



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

OBTENCIÓN DE UN CICLO DE CONDUCCIÓN REPRESENTATIVO DEL
CANTÓN CUENCA BASADO EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS DE
VEHÍCULOS CATEGORÍA M1 QUE CIRCULAN DE MANERA ALEATORIA

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

AUTORES: WILLIAM MATEO LUCERO DURÁN
ALEJANDRO SEBASTIÁN VINTIMILLA LEÓN
TUTOR: ING. NÉSTOR DIEGO RIVERA CAMPOVERDE, MSc.

Cuenca - Ecuador
2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, William Mateo Lucero Durán con documento de identificación N° 0350081972 y Alejandro Sebastián Vintimilla León con documento de identificación N° 0106587181; 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.


Cuenca, 23 de enero del 2024

Atentamente,



William Mateo Lucero Durán

0350081972



Alejandro Sebastián Vintimilla León

0106587181

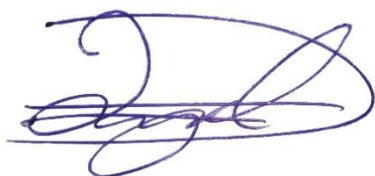
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, William Mateo Lucero Durán con documento de identificación N° 0350081972 y Alejandro Sebastián Vintimilla León con documento de identificación N° 0106587181, 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: “Obtención de un ciclo de conducción representativo del cantón Cuenca basado en la recolección de datos de vehículos categoría M1 que circulan de manera aleatoria”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Automotriz, 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.

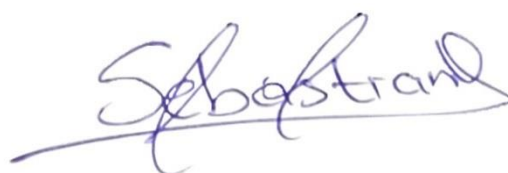
Cuenca, 23 de enero del 2024

Atentamente,



William Mateo Lucero Durán

0350081972



Alejandro Sebastián Vintimilla León

0106587181

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Néstor Diego Rivera Campoverde con documento de identificación N° 0103898995, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: OBTENCIÓN DE UN CICLO DE CONDUCCIÓN REPRESENTATIVO DEL CANTÓN CUENCA BASADO EN LA RECOLECCIÓN DE DATOS DE VEHÍCULOS CATEGORÍA M1 QUE CIRCULAN DE MANERA ALEATORIA, realizado por William Mateo Lucero Durán con documento de identificación N° 0350081972 y por Alejandro Sebastián Vintimilla León con documento de identificación N° 0106587181, 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.

Cuenca, 23 de enero del 2024

Atentamente,



Ing. Néstor Diego Rivera Campoverde, MSc.

0103898995

DEDICATORIA

Este proyecto es dedicado a mi papá William Lucero quien ha sido pilar fundamental en mi progreso académico, por ser mi inspiración constante para salir adelante manteniendo siempre la humildad.

A mi mamá Marisol Durán quien me ha brindado siempre un apoyo y amor incondicional, por ser mi motivo de superación tomando siempre su ejemplo de lucha perseverante para lograr lo que me proponga.

A mi hermano mayor Adrián, quien ha sabido ayudarme en el transcurso de mi formación académica, por ser un consejero y guía en este proceso.

Finalmente, a mis hermanos menores Camilo y Juan, por confiar en mí y alentarme a cumplir mis metas.

William Mateo Lucero Durán

DEDICATORIA

Este proyecto es dedicado para mis padres Pablo y Sonia, quienes siempre me estuvieron apoyando y me dieron aliento para culminar mis estudios. A mi tía Liz por hacer que este logro sea posible.

A mi hermano quien a pesar de todo siempre está para darme su apoyo, a mi sobrin@ quien está por llegar y alegrarnos a todos.

Finalmente dedico este proyecto a mi persona, quien a pesar de todas las circunstancias vividas pude sacar adelante este proyecto, porque con dedicación y esfuerzo todo se logra y me agradezco por buscar ser una mejor versión.

Alejandro Sebastián Vintimilla León

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecer a Dios quien me ha dado fortaleza para seguir adelante a pesar de las adversidades presentadas.

