Molina Campoverde MsC

0104948104

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto a Dios, fuente inagotable de sabiduría y guía. En cada paso de este viaje, Su luz ha iluminado mi camino, brindándome fortaleza, paciencia y perspicacia. A mi familia, pilar inquebrantable, les dedico estas páginas llenas de esfuerzo y dedicación. Su amor incondicional y apoyo constante han sido mi mayor inspiración. Cada logro en este proceso de investigación es un reflejo de la unidad y el respaldo que me han brindado a lo largo de los años.

Agradezco a mis padres, cuyo sacrificio y compromiso han allanado el camino para que hoy pueda alcanzar este hito. A mis hermanos, cuya complicidad y aliento han sido mi fuerza motriz. Además, agradezco a cada persona que ha pasado por mi vida, porque ha dejado un poco de su conocimiento y también por compartir varios momentos.

Con sincero aprecio.

Brandon Aráuz

Quiero dar gracias a Dios por ser mi guía espiritual en todos estos años, en especial quiero dedicar este proyecto a mis Padres, fuente de amor, sabiduría y sacrificio. Su presencia en mi vida ha sido el faro que me ha guiado en cada paso de mi camino académico y personal. Sus sacrificios, dedicación y apoyo incondicional han sido el fundamento sobre el cual construí mis sueños y ambiciones. Cada logro que celebro hoy es también suyo, porque han sido mi inspiración constante para esforzarme más allá de mis límites.

Doy gracias, a mis hermanos Cristian, Alvaro y a mis sobrinas que han estado para brindarme su cariño y apoyo en cada momento, sin olvidar a mis guardianes que se encuentran en el cielo Angelo y Angel que fueron fieles guías y protectores en este largo camino.

Finalmente quiero dedicar este proyecto a Sami, por brindarme su amor incondicional y acompañarme junto de la mano en todos estos lindos momentos, siempre los llevaré en mi corazón.

Con todo mi amor y gratitud.

Angel Leines Cóndor

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento principal es a Dios, por brindarme vida y salud para llegar a este momento. Además de agradecer a mi familia en general, pero dar una mención honorífica a mis padres Mauricio y Yessenia quienes me demostraron que la perseverancia hace alcanzar el éxito, mis hermanos Lisette y Kenneth piezas fundamentales para mi desarrollo personal. Además, agradezco al MSc. Paul Molina por ser un director de orquesta prácticamente de este proyecto con su ayuda, guía y conocimiento a se ha logrado generar un documento que será base para otras investigaciones. A mis amigos los Yanfris con quienes compartí conocimientos, risas, alegrías, tristezas y enojos en cada semestre que pasábamos juntos. Todos estos factores dan como resultado el crecimiento personal que he tenido en todo este tiempo.

Con todo lo mencionando previamente recalco mi más profundo agradecimiento a todas las personas que han sido parte de mi vida.

Brandon Aráuz

Índice General

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN.....	3
PROBLEMA	4
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos.	5
MARCO TEÓRICO	5
CAPÍTULO 1.....	9
IDENTIFICACIÓN DE LOS PATRONES DE CONDUCCIÓN ENCONTRADOS EN FLOTAS VEHICULARES PARA VEHÍCULOS LIGEROS.....	9
1.1 Ciclos de conducción.....	9
1.1.1 Introducción a los de conducción	9
1.1.2 Tipos de ciclos de conducción.....	9
1.1.2.1 Ciclo ftp 75	9
1.1.2.2 Ciclo wltc	10
1.1.2.3 Ciclo nedc	11
1.1.2.4 Ciclo rde	12
1.2 Patrones de conducción	12
1.2.1 Indicadores.....	13
1.2.1.1 rpa	13
1.2.1.2 vpa	14
1.2.1.3 vsp (potencia específica del vehículo).....	15
1.3 Estado del arte	15
CAPÍTULO 2.....	17
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	17
2.1. Introducción.....	17
2.2. Métodos y materiales.....	18
2.3. Adquisición de datos	20

2.4.	Análisis exploratorio.....	22
CAPÍTULO 3 CATEGORIZACIÓN DE LOS DIFERENTES DE PATRONES DE CONDUCCIÓN ENCONTRADOS EN UNA FLOTA VEHICULAR.....		
3.1	Cálculo de los indicadores	27
3.2	Descripción de patrones de conducción	28
CAPÍTULO 4 PROPUESTA DE RECOMENDACIÓN A LOS PATRONES DE CONDUCCIÓN DE UNA FLOTA DE VEHICULOS DE CATEGORÍA M1 PARA MEJORAR LA EFICIENCIA EN CONSUMO DE COMBUSTIBLE.....		
4.1	Comparación de los patrones de conducción obtenidos.....	33
4.2	Propuestas de desarrollo de un buen manejo.....	36
CONCLUSIONES		40
RECOMENDACIONES		41
REFERENCIAS.....		42
ANEXOS.....		1

Índice de figuras

FIG 1.1	CICLO DE CONDUCCIÓN FTP 75.....	10
FIG 1.2	CICLO DE CONDUCCIÓN WLTP	11
FIG 1.3	CICLO DE CONDUCCIÓN NEDC.....	11
FIG 1.4	CICLO DE CONDUCCIÓN RDE	12
FIG 2.1	FLUJOGRAMA DE METODOLOGÍA	17
FIG 2.2	CONEXIÓN FREEMATICS ONE+ EN PUERTO OBD II	18
FIG 2.3	GPS INSTALADO EN PARABRISA.....	19

FIG 2.4 VEHÍCULO DE PRUEBA	20
FIG 2.5 RUTA 10 - VH1	20
FIG 2.6 MARCHAS RUTA 10 - VH1	21
FIG. 2.7 CONSUMO RUTA 10 - VH1	21
FIG. 2.8 COEFICIENTES DE CORRELACIÓN DE PEARSON	22
FIG. 2.9.4 MATRIZ DE CORRELACIÓN DE PEARSON VH4	26
FIG 3.1 ÁREA FRONTAL VH-2 SAIL 2019	27
FIG. 3.2 A) VH-1 B) VH-2	30
FIG. 3.3 C) VH-3 D)VH-4	30
FIG 3.4 ACELERACIÓN Y DESACELERACIÓN VH1	31
FIG 3.5 ACELERACIÓN Y DESACELERACIÓN VH-2.....	31
FIG. 4.4 DIAGRAMA BARRAS VEHÍCULO 4	35
FIG. 4.5 DIAGRAMA CAJAS VEHÍCULO 1	37
FIG. 4.7 DIAGRAMA CAJAS VEHÍCULO 3	38

Índice de tablas

TABLA 2.1. DESCRIPCIÓN DEL VEHÍCULO	19
TABLA 2.2. CORRELACIÓN DE RESULTADOS DE RUTA 1	23
TABLA 2.3. CORRELACIÓN DE RESULTADOS DE RUTA 2.....	24
TABLA 2.4. CORRELACIÓN DE RESULTADOS DE RUTA 3.....	25
TABLA 2.4. CORRELACIÓN DE RESULTADOS DE RUTA 3.....	26

TABLA 5. ESPECIFICACIONES DEL VEHÍCULO.....	28
TABLA 6. DESCRIPCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CONDUCCIÓN.....	29
TABLA 4.1 CLASIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES.....	35

RESUMEN

La investigación es un modelo experimental de diferentes patrones de conducción mediante una comparación de datos reales obtenidos mediante un dispositivo de adquisición de datos denominado freematics ONE+ el cual permite recopilar parámetros identificadores de datos (PID), para posteriormente con uso de un software determinar factores que determinen el estilo de conducción en una flota vehicular.

La flota vehicular usada para este estudio se encuentra conformada por cuatro vehículos de una misma marca y modelo, para que no exista diferencia al momento de tomar datos y la información pueda ser comparable. La categoría de vehículos de análisis es de categoría M1, vehículos tipo sedán de la marca Chevrolet y modelo Sail año 2019. Estos automóviles estuvieron en una prueba de ruta durante un tiempo determinando, teniendo en cuenta que cada auto tenía un diferente conductor, este último parámetro es esencial para la investigación porque así se puede determinar los patrones de conducción de cada uno de los choferes y saber cuál es su comportamiento detrás del volante dentro de la ciudad. El comportamiento del conductor se basa en la probabilidad entre velocidad y aceleración. Una vez obtenidos parámetros como SAPD Y SAFD se puede inferir el comportamiento de conducción del conductor en ciudad, además los parámetros iniciales prescritos por las normas de circulación, se puede concluir si el conductor es agresivo, pasivo o tímido.

Además, existe un aporte de investigación para determinar la relación entre los parámetros de conducción y el consumo de combustible, es decir que existe conductores que en una misma distancia recorrida consumen un poco más de combustible que otros en las mismas condiciones. A partir de los hallazgos encontrados se puede determinar factores, que permitan aumentar la eficiencia energética al momento de conducir estos vehículos.

Palabras Claves: Velocidad, aceleración, desaceleración, vehículo, ruta, flota, tránsito, consumo.

ABSTRACT

The research is an experimental model of different driving patterns through a comparison of real data obtained through a data acquisition device called freematics ONE+ which allows the collection of data identifying parameters (PID), and later using software to determine factors that determine the driving style in a vehicle fleet.

The vehicle fleet used for this study is made up of four vehicles of the same make and model, so that there is no difference when collecting data and the information can be comparable. The category of analysis vehicles is category M1, sedan-type vehicles of the Chevrolet brand and Sail model year 2019. These cars were on a road test for a time determining, taking into account that each car had a different driver, the latter parameter is essential for the investigation because it can determine the driving patterns of each of the drivers and know what their behavior is behind the wheel within the city. The driver's behavior is based on the probability between speed and acceleration. Once parameters such as SAPD and SAFD are obtained, the driving behavior of the driver in the city can be inferred. In addition to the initial parameters prescribed by traffic regulations, it can be concluded whether the driver is aggressive, passive or timid.

In addition, there is a research contribution to determine the relationship between driving parameters and fuel consumption, that is, there are drivers who consume a little more fuel for the same distance traveled than others under the same conditions. From the findings found, factors can be determined that allow increasing energy efficiency when driving these vehicles.

Keywords: Speed, acceleration, deceleration, vehicle, route, fleet, transit, consumption.

INTRODUCCIÓN

Dentro del D.M. Quito existe una cantidad de automóviles, los cuales han crecido a través del tiempo. Por lo cual muchos investigadores a través de ciclos de conducción han tratado de definir el consumo de combustible y replicar condiciones de carretera en laboratorio. Cabe decir que además de los ciclos se tiene que analizar los diferentes patrones de manejo debido a que estos influyen en gran mayoría en el tránsito de la urbe, todo este análisis se logra mediante la identificación de índices como VPA, RPA y VSP, estos indicadores permiten reconocer cual es el comportamiento de los conductores de pruebas con sus vehículos.

La delimitación de las rutas que se seleccionó para ser recorridas dentro de la urbe capitalina es por medio del estudio de una flota vehículos categoría M1 en donde se puso a prueba a cuatro automóviles de la misma marca y modelo. Los automóviles son de marca Chevrolet, modelo Sail y año de fabricación 2019. Esta selección se debió en base a tener una paridad de datos al momento de analizar los vehículos, también se demuestra el consumo y recorrido que ha tenido el vehículo en una ruta diaria con esto se llega a ponderar los resultados determinado si existe un consumo excesivo, mínimo o normal.

El cálculo de los indicadores se realiza por medio de la extracción de datos de vehículo en condiciones de carretera mediante un dispositivo FreeMatics que es un aparato automotriz conectado al puerto OBD 2, el cual permite extraer el flujo de datos del motor hacia un software de análisis de datos conocido como Matlab. Los archivos extrahidos del motor son exportados en un formato plano .csv pero al post procesar la información se puede obtener variables como velocidades promedios, máximas y mínimas además de las aceleraciones promedios y desaceleraciones, así como los indicadores mencionados anteriormente.

El comportamiento de los conductores se basa en la probabilidad existente entre velocidad y aceleración, a través de funciones de distribución de probabilidad SPAD. Mediante el entendimiento de indicadores y gráficos de barras se puede determinar el comportamiento que tiene un conductor al momento de estar detrás del volante dentro de la urbe. Sí se establece los parámetros originales brindados por la ley de tránsito se puede determinar que es conductor es agresivo, pasivo o tímido.

PROBLEMA

El crecimiento demográfico en el Distrito Metropolitano de Quito se ha ido incrementando a través del tiempo simultaneo a la saturación los varios sistemas de transporte público de la urbe; la necesidad de transportarse de un punto al otro es un derecho que tienen los seres humanos en su diario vivir, debido a esto muchas personas se movilizan de diferente manera a sitios de estudio, trabajo y entretenimiento. La movilidad hace que las personas busquen diferentes medios de transporte como es el vehículo particular, por esta razón dentro del Distrito Metropolitano de Quito existe el parque automotor que ha incrementado a pasos agigantados crecimiento en los últimos años, hasta el 2021 existía un crecimiento anual de 6,75% es decir que dentro de la ciudad habían 479 741 (Pineda Herrera, 2022), este aumento ha detonado una crisis de movilidad dentro de la urbe capitalina, donde es notable observar y percibir que los sistemas viales de Quito son deficientes, a esta problemática se suma la falta de cultura vial de los conductores y la ausencia de buenas autoridades de control que no ayuda a que el conductor tenga una buena educación vial.

El temperamento del conductor influye en parámetros como la eficiencia del combustible, el desgaste de pastillas de frenos y el número de emisiones contaminantes producidas. En la presente investigación se introduce como problemática el análisis de diferentes estilos de conducción de varios individuos, y compara los diversos parámetros que podrían caracterizar un estilo eficiente de conducción.

El estudio y la recolección de datos se plantea en el Distrito Metropolitano de Quito, siendo el tiempo de extracción de información de aproximadamente un mes tomado referencia noviembre del 2023 y culminado en diciembre del 2023 como se plantea en el cronograma; la flota que se analizará será de una empresa privada y se utilizará 4 vehículos de la marca Chevrolet; modelo Sail; Año 2019.

Con estos resultados se espera analizar los patrones de conducción que presenten los conductores y generar sugerencias en su forma de conducir a partir del análisis de indicadores.

Delimitación del problema.

El aumento del parque automotor dentro del D.M.Q. como se menciona previamente es del 6,75% anual a partir del 2021 (Pineda Herrera, 2022). En la presente investigación se presentan dos beneficiarios directos e indirectos, donde los directos son los dueños de vehículos y conductores de flotas vehiculares que con esta investigación definen la capacidades de conducir de sus empleados y como podrían mejorar en el futuro su calidad al momento de estar detrás de un volante; los beneficiarios indirectos es la ciudadanía en general porque se concientiza la manera en que los conductores manejan y así también se llega a evitar accidentes de tránsito que afecten a la población. Esto se logrará con la categorización de los conductores (agresivos, normales y pasivos) con el análisis previo de los parámetros de conducción establecidos en la Ley Orgánica de Transportes Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial.

Al realizar un análisis acerca de los vehículos Chevrolet modelo Sail, se puede encontrar una eficiencia en consumo y manejo además de desarrollar un manual de recomendaciones para que los usuarios que tengan este tipo de automotor se puedan tener una conducción eficaz y mantener de mejor manera

Objetivo General.

Analizar del estilo de conducción para la identificación de patrones de comportamiento de los conductores en una flota vehicular de categoría M1 en el Distrito Metropolitano de Quito.

Objetivos Específicos.

- Identificar patrones de conducción encontrados en flotas vehiculares para vehículos ligeros.
- Estimar los parámetros de conducción que minimicen el consumo de combustible.
- Categorizar los diferentes de patrones de conducción encontrados en una flota vehicular.
- Proponer recomendaciones a los patrones de conducción de una flota de vehículos de categoría M1 que permitan mejorar la eficiencia en consumo de combustible.

Marco Teórico

Ciclo de conducción

Los ciclos de conducción nos permiten comprender cómo se comportan los vehículos en la carretera en función de sus emisiones. Los ciclos de conducción están diseñados para proporcionar una representación característica de la velocidad a lo largo del tiempo para los registros de conducción urbana. Los ciclos de conducción tienen muchas aplicaciones. Los fabricantes de vehículos los necesitan para construir una base de diseño, construcción y comercialización a largo plazo. El trabajo de los ingenieros de transporte también es importante en el desarrollo de sistemas de control de tráfico y la simulación de paradas y flujos de vehículos. (Hurtado et al., 2014).

De manera similar, podemos decir que un ciclo de conducción es un conjunto de intervalos de tiempo y velocidades utilizados para representar el comportamiento de conducción típico de un vehículo en un área de prueba particular. Estas secuencias a menudo se describen en términos de velocidad versus tiempo, donde la velocidad se expresa en kilómetros por hora y el tiempo en segundos (Molina & Torres, 2016).

Estilos de conducción

Conducción eficiente; Su principal objetivo se basa en la optimización del combustible que consume un vehículo, a este estilo también se lo puede denominar conducción ecológica porque liberar una baja cantidad de partículas contaminantes hacia la atmósfera. Por lo que decíamos al principio, también es una forma muy económica de conducir un coche. (José & Naranjo, 2023)

Conducción de alto rendimiento; A los conductores no les preocupa la economía de combustible, sino utilizar cada gota de combustible ubicada dentro del tanque de gasolina del automotor, de la manera más eficiente posible. Se trata de un estilo de conducción muy equilibrado, que no se centra en la pura economía o potencia (José & Naranjo, 2023).

Conducción de prestaciones; Al hablar de este estilo, se menciona como objetivo principal que conductor debe ser solo uno, esto es para poder sacar el máximo provecho mecánico del vehículo logrando exprimir toda la potencia del motor que tiene el automóvil (José & Naranjo, 2023).

El estilo de conducción es la forma en que un conductor maneja su vehículo y el comportamiento que muestra mientras conduce. Cada conductor tiene su propia manera de conducir: dependiendo de la manera en que utilizan el pedal del acelerador, aceleran, aumentan la velocidad, frenan y utilizan el piloto automático, etc.(José & Naranjo, 2023)

Una forma común de estimar el consumo de combustible y las emisiones de un vehículo es reproducir ciclos de conducción estándar. Por tanto, es muy importante que estos ciclos se adapten al funcionamiento real del vehículo. Algunos tipos de vehículos tienen ciclos dinámicos específicos, por ejemplo, los vehículos que circulan por rutas urbanas fijas, donde generalmente se supone que todas las rutas tienen características similares, lo que constituye una limitación importante. (Jimenez Felipe et al., 2013)

Técnicas de optimización de combustible (Eco-driving).

La cantidad de combustible que se consume en el proceso de conducción es dependiente del vehículo, además del ambiente y de cómo se comporta la persona que va conduciendo. En los últimos años se ha creado un método sustentable que ayuda con la reducción del consumo de combustible, mencionado método de conducción ecológica se lo denomina “Eco-driving”. Al hablar de esta técnica de conducción se tiene que mencionar que su base fundamental es un control óptimo de variables al momento de estar detrás de un volante por el conductor dichas variables son: velocidad, aceleración, desaceleración y cambios de marcha. Los ahorros se logran minimizando la pérdida de energía. Al realizar la utilización de este método que sirve para optimizar la eficiencia del combustible, y además permite bajar emisiones contaminantes, esto se debe a que mencionado estilo es independiente de la tecnología que tiene el vehículo. Sin embargo, el conductor debe tener conocimientos previos acerca del mencionado “Eco-driving” (Corcoba Victor, 2014). Nuevos métodos de análisis del estilo de conducción se han desarrollado utilizando información del diagnóstico de la placa de vehículos (OBD) y algoritmos AdaBoost.

Por ejemplo, un método propuesto es utilizar la interfaz OBD para recopilar información crítica sobre la operación de conducción, la toma de datos se basa en factores tales como la velocidad en marcha en marcha del vehículo, velocidad del motor (RPM), la ubicación angular del acelerador y la carga del motor calculada. Luego, utiliza algoritmos AdaBoost

para llevar a cabo el análisis del comportamiento de conducción. Los resultados experimentales demostraron que el método propuesto es correcto y puede alcanzar una tasa de precisión promedio del 99.8% en varias simulaciones de conducción.

CAPÍTULO 1

IDENTIFICACIÓN DE LOS PATRONES DE CONDUCCIÓN ENCONTRADOS EN FLOTAS VEHICULARES PARA VEHÍCULOS LIGEROS.

1.1 Ciclos de conducción

Un ciclo de conducción es un patrón típico de velocidades a las que viajan los vehículos urbanos a lo largo del tiempo, bajo diferentes condiciones de conducción en un lugar particular, y se utiliza para estimar las emisiones contaminantes y el consumo de combustible, este se muestra en el gráfico tiempo contra velocidad.

1.1.1 Introducción a los de conducción

Los ciclos de conducción, además de aportar al conocimiento del estilo de conducción de los individuos, al realizar una prueba se puede determinar varios puntos como: velocidad máxima, velocidad mínima, rutas, tiempos, etc. Al mencionar un ciclo de conducción se puede determinar como un patrón el cual el conductor sigue y además se puede mencionar como la estandarización de como dicho individuo mantiene su auto, debido a que al tener una conducción agresiva los componentes del vehículo como neumáticos, pastillas y combustibles llegan a tener un mayor desgaste y menor tiempo de vida útil es decir se acaban mucho antes de lo que el fabricante de dichos componentes establece en su ficha técnica.

1.1.2 Tipos de ciclos de conducción

Los ciclos de conducción, utilizados en la industria automotriz, son patrones estandarizados que simulan condiciones de manejo específicas con el objetivo de evaluar el rendimiento de los vehículos en términos de emisiones y eficiencia de combustible. Estos ciclos desempeñan un papel crucial en la medición precisa y la comparación de las características operativas de los vehículos. A continuación, se presentan algunos tipos de ciclos de conducción ampliamente utilizados:

1.1.2.1 Ciclo FTP 75

Este ciclo de conducción hace referencia a un tipo específico de ciclo de conducción que es utilizado para ejecutar una evaluación del rendimiento de vehículos, y mencionado ciclo más se enfoca en el consumo de combustible y las emisiones que pueden generar como se observa en la Fig 1.1. El significado de FTP es: Federal Test Procedure (Procedimiento de Prueba Federal) y el número 75 indica que el ciclo de conducción representa condiciones de conducción urbanas y suburbanas.



Fig 1.1 Ciclo de Conducción FTP 75

1.1.2.2 Ciclo WLTP

WLTP (Procedimiento Mundial Armonizado de Prueba de Camiones Ligeros) es un estándar global que determina los niveles de contaminantes, las emisiones de CO₂ y el consumo de combustible de vehículos convencionales, híbridos y eléctricos. Este procedimiento fue desarrollado por la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UN/ECE o UNECE en inglés) para sustituir al Nuevo Ciclo de Conducción Europeo (NEDC) como procedimiento de homologación de vehículos europeos. Su versión final se publicó en 2015. Uno de los principales objetivos del proceso WLTP es correlacionar las estimaciones de laboratorio del consumo de combustible y las emisiones con las mediciones de las condiciones del tráfico por carretera esto demuestra en la Fig 1.2.

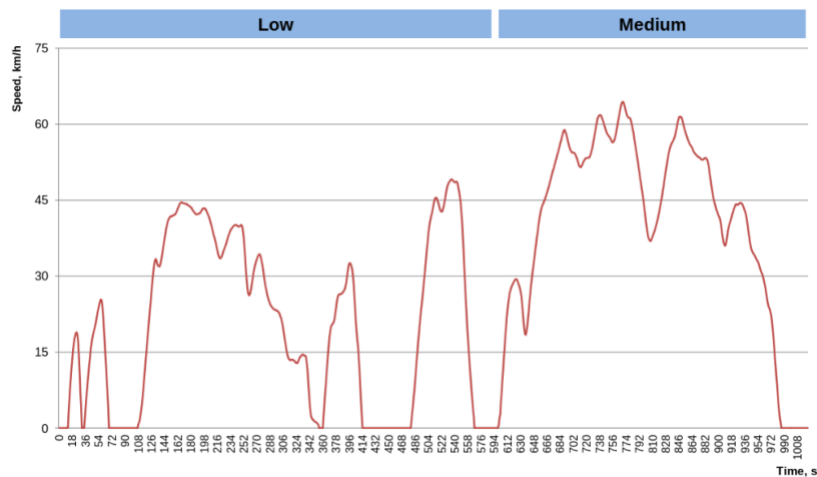


Fig 1.2 Ciclo de Conducción WLTP
 Imagen tomada de: <https://es.wikipedia.org/wiki/WLTP>

1.1.2.3 Ciclo NEDC

El nuevo ciclo de conducción europeo NEDC es un ciclo de conducción que consta de cuatro ciclos de conducción repetidos ECE-15 y un ciclo de conducción extraurbana (EUDC). Se trata de un estudio para evaluar objetivamente el impacto de los vehículos en el medio ambiente. Su finalidad es informar a los consumidores como se muestra en la Fig 1.3 . Las pruebas se basan en las normas europeas sobre emisiones, que han sido objeto de críticas en los últimos años a medida que se han ampliado las diferencias en el consumo de combustible de los automóviles modernos en el mundo real.