A mis padres quienes han luchado incansablemente para que pueda concluir con mis estudios, que a pesar de los momentos difíciles han estado siempre presentes apoyándome de la mejor manera.

A mi compañero de tesis Sebastián Vintimilla quien ha sido un gran amigo durante este proceso, dando siempre su mejor esfuerzo para lograr este objetivo en común.

Al Ing. Néstor Rivera quien además de ser mi tutor de titulación, ha sido un compañero y apoyo permanente en la elaboración de este proyecto con sus enseñanzas y paciencia.

William Mateo Lucero Durán

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi padres y hermanos quienes siempre están ahí para alegrarme y para darme fuerzas para continuar.

A mi novia y a toda su familia por darme siempre apoyo incondicional e impulsarme a ser mejor; a mi prima Camila y Anthony quienes me demostraron que todo esfuerzo tiene su recompensa

A mi compañero de tesis Mateo Lucero quien siempre estuvo apoyándome desde un inicio y siempre me dio su amistad.

A mis amigos de trabajo quienes ante cualquier problema estuvieron ahí apoyándome y ayudándome.

A mi tutor Ing. Néstor Rivera quien con paciencia nos ayudó a sacar este proyecto, su generosidad al compartir su conocimiento se logró la meta.

Alejandro Sebastián Vintimilla León

Índice general

RESUMEN	XVII
ABSTRACT	XVIII
INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes.....	1
Importancia y alcances	2
Delimitación	2
Problema de estudio	3
Justificación	3
Grupo Objetivo.....	4
Objetivo General.....	4
Objetivos específicos.....	4
CAPITULO I.....	6
Estado Del Arte Y Marco Teórico Referencial	6
Marco Teórico.....	6
Vehículos ligeros	6
Ciclos De Conducción.....	6
Tipos De Ciclos De Conducción	7
Ciclos de conducción estacionarios	7
Ciclos de conducción transitorios.....	8
Ciclos de conducción desarrollados en Latinoamérica.....	8
Ciclo de conducción en la ciudad de Bogotá.....	8
Ciclo de conducción en la ciudad de México, Estados Unidos Mexicanos	10
Ciclo De Conducción En La Ciudad De Santiago De Chile, Chile.....	11

Ciclos De Conducción En El Ecuador, Distrito Metropolitano De Quito	12
New European Driving Cycle (NEDC)	15
CAPÍTULO II	16
Metodología	16
Método Bibliográfico	16
Método Experimental	16
Vehículos Que Se Encuentran Dentro De La Categoría M1	18
Selección De Rutas	19
Selección De Parámetros	19
Vehículos De Prueba	20
Obtención De Los Parámetros	22
Velocidad media total	22
Velocidad máxima total	22
Aceleración	22
Distancia recorrida	23
Tiempo total de recorrido	23
Velocidad media en zona urbana	23
Velocidad media en zonal rural	24
Velocidad media en carretera	24
Tiempo muerto	24
Adquisición De Datos	25
Software De Procesamiento De Datos	26
CAPITULO III	27
Método analítico	27

Histogramas	27
Histograma De Velocidad Media Total.....	27
Histogramas De Velocidad	29
Histograma de velocidad, primera marcha	29
Histograma de velocidad, segunda marcha	30
Histograma de velocidad, tercera marcha.....	31
Histograma de velocidad, cuarta marcha.....	32
Histograma de velocidad, quinta marcha	33
Histograma de velocidad, sexta marcha	34
Histogramas De Tiempo De Permanencia.....	35
Histograma del tiempo porcentual en primera marcha.....	35
Histograma del tiempo porcentual en segunda marcha	36
Histograma del tiempo porcentual en tercera marcha	37
Histograma del tiempo porcentual en cuarta marcha	38
Histograma del tiempo porcentual en quinta marcha	39
Histograma del tiempo porcentual en sexta marcha.....	40
Histogramas De Distancia	41
Histograma de distancia recorrida en primera marcha	41
Histograma de distancia recorrida en segunda marcha	42
Histograma de distancia recorrida en tercera marcha.....	43
Histograma de distancia recorrida en cuarta marcha.....	44
Histograma de distancia recorrida en quinta marcha.....	45
Histograma de distancia recorrida en sexta marcha	46
Rutas Aleatorias.....	47
Primera ruta aleatoria.....	47

Obtención de ciclo de conducción aleatorio primera ruta	48
Segunda ruta aleatoria	49
Obtención de ciclo de conducción aleatorio segunda ruta	50
Tercera ruta aleatoria	51
Obtención de ciclo de conducción aleatorio tercera ruta.....	52
Cuarta ruta aleatoria.....	53
Obtención de ciclo de conducción aleatorio cuarta ruta.....	54
Histogramas Velocidades Medias	55
Histograma de Velocidad Media Urbana.....	55
Histograma de Velocidad Media Rural.....	56
Histograma de Velocidad Media Autopista	57
Sugerencias de Velocidad Media por Zona	58
Histogramas Distancias Recorridas por Zonas.....	59
Histograma Distancia Recorrida Urbana.....	59
Histograma Distancia Recorrida Rural.....	60
Histograma Distancia Recorrida Autopista	61
Resultados.....	62
CONCLUSIONES.....	65
BIBLIOGRAFIA.....	67

Índice de figuras.

Figura 1 <i>Delimitación Geográfica.</i>	3
Figura 2 <i>Ciclo de Conducción Aleatorio.</i>	7
Figura 3 <i>Ciclo de Conducción Transitorio, Ciclo EPA.</i>	8
Figura 4 <i>Ciclo de Conducción en Bogotá para Motos.</i>	9
Figura 5 <i>Ciclo de Conducción para Buses del SITP.</i>	9
Figura 6 <i>Ciclo de Conducción para Buses de Transmilenio.</i>	10
Figura 7 <i>Ciclo de la Ciudad de México Zona Noroeste.</i>	11
Figura 8 <i>Ciclo de la Ciudad de México Centro.</i>	11
Figura 9 <i>Trazas Experimentales en Ciclo de Conducción CAS30.</i>	12
Figura 10 <i>Ciclo de Conducción para la Ciudad del Distrito Metropolitano de Quito.</i>	13
Figura 11 <i>Ciclo de Conducción para Carretera del Distrito Metropolitano de Quito.</i>	13
Figura 12 <i>Ciclo de Conducción Combinado del Distrito Metropolitano de Quito.</i>	14
Figura 13 <i>Parámetros Característicos.</i>	14
Figura 14 <i>Ciclo NEDC.</i>	15
Figura 15 <i>Vehículo de Prueba Kia Sportage.</i>	20
Figura 16 <i>Vehículo de Prueba 2 Jetour X70.</i>	21
Figura 17 <i>Freematics ONE+.</i>	25
Figura 18 <i>Histograma de Velocidad Media.</i>	28
Figura 19 <i>Histograma de Velocidad en Primera Marcha.</i>	29
Figura 20 <i>Histograma de Velocidad, Segunda Marcha.</i>	30
Figura 21 <i>Histograma de Velocidad, Tercera Marcha.</i>	31
Figura 22 <i>Histograma de Velocidad, Cuarta Marcha.</i>	32
Figura 23 <i>Histograma de Velocidad, Quinta Marcha.</i>	33
Figura 24 <i>Histograma de Velocidad, Sexta Marcha.</i>	34
Figura 25 <i>Histograma Tiempo Porcentual Primera Marcha.</i>	35