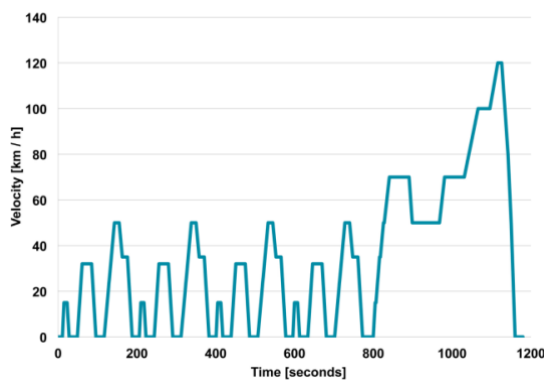


Fig 1.3 Ciclo de Conducción NEDC
 Imagen tomada de: <https://www.circulaseguro.com/inc/uploads/2017/07/Ciclo-WLTP-02.jpg>

1.1.2.4 Ciclo RDE

El llamado ciclo RDE (Real Driving Emissions), que se basa principalmente en la medición emisiones contaminantes en la carretera en lugar de en un banco de pruebas continuamente cíclico todo tipo de coches, como antes así se presenta en la Fig 1.4. Para esto se necesita usar el sistema de medición portátil se llama PEMS (Portable Emissions Measurement Systems) (Redondo Puelles, 2018)

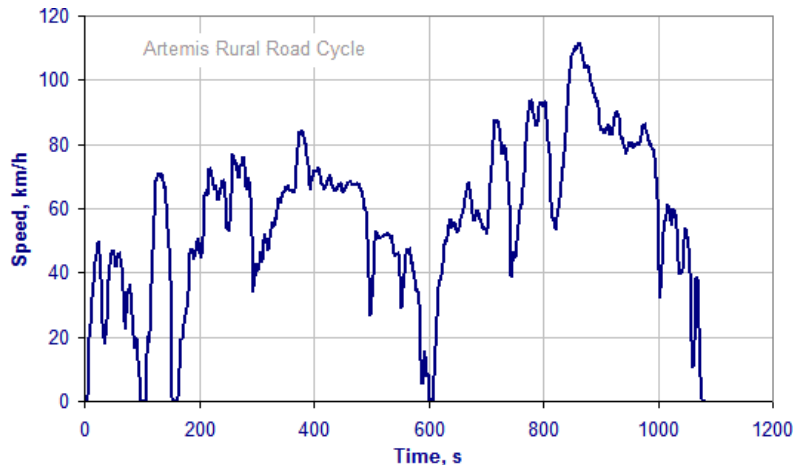


Fig 1.4 Ciclo de Conducción RDE
Imagen tomada: https://3.bp.blogspot.com/-4cjFaLIDjxE/UhDGOP1OTqI/AAAAAAAAAB2A/10jt0uUBp_s/s1600/artemis_road.png

1.2 Patrones de conducción

Los patrones de conducción según son una de las variables para la estimación de las emisiones vehiculares con los modelos matemáticos. Estos tienen su interés basándose en algunos parámetros como la velocidad, aceleración, la localización y el tiempo. Tomando en cuenta estos datos se puede identificar los patrones de conducción de uno o más individuos.

Los patrones de conducción, en el contexto del transporte y la conducción de vehículos, se refieren a comportamientos repetitivos y predecibles que los conductores adoptan al enfrentarse a ciertas situaciones en la carretera. Estos patrones pueden tener aplicaciones en diversos campos, y su estudio puede ayudar a comprender y mejorar la seguridad vial, el diseño de carreteras, la eficiencia del tráfico, entre otros aspectos.

1.2.1 Indicadores

Los indicadores permiten establecer como puntos de referencia para que se comprenda de mejor manera la parte investigativa del proyecto presentado, a continuación, se presentan los diferentes tipos de indicadores con su respectiva explicación.

1.2.1.1 RPA

Aunque la mayoría de los parámetros son claros, es necesario analizar con más detalle algunos parámetros especiales. Un parámetro comúnmente utilizado es la aceleración relativa positiva (RPA). RPA se utiliza como la aceleración promedio relacionada con la velocidad y, a menudo, se usa para describir la frecuencia de aceleración que requiere grandes cantidades de energía. Su cálculo implica sumar los productos de la aceleración y la velocidad por segundo y luego dividir esta suma por la longitud del tramo analizado. Tenga en cuenta que RPA solo considera valores de aceleración positivos, excluyendo las desaceleraciones. (Braun & Rid, 2017).

En resumen, RPA le permite cuantificar la magnitud de la aceleración positiva durante un período de tiempo o segmento de movimiento específico. Al centrarse únicamente en la aceleración positiva, la atención se desplaza hacia aquellas aceleraciones que requieren más potencia y pueden tener un impacto significativo en el consumo de combustible y las emisiones. Al comprender y analizar la RPA, podrá comprender mejor cómo el estilo de conducción afecta el rendimiento del vehículo y la eficiencia energética. (Farinango Ronny, 2021), así se presenta en la ecuación el cálculo de RPA Ecuación 1.1

$$RPA = \frac{\int_0^T (v_i \times a_i^+)}{x}, \left(\frac{m}{s^2}\right) \quad \text{Ec.(1.1)}$$

T= Tiempo total (s).

x=Distancia T. del recorrido (m).

v_i =Velocidad Instantánea $\left(\frac{m}{s}\right)$.

a_i =Aceleración Positiva instantánea $\left(\frac{m}{s^2}\right)$

1.2.1.2 VPA

Esta variable se utiliza específicamente para evaluar la seguridad en la conducción, con el objetivo de minimizar la frecuencia de aceleraciones repentinas y que consumen mucha energía. Esto nos permite comprender mejor cómo el comportamiento agresivo del conductor puede afectar tanto a la eficiencia energética como a la seguridad vial. Sería beneficioso adoptar un enfoque integrado que tenga en cuenta aspectos medioambientales y de seguridad para promover la conducción responsable y la eficiencia energética. Al analizar el percentil 95 (VA) junto con la variable V·A, se puede obtener una comprensión más completa del comportamiento de conducción.(Bodisco et al., 2019).

La forma de conducir tiene un impacto significativo en las emisiones posteriores. Por eso es importante analizar los resultados de las pruebas de emisiones contaminantes de la carretera según el modo de conducción. Dependiendo de la distancia recorrida, al establecer un valor umbral de 0,1 m/s², se puede calcular la relación entre el tiempo dedicado a desacelerar, moverse y acelerar. La expresión de la aceleración viene dada en la Ecuación 1.2

$$a_i = \frac{v_{i+1} - v_{i-1}}{2 \times 3.6} \quad \text{Ec. (1.2)}$$

a=es la aceleración del vehículo (m/s).

v=es la velocidad del vehículo (km/ h).

i= es el i-ésimo paso de tiempo y está contenido entre 2 y N – 1,

donde N representa el número total de muestras, teniendo en cuenta que la frecuencia de muestreo es de 1 Hz y $a_0 = a_n = 0$ (Bodisco y otros, 2019).

Ecuación 1.3 , velocidad por aceleración.

$$VA_I = \begin{cases} \frac{a_i \times v_i}{3.6} & a_i > 0.1 \\ 0 & a_i \leq 0.1 \end{cases} \quad \text{Ec. (1.3)}$$

Al graficar la distribución de la velocidad por aceleración, se pueden visualizar los valores excluyendo las aceleraciones iguales o inferiores a $0,1 \text{ m/s}^2$. Los valores más elevados de velocidad por aceleración pueden indicar una conducción agresiva, mientras que los valores más bajos pueden señalar una conducción más moderada.

1.2.1.3 VSP (potencia específica del vehículo)

Según (Luis Jimenez-Palacios, 1999) el VSP lo define como potencia instantánea por unidad de peso del vehículo. La potencia instantánea generada por el motor se utiliza para superar la resistencia a la rodadura y la resistencia aerodinámica, y para aumentar la energía cinética y potencial del vehículo. Es igual al producto de la velocidad por la aceleración equivalente, teniendo en cuenta los efectos de la pendiente de la carretera y la resistencia a la rodadura.

Además, este es un parámetro que puede medirse directamente y adaptarse a los métodos de evaluación existentes del vehículo. Sin embargo, su mayor ventaja es que permite realizar comparaciones entre diferentes vehículos y ciclo de conducción con la Ec 1.4, como se muestra a continuación (ANDREA ESTEFANÍA RONDÓN, 2020).

$$VSP = \frac{F_{res} \cdot v}{m} \quad \text{Ec. (1.4)}$$

Fres= Fuerza Resultante

V= velocidad

m=masa

1.3 Estado del arte

Varios investigadores trabajan en el entendimiento de ciclos y modos de conducción por lo cual autores como (Alberto et al., 2016), en su investigación “Análisis de los patrones de conducción” señalan que en la ciudad de Bogotá se analiza los patrones de conducción al transporte público en la localidad de Chapinero, esto con la ayuda de acelerómetros y GPS embebidos en teléfonos. Con los resultados obtenidos desarrollaron un programa que determina 17 características específicas, los cuales permitieron identificar los patrones de conducción de diferentes choferes de transporte público.

En otro estudio realizado por (Gonzales, 2017), denominado la estimación de los patrones de conducción en una vía del sur de Cali de las emisiones atmosféricas con el modelo IVE” en el artículo busca determinar los patrones de conducción de una vía esto con la ayuda de un GPS y un escáner con el puerto OBD, esto tuvo como resultado la identificación de la adaptación de una metodología para determinar patrones de conducción dentro del perímetro establecido.

(Fernando & Torres, 2017) en su estudio “Desarrollo de aplicación para la obtención de bins de entrada de patrones de conducción de acuerdo con el modelo internacional de emisiones vehiculares (IVE)” este proyecto se basa en la creación de un software el cual permite la lectura de bins con mediciones de emisiones y así también determinar los patrones de conducción, este proyecto se realizó en la Universidad del Azuay con la ayuda de equipos como GPS para la obtención de datos. Los resultados fueron satisfactorios con un margen de error del 0,2% del cálculo de bins VSP (potencia específica del vehículo).

(Hurtado et al., 2018) en su trabajo “Desarrollo de ciclos de conducción para el área metropolitana Centro Occidente - AMCO.” para este trabajo se trata de determinar los diferentes tipos de ciclos de conducción para AMCO (Área Metropolitana Centro Occidente) específicamente en las vías del Departamento de Risaralda, con diferentes instrumentos de medición con los cuales permiten obtener resultados como velocidad, aceleración y cantidad de emisiones. Los resultados de esta investigación determinan que las emisiones están por debajo de lo permitido en la norma colombiana que protege al ambiente.

(Caparrós, n.d.) en su estudio “El comportamiento humano en conducción: factores perceptivos, cognitivos y de respuesta” realiza un enfoque referencial a la psicología como aspectos fundamentales para la determinación de la percepción de los patrones de conducción y el riesgo de cada conductor. Su análisis es a base de estudios realizados a diferentes individuos en los cuales varían (edades y sexos), obteniendo como un resultado llamativo que las personas con más “experiencia” al volante terminan perdiendo la percepción de peligro y son más propensas a accidentes.

CAPÍTULO 2

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

2.1. Introducción

La metodología utilizada en este proyecto fue separada en dos partes, la primera fue “Seccional” esta permite analizar la información de la flota vehicular para un resultado en común lo cual sería una respuesta deductiva al método mencionado. La segunda metodología aplicada fue la de “Correlacional” esta mencionada facilita medir el grado de relación entre las variables de la flota vehicular analizada.

Los resultados mencionados muestran diferentes patrones de conducción tomando en cuenta que se tomó a cuatro vehículos del mismo modelo y mismas características, además cabe mencionar que cada vehículo tenía un diferente conductor es decir se tenía a cuatro conductores. Los datos que se tomaron fueron durante iguales en tiempo para los cuatro vehículos para que exista una equivalencia y no salir de los rangos de estudio como se puede observar en la Fig. 2.1.

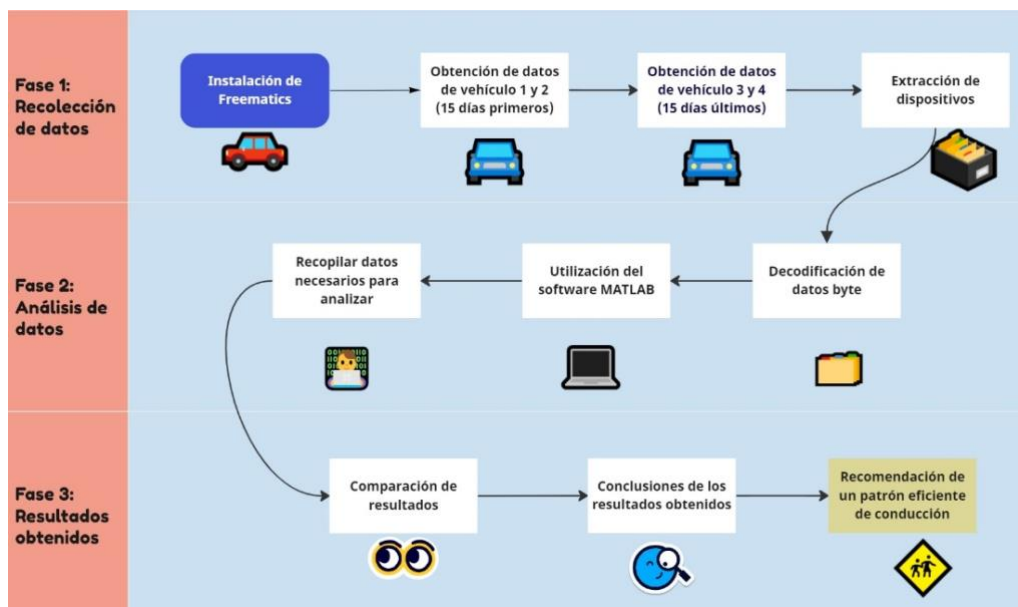


Fig 2.1 Flujo de Metodología

Para recolectar los datos se realizó un análisis previo en el Distrito Metropolitano de Quito, donde se tomó diferentes rutas de la urbe capitalina abarcando en su mayoría sectores como: Norte, centro y valles.

Las rutas analizadas contienen una variedad de condiciones de avenidas, carreteras, caminos y vías perimetrales para cubrir una variedad de factores de conducción sobre el cual el objetivo primordial es recopilar datos que reflejen diferentes estilos de conducción.

2.2.Métodos y materiales

Para la obtención de datos se ayuda con un dispositivo Freematics One, el cuál fue conectado al puerto OBD II del coche en un tiempo estimado de 15 días laborables los cuales el dispositivo grababa en una microSD en Bytes, lo que permitía su lectura y posterior extracción para el análisis correspondiente. La instalación del dispositivo se muestra en la Fig 2.2 también importante mencionar que la colocación de una antena se lo realizo en el parabrisas del vehículo para el correcto funcionamiento del dispositivo una vez puesta en marcha el vehículo, en la Fig 2.3 se muestra el GPS instalado en el parabrisa del auto.



Fig 2.2 Conexión Freematics One+ en Puerto OBD II



Fig 2.3 GPS instalado en parabrisa

Al realizar esta investigación se tomó una paridad vehicular para que no exista diferencias al momento de la comparación de resultados, se adquirió datos de 4 vehículos de la misma marca, modelo y año que se muestra en la Tabla 2.1.

VEHÍCULO	
MARCA	CHEVROLET
MODELO	SAIL
AÑO	2022
PESO DEL VEHÍCULO	1075 KG
CILINDRADA	1500

Tabla 2.1. Descripción del Vehículo

En la Fig. 2.4 muestra uno de los vehículos mencionados de la flota vehicular, este último sirvió para el pesaje ya que es un dato fundamental al momento de realizar los procedimientos de cálculo de parámetros como la potencia específica del vehículo, el cual es un parámetro que permite predecir el comportamiento de conducción.



Fig 2.4 Vehículo de prueba

2.3. Adquisición de datos

Al realizar el proceso de adquisición de datos se tiene como ejemplo de ruta de la Fig 2.5 que es tomada de la Ruta 10 del vehículo 1 (Vh1), la cual establece un punto de partida con 0 km/h y donde en calles normales se observa una velocidad de constante de 30 km/h, además se observa que en vía perimetral como es la Av. Simón Bolívar llega un máximo de 80-90 km/h esto dependiendo de la hora por el problema de movilidad que existe en la capital a ciertas franjas horarias.

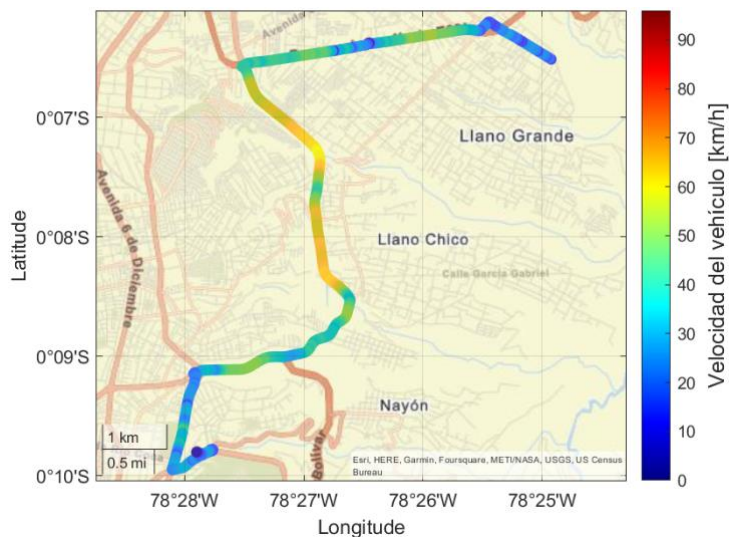


Fig 2.5 Ruta 10 - Vh1

En la Fig. 2.6 se observa los escalones de velocidad del vehículo que son obtenidos mediante un algoritmo de aprendizaje automático denominado k-medias que requiere información a partir del número de grupos y a partir de esta información agrupa los

datos en función de un centroide. Como se observa cada pendiente relaciona la velocidad con el régimen de giro del motor debido a que las marchas guardan una relación de tipo lineal con este parámetro.

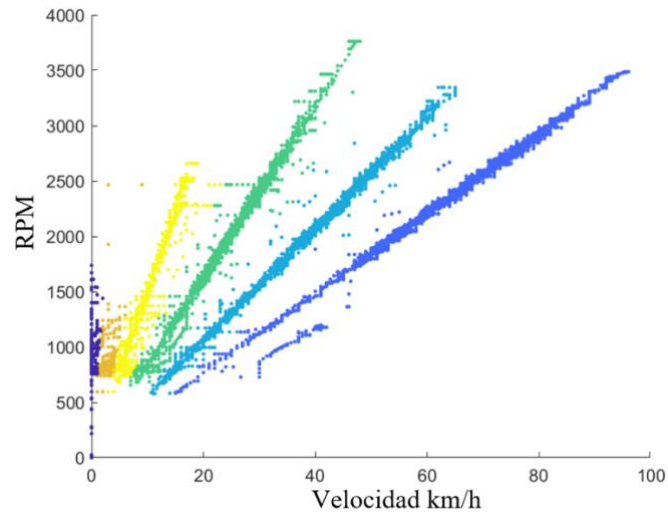


Fig 2.6 Marchas Ruta 10 - VH1

El análisis además conlleva a observar el consumo que tiene el vehículo en una ruta, se establece que en 15,2 kilómetros de distancia recorridos tiene un potencial consumo de 2,39 galones como se muestra en la Fig. 2.7 entonces partiendo de esa comparación se puede comenzar a realizar un análisis del cual se obtenga una correlación, observando si tiene un alto consumo o un bajo consumo.

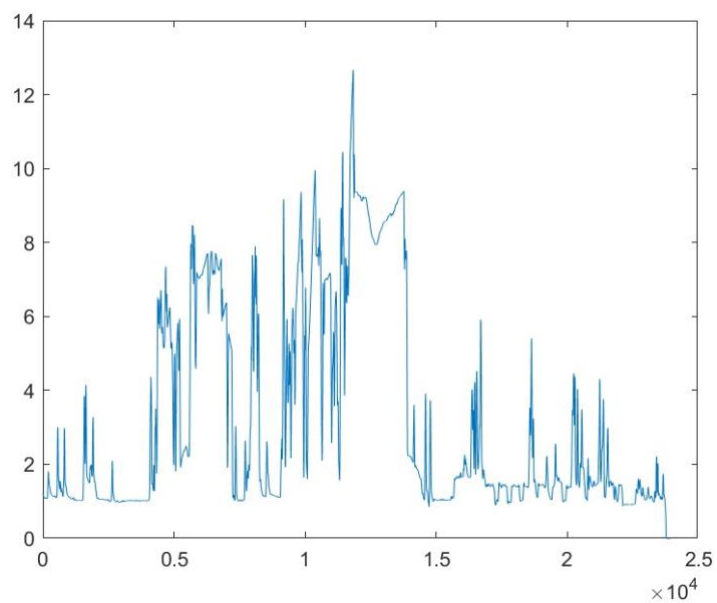


Fig. 2.7 Consumo Ruta 10 - VH1

2.4. Análisis exploratorio

La investigación con lleva a analizar constantemente el consumo de combustible como se muestra en la Fig. 2.7, ese es el resultado del consumo en una sola ruta. Los resultados varían de diferente manera según la velocidad y el tiempo de puesta en marcha el vehículo. Al hablar de consumo es importante mencionar que considerando las últimas décadas del siglo XX el parque automotor a nivel mundial creció de 50 a 450 millones de unidades, y que por cada 0,74 kg de gasolina causa una emisión de 2,28 kg de dióxido de carbono (CO₂) (Loayza M., 2018)

El análisis de exploratorio permite la identificación el coeficiente de correlación de Pearson, este ayudar a medir el grado de asociación lineal entre dos. Para un correcto análisis se debe utilizar el cuadro de Ponderaciones de los Coeficientes de correlación, así como se muestra en la Fig. 2.8, se parte de ahí para determinar los resultados de los consumos.

Correlación perfecta	r=1
Correlación muy alta	Entre r=0,80 y r=1
Correlación alta	Entre r=0,60 y r=0,80
Correlación moderada	Entre r=0,40 y r=0,60
Correlación baja	Entre r=0,20 y r=0,40
Correlación muy baja	Entre r=0,10 y r=0,20
Correlación nula o muy débil	< r= 0,10

Fig. 2.8 Coeficientes de correlación de Pearson
Imagen tomada de: https://i.ytimg.com/vi/wdT2k_q7XFQ/maxresdefault.jpg

A partir de este cuadro, los consumos que se obtuvieron de la toma de datos para esta investigación a los cuatro vehículos de la flota seleccionada se puede discutir los siguientes resultados después de un análisis y correlación para tener en cuenta cuál de los mencionados vehículos ha generado mayor consumo.