Figura 26 <i>Histograma Tiempo Porcentual Segunda Marcha.</i>	36
Figura 27 <i>Histograma Tiempo Porcentual Tercera.</i>	37
Figura 28 <i>Histograma Tiempo Porcentual Cuarta.</i>	38
Figura 29 <i>Histograma Tiempo Porcentual Quinta Marcha.</i>	39
Figura 30 <i>Histograma Tiempo Porcentual Sexta Marcha.</i>	40
Figura 31 <i>Histograma Distancia Recorrida en Km, Primera Marcha.</i>	41
Figura 32 <i>Histograma Distancia Recorrida en Km, Segunda Marcha.</i>	42
Figura 33 <i>Histograma Distancia Recorrida en Km, Tercera Marcha.</i>	43
Figura 34 <i>Histograma Distancia Recorrida en Km, Cuarta Marcha.</i>	44
Figura 35 <i>Histograma Distancia Recorrida en Km, Quinta Marcha.</i>	45
Figura 36 <i>Histograma Distancia Recorrida en Km, Sexta Marcha.</i>	46
Figura 37 <i>Primera Ruta Aleatoria.</i>	47
Figura 38 <i>Ciclo Obtenido de la Primera Ruta.</i>	48
Figura 39 <i>Segunda Ruta Aleatoria.</i>	49
Figura 40 <i>Ciclo Obtenido de la Segunda Ruta.</i>	50
Figura 41 <i>Tercera Ruta Aleatoria.</i>	51
Figura 42 <i>Ciclo Obtenido de Tercera Ruta.</i>	52
Figura 43 <i>Cuarta Ruta Aleatoria.</i>	53
Figura 44 <i>Ciclo Obtenido de la Cuarta Ruta.</i>	54
Figura 45 <i>Histograma de Velocidad Media Urbana.</i>	55
Figura 46 <i>Histograma de Velocidad Media Rural.</i>	56
Figura 47 <i>Histograma de Velocidad Media en Autopista.</i>	57
Figura 48 <i>Mapeo Velocidad Media por Zonas.</i>	58
Figura 49 <i>Histograma Distancia Urbana.</i>	59
Figura 50 <i>Histograma Distancia Rural.</i>	60

Figura 51 *Histograma Distancia Autopista*..... 61

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Requisitos para un ciclo RDE</i>	17
Tabla 2 <i>Parámetros por Obtener para un Ciclo de Conducción Representativo</i>	19
Tabla 3 <i>Ficha técnica Kia Sportage</i>	20
Tabla 4 <i>Ficha Técnica Jetour X70</i>	21
Tabla 5 <i>Parámetros de Velocidad en Diferentes Marchas</i>	62
Tabla 6 <i>Parámetros de Tiempo de Permanencia en Distintas Marchas</i>	63
Tabla 7 <i>Parámetros de Distancia Recorrida</i>	64

RESUMEN

En el presente proyecto se determinará un ciclo de conducción representativo para el cantón Cuenca, mediante la recolección de datos obtenidos de diversos vehículos particulares categoría M1 que circularon de manera aleatoria. Para la obtención de estos datos se hizo uso de un Freematics, el cual es un hardware y software de telemetría y monitorización de vehículos en tiempo real, esto nos permitirá la recolección y visualización de los datos de los automotores utilizados.

Como primer paso se realizó una investigación y revisión del estado del arte sobre el tema a realizar, recolectando información suficiente y necesaria para el desarrollo del proyecto. Considerando los diversos ciclos de conducción existentes a nivel mundial, destacando los más conocidos como el FTP-75, HWFET, NEDC, etc. También haciendo mención a ciclos de conducción desarrollados en Latinoamérica y en el Ecuador, como es el ciclo de conducción desarrollado en el distrito metropolitano de Quito.

Posteriormente se aplicó el método experimental para llevar a cabo la obtención de las muestras, se indicaron los parámetros principales de cada vehículo utilizado como su potencia, torque y cilindrada. Consecuentemente se definieron las rutas de circulación de los vehículos, las cuales contienen zonas urbanas, rurales y zonas de carretera o autopista.

Por último, se procesaron las muestras mediante la utilización del software de ingeniería MATLAB, obteniendo histogramas del uso de cada marcha, distancias recorridas, velocidades promedio y el mapeo de las rutas realizadas, lo cual permitió un análisis exhaustivo para la determinación de los ciclos de conducción.

Palabras Claves: *Ciclo de conducción, Freematics, Matlab, Rutas, Zonas, Muestras.*

ABSTRACT

This project will determine a representative driving cycle for the Basin canton, through the collection of data obtained from various category M1 private vehicles that circulated randomly. To obtain this data we made use of a Freematics, which is hardware and software for telemetry and vehicle monitoring in real time, this will allow us to collect and visualize the data of the vehicles used.