De los vehículos de prueba se obtuvieron los siguientes datos:

- Vehículo 1 (VH-1)

Fecha de Inicio de Prueba	Fecha de Finalización de Prueba
15 noviembre 2023	30 noviembre 20232

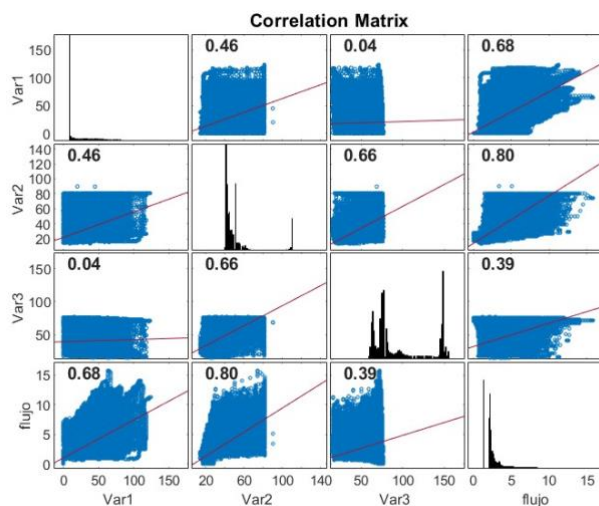


Fig. 2.9.1 Matriz de correlación de Pearson VH1

La correlación de resultado se observa en la Fig. 2.9.1 y esto se basa en el flujo del combustible utilizado por el VH-1 durante su tiempo de prueba dando como resultados obtenidos los siguientes datos como se muestra en la Tabla. 2.2

Variable	Correlación	Resultado
Var1-Var2	0.46	Correlación Moderada
Var1-Var3	0.04	Correlación Muy débil
Var1-Flujo	0.68	Correlación Alta
Var2-Var3	0.66	Correlación Alta
Var2-Flujo	0.80	Correlación Muy alta
Var3-Flujo	0.39	Correlación Baja

Tabla 2.2. Correlación de resultados de ruta 1

- Vehículo 2 (VH-2)

Fecha de Inicio de Prueba	Fecha de Finalización de Prueba
20 noviembre 2023	01 diciembre 20232

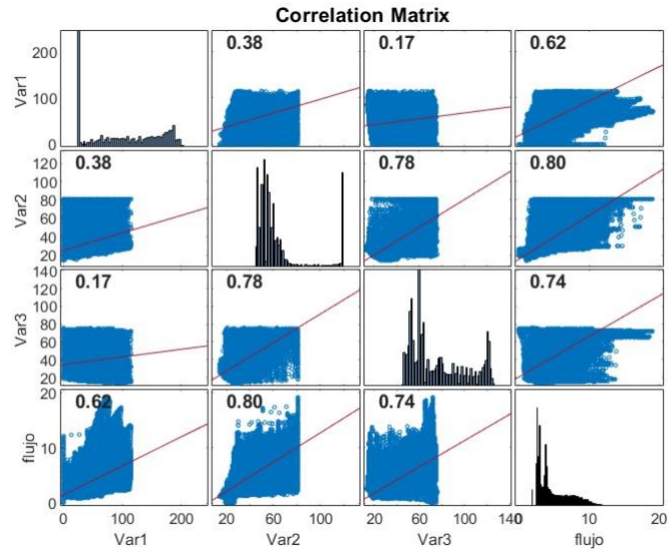


Fig. 2.9.2 Matriz de correlación de Pearson VH2

Como se observa en la Fig 2.9.2 es el resultado quee basa en el flujo del combustible utilizado por el VH-2 durante su tiempo de prueba dando como resultados obtenidos los siguientes datos como se muestra en la Tabla. 2.3

Variable	Correlación	Resultado
Var1-Var2	0.38	Correlación Baja
Var1-Var3	0.17	Correlación Muy Baja
Var1-Flujo	0.62	Correlación Alta
Var2-Var3	0.78	Correlación Alta
Var2-Flujo	0.80	Correlación Muy alta
Var3-Flujo	0.74	Correlación Alta

Tabla 2.3. Correlación de resultados de ruta 2

- Vehículo 3 (VH-3)

Fecha de Inicio de Prueba	Fecha de Finalización de Prueba
04 diciembre 2023	16 diciembre 2023

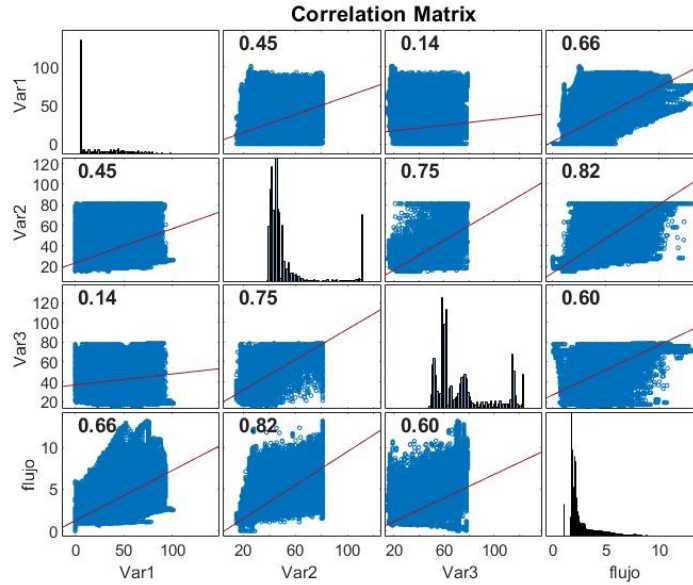


Fig. 2.9.3 Matriz de correlación de Pearson VH3

La correlación mostrada en la Fig 2.9.3 es el resultado se basa en el flujo del combustible utilizado por el VH-3 durante su tiempo de prueba dando como resultados obtenidos los siguientes datos como se muestra en la Tabla. 2.4

Variable	Correlación	Resultado
Var1-Var2	0.45	Correlación Moderada
Var1-Var3	0.14	Correlación Muy Baja
Var1-Flujo	0.66	Correlación Alta
Var2-Var3	0.75	Correlación Alta
Var2-Flujo	0.82	Correlación Muy alta
Var3-Flujo	0.60	Correlación Alta

Tabla 2.4. Correlación de resultados de ruta 3

- Vehículo 4 (VH-4)

Fecha de Inicio de Prueba	Fecha de Finalización de Prueba
04 diciembre 2023	16 diciembre 2023

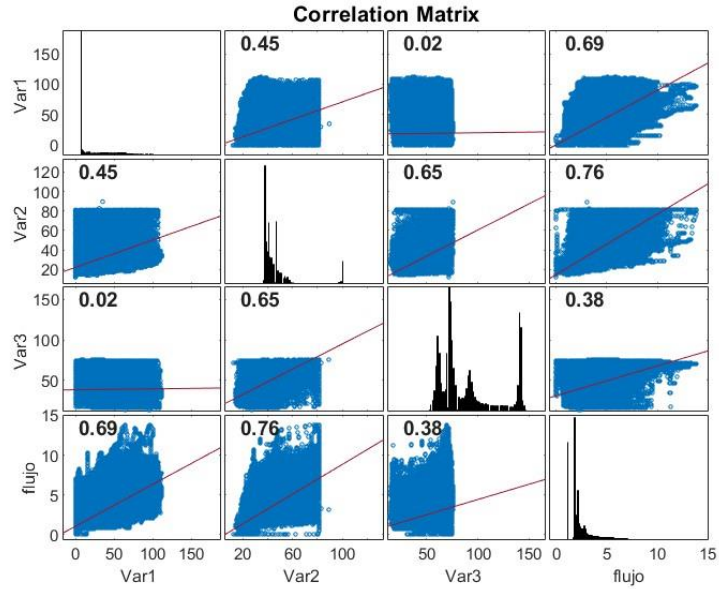


Fig. 2.9.4 Matriz de correlación de Pearson VH4

La correlación de resultado se basa en el flujo del combustible utilizado por el VH-4 durante su tiempo de prueba dando como resultados obtenidos los siguientes datos como se muestra en la Tabla. (2.5)

Variable	Correlación	Resultado
Var1-Var2	0.45	Correlación Moderada
Var1-Var3	0.02	Correlación Muy Débil
Var1-Flujo	0.69	Correlación Alta
Var2-Var3	0.65	Correlación Alta
Var2-Flujo	0.76	Correlación Alta
Var3-Flujo	0.38	Correlación Baja

Tabla 2.5. Correlación de resultados de ruta 3

CAPÍTULO 3

CATEGORIZACIÓN DE LOS DIFERENTES DE PATRONES DE CONDUCCIÓN ENCONTRADOS EN UNA FLOTA VEHICULAR.

3.1 Cálculo de los indicadores

Los indicadores de los patrones de conducción se demuestran con los cálculos las siguientes variables definidas en la investigación para lograr la determinación de los mismos, estos datos se obtuvieron en una extensión .csv a lo largo de la recolección y las pruebas de rutas y se convirtieron en un archivo con extensión. mat el cual permite procesar la información en el programa MATLAB.

Cada vehículo arrojo una cantidad de datos, dando como resultado un total de 897 datos recolectados, además con otros datos conocidos se pudo determinar los patrones de conducción de los sujetos de prueba para esta investigación.

Además, para obtener un indicador se realizó el cálculo del Área Frontal de uno de los vehículos, esto se realizó con la ayuda del programa de diseño AUTOCAD, así se pudo determinar con las longitudes y dimensiones que la ficha técnica contiene. En la Fig. 3.1 se demuestra cómo se obtuvo gracias al software de diseño como se muestra en la Fig. 3.1.1.



Fig 3.1 Área Frontal VH-2 Sail 2019

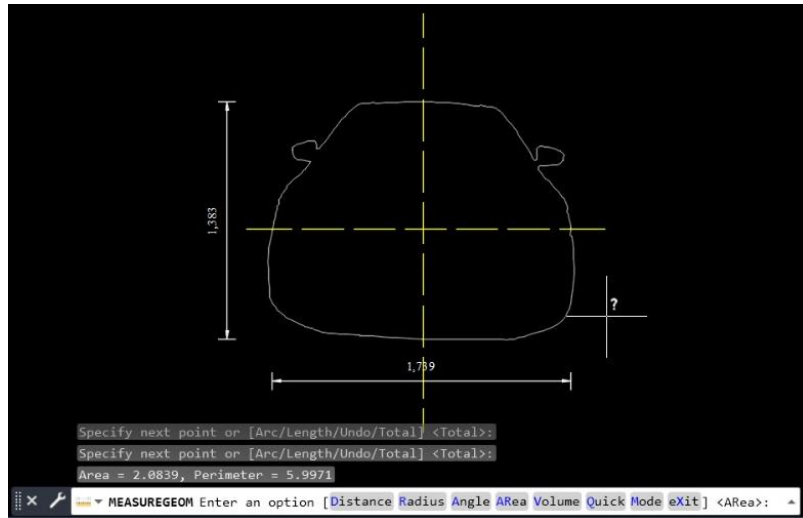


Fig 3.1.1 Área Frontal VH-2 Sail 2019

A continuación, se presenta los datos en la Tabla 3.1 conocidos y otros basados en la ficha técnica del vehículo SAIL 2019.

Masa:	1075 kg
Cilindraje:	1485 cm ³
Área Frontal:	2.0839 m ²
Resistencia a la Rodadura:	0.01
Torque	141 Nm
Potencia	109 HP
Válvulas	16
Relación de compresión	10.2:1
Caja de Velocidad	Manual 5 Velocidades

Tabla 3.1. Especificaciones del Vehículo

3.2 Descripción de patrones de conducción

Los patrones de conducción con los indicadores que se obtuvo mediante el análisis matemático de MatLab son los siguientes: Velocidad promedio (V_{prom}), Velocidad Máxima (vel_{max}), Velocidad Mínima (vel_{min}), Aceleración (ace), Desaceleración ($desa$), Discretización Aceleración Máxima ($disac_{max}$) y Discretización Aceleración Mínima ($disdesa_{min}$).

En la Tabla 3.2 se demuestra como los indicadores ha cambiado en medida de los cuatro vehículos que se seleccionaron como objetos de estudio de la investigación.

		Vehículos – Conductores			
Indicadores	Unidad	VH-1	VH-2	VH-3	VH-4
<i>Vprom</i>	Km/h	18.51	48.1324	20.34	19.30
<i>velmax</i>	Km/h	123.99	114.984	102.78	111.996
<i>velmin</i>	Km/h	3.24	12.744	0.128	0.144
<i>Aceprom</i>	m/s	0.0057	0.0059	0.0059	0.0057
<i>acecionnegatiprom</i>	m/s	-0.0057	-0.0060	-0.0058	-0.0055
<i>VSPmax</i>	kW/ton	7.7041	14.2625	10.5081	11.3776

Tabla 3.2. Descripción de los Parámetros de conducción

Con los datos obtenidos se puede realizar una ponderación la cual clasifique los patrones de conducción en donde basándose en los Reglamentos del Manual de seguridad Vial de la ANT se puede ponderar lo siguiente:

- 50 Km/h a 60 Km/h en vía urbana
- 90 Km/h a 100 Km/h en vía perimetral
- 100 Km/h a 110 Km/h en carretera

Con esta clasificación y teniendo en cuenta que se obtuvo un promedio de velocidad máxima, desaceleración y aceleración se puede determinar los patrones de conducción de cada conductor del vehículo Categoría M1 dentro de la ciudad de Quito.

Se presenta un análisis de la velocidad con respecto al tiempo en grafica mostrada en la Fig. 3.2 a) VH-1 b) VH-2 y la Fig. 3.2 c) VH-3 d)VH-4 las cuales concuerdan con los datos obtenidos en la investigación.

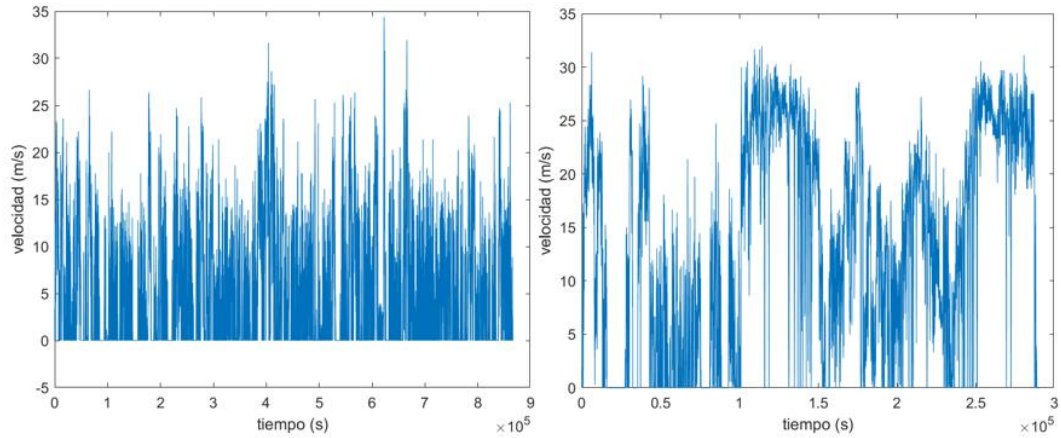


Fig. 3.2 a) VH-1 b) VH-2

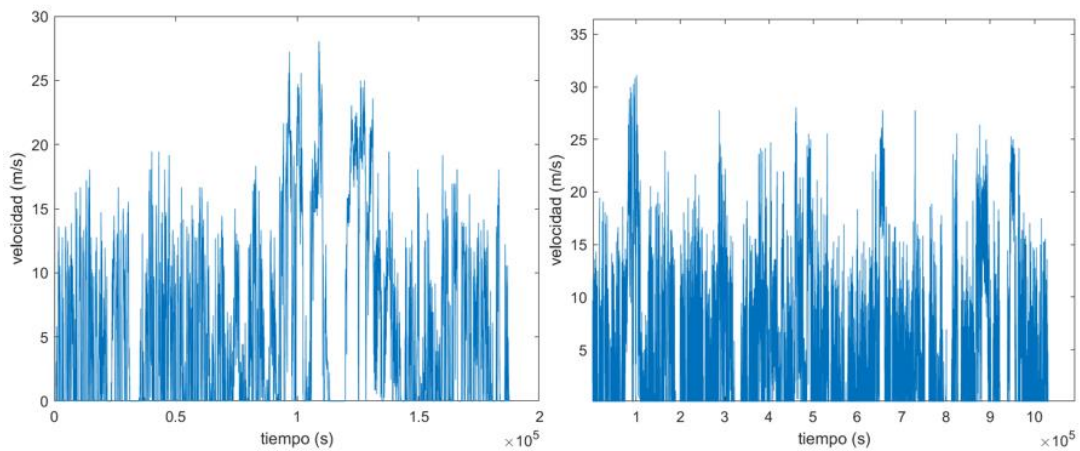


Fig. 3.3 c) VH-3 d) VH-4

Con los gráficos mostrados se puede comparar en base a la velocidad que los conductores en cierto rango de tiempo tienen una velocidad superior a la recomendada para la circulación dentro de zonas urbanas.

Además, se obtiene también la aceleración y la desaceleración en gráficos de cada vehículo que aporta con el análisis del trabajo de campo. Así se puede comparar dichas aceleraciones y desaceleraciones (frenado) que tuvo el vehículo en su tiempo de ruta establecida para la toma de datos.

La gráfica que se muestra en la Fig. 3.4 corresponde al vehículo 1 (VH1) donde su dato de tiempo total es de 83.85 horas con respecto a la aceleración esto arroja una gráfico tipo frecuencia en el cuales se determinan que existieron horas las cuales las aceleraciones tuvieron picos altos de 0.348 m/s^2 y existió una inactividad de 11.23 horas.

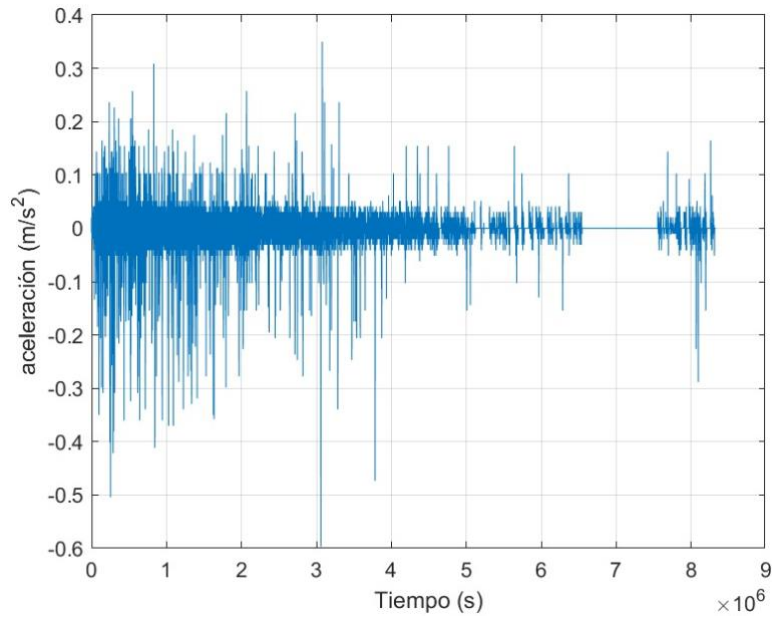


Fig 3.4 Aceleración y desaceleración VHI

En la Fig. 3.5 corresponde al vehículo 2 (VH2) donde su dato de tiempo total es de toma de muestras es 74.36 horas con respecto a la aceleración esto arroja una grafico tipo frecuencia en el cuales se determinan que existieron horas las cuales las aceleraciones tuvieron picos altos de 0.412 m/s^2 y en esta medición no existe ningún tipo de para de toma de datos es decir fue de corrido la toma.

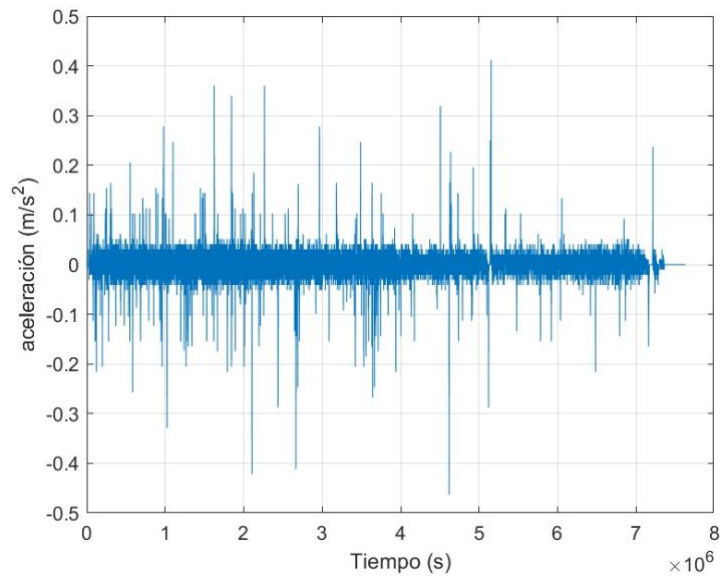


Fig 3.5 Aceleración y desaceleración VH-2

La gráfica que se muestra en la Fig. 3.6 corresponde al vehículo 3 (VH3) donde su dato de tiempo total es de 37.24 horas con respecto a la aceleración esto arroja una grafico tipo frecuencia en el cuales se determinan que existieron horas las cuales las

aceleraciones tuvieron picos altos de 0.231 m/s^2 y existió una inactividad mínima en horas.

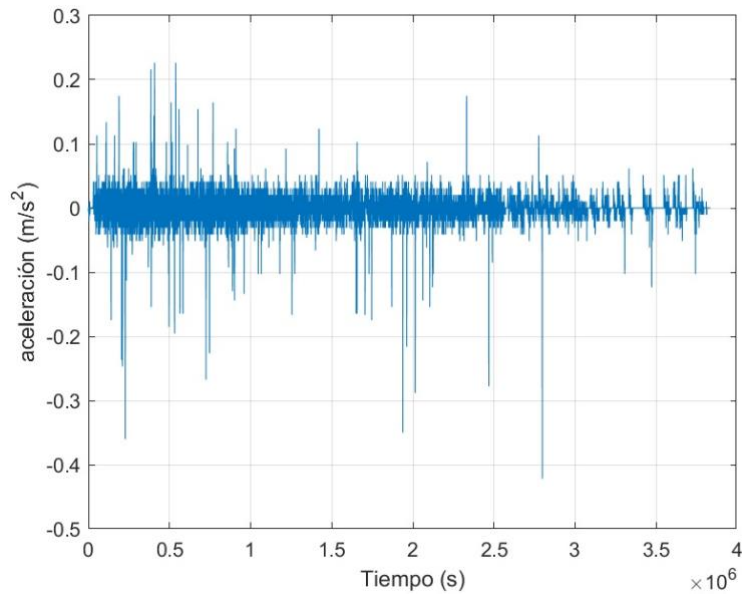


Fig 3.6 Aceleración y desaceleración VH-3

En el vehículo 4 la gráfica que se muestra en la Fig. 3.7 un análisis donde su valor de tiempo total es de 83 horas con respecto a la aceleración esto arroja una frecuencia en los cuales se determinan que existieron horas las cuales las aceleraciones tuvieron picos altos de 0.312 m/s^2 .

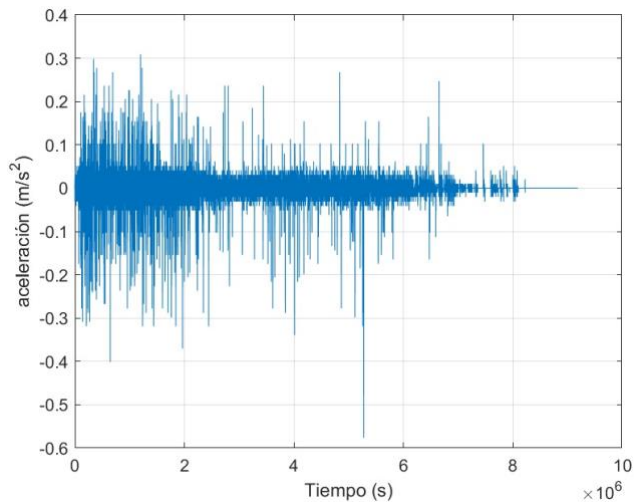


Fig 3.7 Aceleración y desaceleración VH-2

CAPÍTULO 4

PROPUESTA DE RECOMENDACIÓN A LOS PATRONES DE

CONDUCCIÓN DE UNA FLOTA DE VEHICULOS DE CATEGORÍA M1 PARA MEJORAR LA EFICIENCIA EN CONSUMO DE COMBUSTIBLE

4.1 Comparación de los patrones de conducción obtenidos

En la tabla 3.1 se puede observar los diferentes indicadores de los cuatro vehículos que fueron parte de análisis de campo en donde se demuestra que unos tienen una velocidad máxima sobre los 110 km/h que en zona urbana no está permitido. A continuación, se demuestra con gráficos de barras en 3D con 3 ejes fundamentales (Velocidad, Aceleración y velocidad).

La probabilidad se basa en la tendencia que tiene dicho conductor en acelerar en función a la velocidad que tiene el vehículo en marcha. Se demuestra en los siguientes gráficos como se analiza dichos patrones de conducción.