As a first step, an investigation and review of the state of the art on the subject to be carried out was carried out, collecting sufficient and necessary information for the development of the project. Considering the various driving cycles existing worldwide, highlighting the best-known ones such as FTP-75, HWFET, NEDC, etc. Also mentioning driving cycles developed in South America and Ecuador, such as the driving cycle developed in the metropolitan district of Quito.

Subsequently, the experimental method was applied to obtain the samples, the main parameters of each vehicle used were indicated, such as its power, torque and displacement. Consequently, vehicle circulation routes were defined, which include urban and rural areas, and road or highway areas.

Finally, the samples were processed using the MATLAB engineering software, obtaining histograms of the use of each gear, distances traveled, average speeds and the mapping of the routes taken, which allowed an exhaustive analysis for the determination of the driving cycles.

Keywords: *Driving cycle, Freematics, Matlab, Routes, Areas, Samp*

INTRODUCCIÓN

Un ciclo de conducción engloba la repetición de patrones y fases del funcionamiento de un vehículo dentro de una determinada ruta. Utilizado para determinar el comportamiento típico dentro de zonas o localidades específicas, para esto se consideran diversos factores como el flujo vehicular, distancias recorridas, tipo de carretera, etc.

Para la obtención de un ciclo de conducción es fundamental analizar y observar el comportamiento repetitivo que se produce dentro de las rutas antes mencionadas, se recolectan las muestras de parámetros fundamentales como son velocidades medias, distancia recorrida, porcentaje de uso de cada marcha, tiempos muertos, etc.

Es fundamental hacer múltiples pruebas para determinar los patrones generados, esto determinará el comportamiento tanto de usuarios como el de los vehículos, posteriormente los datos serán procesados mediante cualquier software de ingeniería para obtener una media de los parámetros más importantes, lo cuales serán vitales para la obtención del ciclo representativo dentro de un determinado sector.

Antecedentes

Según (Cordero Moreno, 2017) es de suma importancia tanto para la Universidad Politécnica Salesiana como para la ciudad de Cuenca, entender y conocer los ciclos de conducción de los automóviles en las diferentes zonas: urbana, rural y autopista. De esta manera el estudio va enfocado para la obtención de un ciclo de conducción de manera aleatoria, La identificación de un ciclo de conducción representativo resulta fundamental para entender los diferentes parámetros: velocidad mínima, distancia recorrida, tiempo porcentual.

En Ecuador, las instituciones responsables de emplear ciclos de conducción para la homologación de vehículos son la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) y el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN) (Astudillo, 2016). En consecuencia, mediante la implementación de regulaciones y estándares, se establece el uso de ciclos de conducción internacionales para la normalización y homologación de los vehículos destinados al transporte de personas. La ausencia de un registro local de la actividad de conducción de vehículos implica la necesidad de recurrir a ciclos extranjeros para estos fines (Cordero Moreno, 2017).

Importancia y alcances

El propósito de este proyecto es favorecer a la Carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana mediante la mejora de sus métodos de investigación.

Durante los días hábiles, se observa un aumento significativo en el flujo de vehículos privados transitando por las vías del centro histórico, especialmente durante los horarios de entrada y salida de trabajo, así como de instituciones educativas. Esta congestión se intensifica al mediodía debido a que el horario de almuerzo coincide con la salida de escuelas y colegios, lo que provoca una gran afluencia de personas deseando llegar a sus destinos (Públicos, 2015)

Delimitación

La investigación planificada se llevará a cabo de manera aleatoria, dentro de la ciudad de Cuenca que cuenta con una altitud de 2560 m.s.n.m.

Se tomará en cuenta los puntos de la ciudad que presenten mayor congestión, también se recorrerá las vías periféricas de la ciudad de tal modo que sean rutas aleatorias.

Figura 1

Delimitación Geográfica.



Nota. Se muestra en el gráfico la delimitación en la que se hace los recorridos de las rutas aleatorias. Tomado por (Jiménez, Cárdenas, 2023).

Problema de estudio

Según (Rómulo, 2016) actualmente no se han registrado estudios sobre determinación de ciclos de conducción en el Ecuador. El análisis de los diferentes ciclos, que se han obtenido en otras localidades, describe procesos y parámetros de análisis comunes en la determinación de ciclos.