Diagrama de barras de los cuatro vehículos:

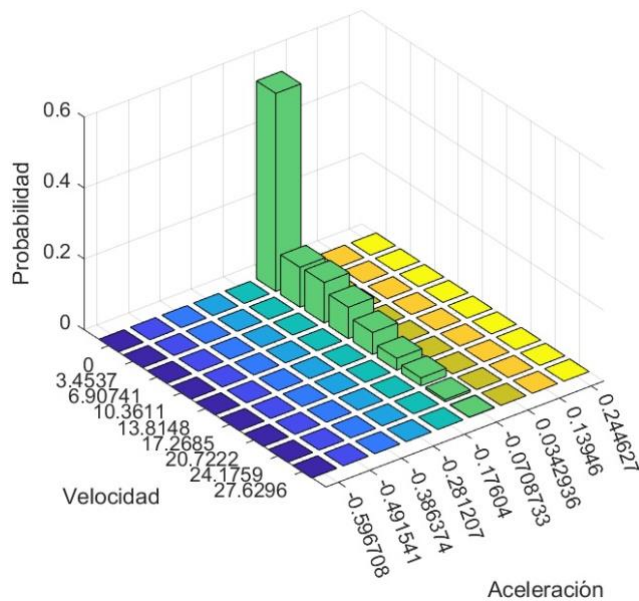


Fig. 4.1 Diagrama vehículo 1

La velocidad máxima que tiene el VH1 en la Fig. 4.1 es igual a 124 km/h es decir que tiene un exceso de velocidad lo cual permite concluir que el conductor tiene la tendencia a acelerar dentro de una zona que no es permitida.

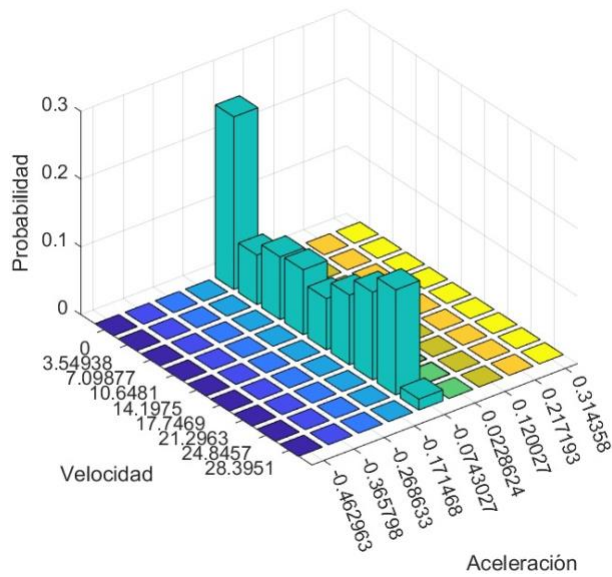


Fig. 4.2 Diagrama barras vehículo 2

La velocidad máxima que tiene el VH1 en la Fig. 4.2 es igual a 114.984 km/h es decir que tiene un exceso de velocidad y se concluye que el conductor tiene la tendencia a acelerar dentro de una zona que no es permitida, pero además es importante mencionar que este vehículo tiene como velocidad promedio un 48 km/h es decir su mayoría es estable en esa velocidad.

En la Fig. 4.3 se muestra el resultado del VSP del vehículo 3 el cual demuestra que este conductor llega a 102 km/h lo que permite declarar que tiene una conducción casi de forma pasiva, pero existen grandes aceleraciones, lo que define al conductor de este vehículo como agresivo.

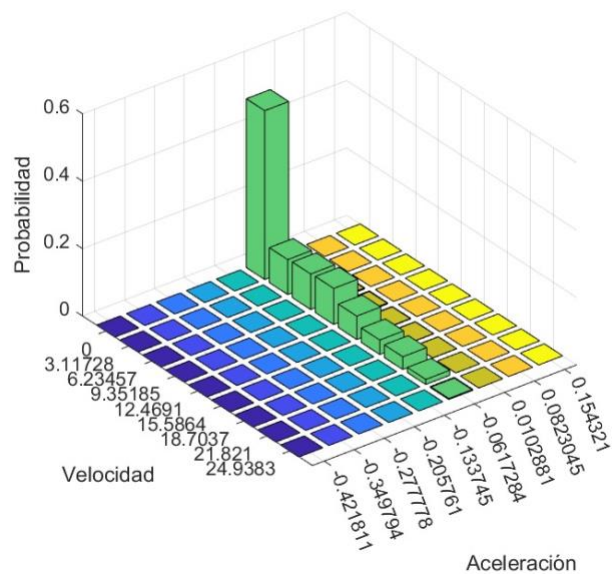


Fig. 4.3 Diagrama barras vehículo 3

Los resultados de la gráfica Fig 4.4 del vsp de este proceso la velocidad es de 112 km/h haciendo que este conductor también sea catalogado como temerario, además porque su velocidad promedio es de 19 km/h estableciendo que la mayor parte de su recorrido estuvo en altas velocidades.

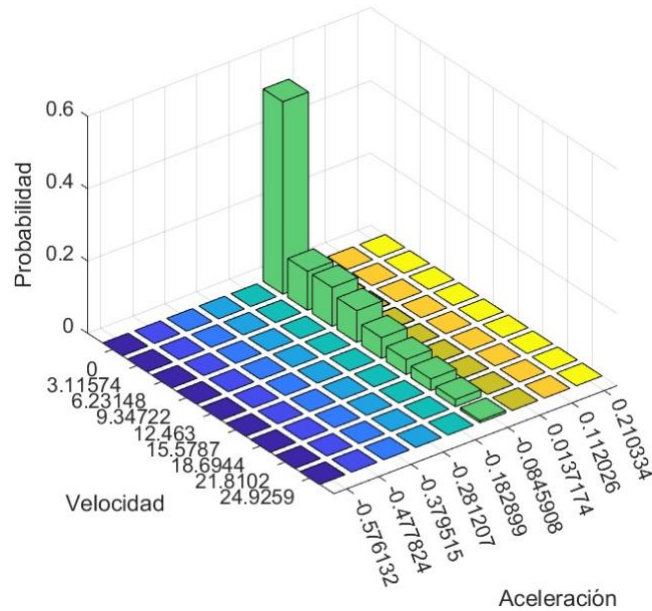


Fig. 4.4 Diagrama barras vehículo 4

Se muestra en las gráficas una dispersión de datos tanto en la aceleración, velocidad y probabilidad de cada vehículo, para realizar la comprobación la cual permita establecer que estén correctamente las correlaciones es si el resultado de la probabilidad con la variable SPAD es igual a 1, lo cual ocurrió dando validez de las pruebas realizadas.

Mediante un análisis de los gráficos se puede determinar si un conductor tiene una conducta agresiva, pasiva o natural, en la Tabla 4.1 se califica mediante este gráfico y los indicadores previamente sacados en la Tabla 3.1, así se puede realizar la ponderación de los choferes.

Conductores	Calificación
Conductor Vehículo 1	Agresivo o Temerario
Conductor Vehículo 2	Normal o Estándar
Conductor Vehículo 3	Agresivo o Temerario
Conductor Vehículo 4	Agresivo o Temerario

Tabla 4.1 Clasificación de los conductores

La definición de un conductor agresivo según (Ricardo Gutiérrez et al., n.d.), es un conductor temerario que prioriza el tiempo y el rebasar a vehículos a gran velocidad entonces, se define como conductor agresivo a personas que exceden límites de velocidad por realizar las acciones mencionadas previamente. Entonces al analizar un patrón de conducción como se muestra en la Tabla 3.1 existen conductores que exceden la velocidad permitida es decir de 100Km/h. Un conductor de normal o estándar llega hasta lo permitido dentro de carreta que es 100km/h cabe mencionar que no se realizó esta toma de pruebas dentro de una zona urbana como se muestra en las rutas.

4.2 Propuestas de desarrollo de un buen manejo

Según los datos obtenidos en la investigación se procede a realizar recomendaciones las cuales optimizan el proceso de conducción de un vehículo de categoría M1. Dichas soluciones tienen como objetivo principal el cambio y concientización de los conductores dentro de la ciudad. Para ello se utilizó un diagrama de cajas en los cuales se comparan diferentes tipos de factores como la relación consumo con respecto a la velocidad y el consumo con respecto a la revolución.

A continuación, se presentan la Fig. 4.5 que es la comparación entre consumo y dos diferentes variables como la velocidad y revoluciones, en esta gráfica se determina que se consume 262.875 km/gal esto haciendo una relación entre los datos obtenidos en toda la ruta y tiempo que se manejó el vehículo 1.

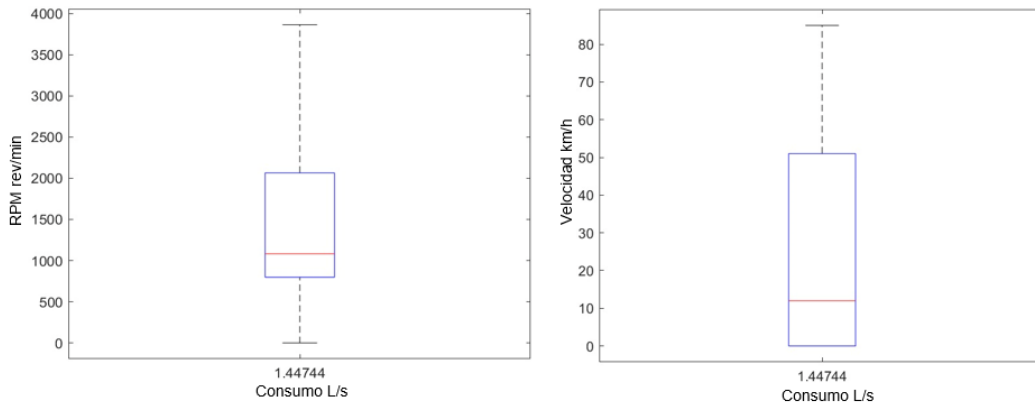


Fig. 4.5 Diagrama cajas vehículo 1

En la Fig. 4.6 que es la comparación entre consumo y dos diferentes variables como la velocidad y revoluciones, en esta grafica se determina la diferencia de caudales de combustible, haciendo una relación entre los datos obtenidos en toda la ruta y tiempo que se manejó el vehículo 2.

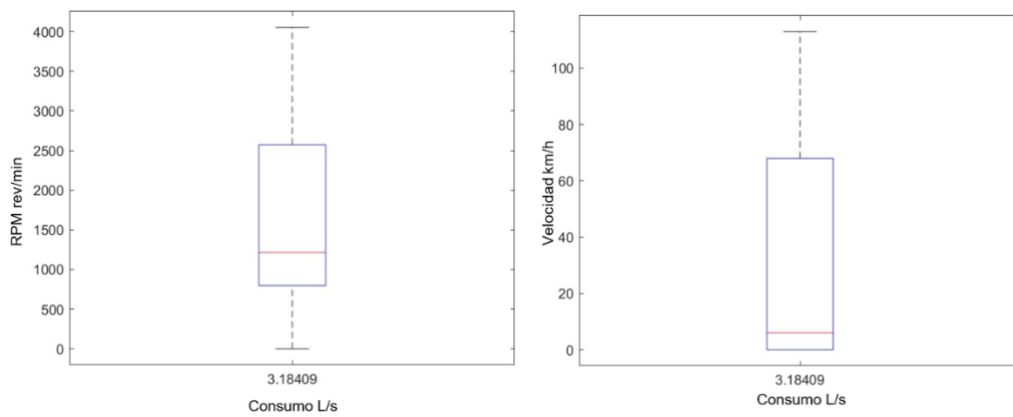


Fig. 4.6 Diagrama cajas vehículo 2

Mostrando la Fig. 4.7 la comparación entre consumo y dos diferentes variables como la velocidad y revoluciones, en esta grafica se determina las diferencias de flujo másico de combustible esto haciendo una relación entre los datos obtenidos en toda la ruta y tiempo que se manejó el vehículo 3.

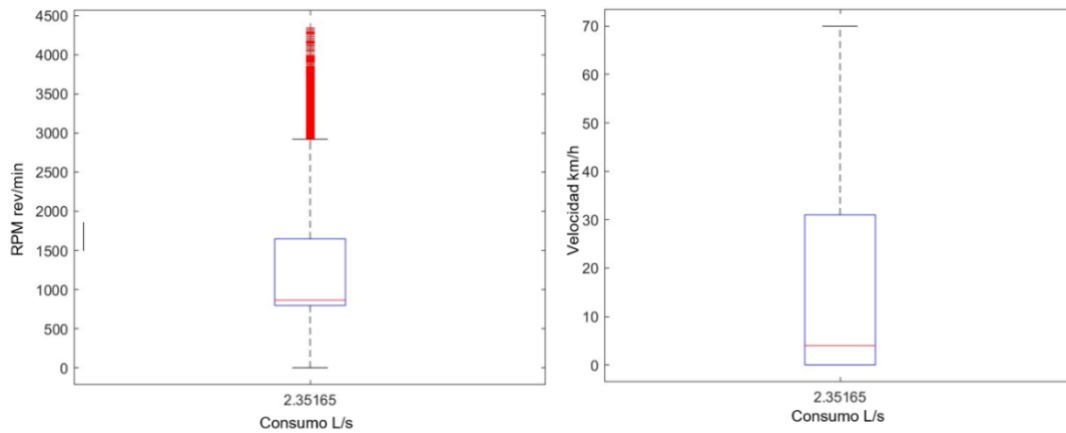


Fig. 4.7 Diagrama cajas vehículo 3

Como se observa en la Fig. 4.8 la comparación entre consumo y dos diferentes variables como la velocidad y revoluciones, en esta grafica se evidencia la relación de régimen de giro y la velocidad con respecto al flujo másico de vehículo.

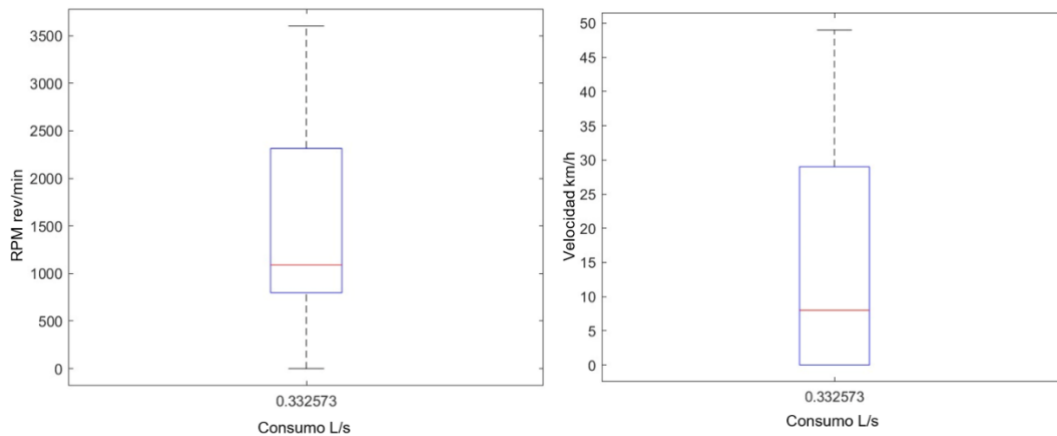


Fig. 4.8 Diagrama cajas vehículo 4

El listado de recomendaciones que se presenta a continuación es el resultado del proceso de obtención, estudio y exploración de cómo se conduce en la capital.

- *No cambiar marchas a altas revoluciones:* Con respecto a consumo es importante tener un cambio de marchas entre las 2500 RMP es el punto idea de cambio de cambio de marcha para que consuma menos gasolina, como se muestra en la Fig 4.6. Esto quiere decir que se tiene que aceleraciones violentas para evitar exceso de gasolina.

- *Tener una velocidad constante:* En el proceso de aceleración se aumenta las revoluciones dando un consumo excesivo de gasolina, porque si se mantiene en bajas velocidades el desarrollo del motor o va a estar de acorde al consumo que se estima del vehículo como se muestra en la Fig. 4.8 donde existe una velocidad promedio baja no existe un ahorro de combustible.

Las formas de conducción hacen que los buenos patrones se repitan llegando a tener una convivencia sana entre vehículos con usuarios y vehículos con peatones, así se llega a evitar varios accidentes de tránsito.

Además, un punto importante que debe ser tomado en cuenta es el estado del vehículo, el constante chequeo del vehículo hace que la forma de conducir sea mejor para el conductor. El realizar mantenimientos preventivos con los repuestos que recomienda el fabricante, con ayuda técnica especializada y la certificación de la marca. hace que el automóvil este siempre al 100% para el manejo.

CONCLUSIONES

- Se determina que el ser un conductor “agresivo” influye en el proceso de consumo del vehículo llegando como se demuestra, la velocidad máxima 124 km/h del VH1 no significó un ahorro en combustible porque es uno de los que más combustible gastó en relación con los demás vehículos que fueron objeto de estudio.
- El promedio de velocidad máxima 113.42 km/h es una cifra que sobrepasa lo estipulado por la ley, esto quiere decir que uno de cada cuatro conductores tiene una conducción adecuada dentro de la ciudad de Quito.
- Los indicadores permiten establecer y crear una forma adecuada de conducción, siguiendo los parámetros establecidos previamente en los que se rescatan los procesos de eficiencia para el consumo de combustible. Este último permite tener una forma eficaz de conducción así se genera un gasto mínimo en combustibles y mantiene una adecuada forma de conducción, además de generar una cantidad menor de emisiones hacia la atmosfera creando así una forma de conducción “Ecodriving” .

RECOMENDACIONES

- Una investigación con un volumen mayor de información permitiría obtener una gran variedad de pruebas y agrandar el tiempo para que la toma de datos que son extraídos arroje mayor cantidad de variables. Esto permite tener una comprensión más ampliada acerca del comportamiento de los conductores dentro del espacio delimitado como zona urbana que es el Distrito Metropolitano de Quito.
- Se recomienda extender el análisis de datos para así lograr obtener gran cantidad de muestras y poder reconocer de mejor manera, los patrones de conducciones que se tiene dentro de la ciudad de Quito-Ecuador, además de extender el tiempo de toma datos los cuales permitan lograr el resultado que se espera.
- Analizar el comportamiento de los conductores dentro de la zona urbana, tomando en cuenta factores psicológicos, sociales y culturales hará que exista una mayor comprensión de porque los sujetos tienen esa conducta al momento de estar detrás de un volante.
- Analizar el comportamiento de los conductores dentro de la zona urbana, mediante los mismos factores como la velocidad, distancia, tiempo, potencia de vehículos. Pero se necesita agregar un índice más de estudio como es el RPA que son las aceleraciones promedio.
- Aumentar y reestructurar las escuelas de conducción vial porque así se podrá educar a nuevos choferes con una conducta precavida normal, bajando así el índice de los accidentes de tránsito dentro de la urbe. La reestructuración viene de la mano de una codificación de la ley de tránsito el cual tiene que evitar tener un rol de ley castigadora para pasar así a un rol de ley de acompañamiento hacia todos los involucrados que forman parte del tránsito en la ciudad.
- Agregar información relacionada sobre nuevos indicadores que determinen de forma más minuciosa los patrones de conducción, así se podrá analizar de mejor manera como los conductores se comportan detrás de un volante en una zona urbana.
- Implementar una capacitación para que los conductores tengan un ciclo de conducción NEDC, esto debido a que dicho estilo controla las emisiones y los procesos de manejo vehicular adecuado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Alberto, M., Ríos, S., Felipe, J., & Martínez, M. (2016). *ANÁLISIS DE PATRONES DE CONDUCCIÓN DE VEHÍCULOS*.
- Ali, Y., Sharma, A., Haque, M. M., Zheng, Z., & Saifuzzaman, M. (2020). The impact of the connected environment on driving behavior and safety: A driving simulator study. *Accident Analysis & Prevention*, *144*, 105643. <https://doi.org/10.1016/J.AAP.2020.105643>
- ANDREA ESTEFANÍA RONDÓN. (2020). *Análisis de la relación entre la Potencia Específica Vehicular y las emisiones en un vehículo liviano que opera con dos composiciones de gasolina - etanol*.
- Bodisco, T. A., Rahman, S. M. A., Hossain, F. M., & Brown, R. J. (2019). On-road NO_x emissions of a modern commercial light-duty diesel vehicle using a blend of tyre oil and diesel. *Energy Reports*, *5*, 349–356. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.03.002>
- Braun, A., & Rid, W. (2017). The influence of driving patterns on energy consumption in electric car driving and the role of regenerative braking. *Transportation Research Procedia*, *22*, 174–182. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.03.024>
- Caparrós, A. E. (n.d.). *El comportamiento humano en conducción: factores perceptivos, cognitivos y de respuesta*.
- Corcoba Victor. (2014). *Eco-driving: ahorro de energía basado en el comportamiento del conductor*.
- Farinango Ronny. (2021). *Determinación de la aceleración positiva relativa (RPA) para un vehículo eléctrico con base en el ciclo de manejo WLTC3 considerando variaciones de pendiente*.
- Fernando, B., & Torres, R. (2017). *Desarrollo de aplicación para la obtención de bins de entrada de patrones de conducción de acuerdo al modelo internacional de emisiones vehiculares (IVE)*.
- Gonzales. (2017). *Estimación de los patrones de conducción en una vía del sur de Cali de las emisiones atmosféricas con el modelo IVE*.
- Hurtado, A., Proyecto, G., Grado, D. E., Juan, I., & Tibaquirá, E. (2014). *DESARROLLO DE CICLOS DE CONDUCCION PARA EL ÁREA METROPOLITANA CENTRO OCCIDENTE-AMCO*.
- Hurtado, A., Proyecto, G., Grado, D. E., Juan, I., & Tibaquirá, E. (2018). *DESARROLLO DE CICLOS DE CONDUCCION PARA EL ÁREA METROPOLITANA CENTRO OCCIDENTE-AMCO*.
- Jimenez Felipe, Roman Alfonso, & López José María. (2013). *Deterinación de ciclos de conducción en rutas urbanas fijas*.

- José, & Naranjo. (2023). *Los diferentes estilos de conducción*.
<https://www.onroad.to/practico/aprender-conducir/estilos-conduccion>
- Loayza M. (2018). *EFFECTOS DE LOS TIPOS DE GASOLINA EN UN VEHÍCULO CHEVROLET SAIL EN RELACIÓN CON LAS CURVAS CARACTERÍSTICAS*.
- Luis Jimenez-Palacios, J. (1999). *Understanding and Quantifying Motor Vehicle Emissions with Vehicle Specific Power and TILDAS Remote Sensing*.
- Molina, F., & Torres, J. (2016). *Determinación de ciclo típico de conducción de una bicicleta en las ciclovías de la ciudad de Cuenca*.
- Redondo Puelles. (2018). *Diseño, implementación y validación experimental de un ciclo de conducción real (RDE) en una instalación de ensayo de motores térmicos de automoción*.
- Ricardo Gutiérrez, J., Óscar, Q., Martínez, W., Elías, M., & Rivera, L. (n.d.). *Colección Investigaciones / 63*.

ANEXOS.

CHEVROLET SAIL LT

● INCORPORADO ○ OPCIONAL

ESPECIFICACIONES

EXTERIOR

Espejos exteriores del color del vehículo	●
Espejos exteriores con ajuste eléctrico	●
Parachoque delantero y posterior del color del vehículo	●
Manijas exteriores bodycolor	●
Corbatín Chevrolet en parrilla y tapa de maletero	●
Luces de día	●
Faro neblinero posterior	●
Rines de aluminio de 15" color grafito	●
Adhesivos decorativos Blackout	●
Alerón deportivo	●

INTERIOR

Aire acondicionado	●
Apertura remota de puertas	●
Asiento de conductor tipo butaca con ajuste manual de 4 vías y regulación de altura	●
Asientos con insertos de vinilo	●
Bloqueo central	●

SEGURIDAD

Bolsas de aire frontales para conductor y pasajero	●
Control de apertura remota de puertas integrado en llave	●
Cinturones de seguridad retráctiles de tres puntos para conductor y pasajero	●
Cinturones de seguridad retráctiles de tres puntos para asientos posteriores	●
Barra de impacto lateral en puertas delanteras y traseras	●
ChevyStar	○

Interior en color negro (Tono JetBlack)	●
Volante de 3 radios con Corbatín Chevrolet y mandos al volante	●
Vidrios eléctricos delanteros y posteriores	●
Radio touch screen tecnología Android 8"	●
Techo corredizo	●

Ancajes de seguridad ISOFIX para sillas de niño	●
Asistente de Arranque en Pendiente	●
Control de Tracción	●
Control Electrónico de Estabilidad	●
Frenos ABS + EBD	●

COLOR

Blanco	Dorado	Negro	Plateado	Plomo	Rojo	Vino	Azul
○	●	●	●	●	●	●	●

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Motor	1.5L DOHC VVT
Válvulas	16
Potencia (HP@rpm)	109 @ 6,000
Torque (Nm@rpm)	141 @ 4,000
Relación de compresión	10.2:1
Relación final	4.358
Transmisión	Manual - 5 velocidades
Suspensión delantera	McPherson
Suspensión posterior	Eje de torsión
Frenos delanteros	Discos ventilados
Frenos posteriores	Tambor
Llantas	195 / 55 R15

CAPACIDADES Y PESOS

Capacidad de carga (kg)	400
Capacidad de tanque de combustible (lt/gal)	39/10
Capacidad de carga del baúl (lt)	366