La ausencia de información precisa dificulta la toma de decisiones informadas en relación con la planificación urbana, la gestión del tráfico y la adopción de tecnologías y políticas orientadas a mejorar la movilidad y reducir el impacto ambiental.

Justificación

La obtención de un ciclo de conducción representativo permitirá evaluar y optimizar diversos aspectos como son: factores reales de consumo y emisión, estrategias de conducción, normativas ambientales, planificación de movilidad urbana y seguridad vial.

En base a esto, el proyecto se vincula con el objetivo de desarrollo sostenible N°3 (**Salud y bienestar**) el cual tiene como una de sus metas reducir sustancialmente el

número de muertes y enfermedades producidas por la contaminación del aire. A su vez el proyecto se enlaza con el objetivo de desarrollo sostenible N°7 (**Energía asequible y no contaminante**) que busca facilitar el acceso a la eficiencia energética y menos contaminantes de combustibles fósiles. Por último, también se asocia al objetivo de desarrollo sostenible N°11 (**Ciudades y comunidades sostenibles**) la cual indaga proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial.

En cuanto al plan de creación de oportunidades se tiene relación directa al eje de Transición Ecológica con los objetivos de **Cambio climático, conservación de los ecosistemas, prácticas ambientales** y con el objetivo **Fomentación de modelos de desarrollo sostenible aplicando medidas de adaptación y mitigación del Cambio Climático** que según (Secretaría Nacional de Planificación, 2021) es importante implementar mejores prácticas ambientales promoviendo la responsabilidad ciudadana para generar una producción limpia que optimice el uso de combustibles fósiles.

Grupo Objetivo.

Se verá beneficiado el Grupo de Investigación en Ingeniería del Transporte (GIIT) y la línea de investigación de Eficiencia Energética y Contaminación Ambiental, los cuales puede hacer uso del proyecto para fomentar la educación con respecto al tema desarrollado.

Objetivo General.

Obtener un ciclo de conducción representativo del cantón Cuenca basado en la recolección de datos de vehículos categoría M1 que circulan de manera aleatoria.

Objetivos específicos.

- Examinar el estado del arte mediante la revisión de literatura sobre la obtención de ciclos de conducción.

- Procesar los datos recopilados usando softwares de ingeniería para la descripción de circulación en zonas urbanas, rurales y carretera del cantón Cuenca.
- Analizar los resultados para la obtención del ciclo de conducción representativo para la ciudad de Cuenca.

CAPITULO I

Estado Del Arte Y Marco Teórico Referencial

En este capítulo se analizan los aspectos para la obtención de un ciclo de conducción dentro del marco teórico como: tipos, definiciones y desarrollo. Se considerará la revisión de la metodología de la obtención del ciclo de conducción y los instrumentos que son necesarios para el mismo, selección de las rutas y la obtención.

En el estudio del arte se va a investigar sobre los ciclos de conducción a nivel mundial, en Ecuador y Cuenca.

Marco Teórico

Vehículos ligeros

Se hace referencia a un vehículo de tipo liviano. Se clasifica como vehículo ligero a cualquier automóvil o camioneta que posea las siguientes características (JAIR, 2014):

- Vehículo con 4 llantas
- El peso bruto va de 820 a 3587kg

Ciclos De Conducción

La industria automotriz está dedicando recursos significativos a la exploración de fuentes energéticas innovadoras, lo que está conduciendo al desarrollo de vehículos que son cada vez más eficientes en términos de consumo de combustible y emiten niveles reducidos de contaminantes. (Pintos Gómez de las Heras, 2011).

Según (Figuroa., 2017) el propósito de analizar los vehículos mejorados, las compañías automotrices utilizan pruebas de laboratorio que simulan el desempeño de los automóviles en situaciones específicas de movilidad. Los ciclos de conducción son uno de los instrumentos empleados en esta evaluación.

Hoy en día se han desarrollado varios ciclos de conducción para buses, camiones, vehículos livianos y motocicletas.

Tipos De Ciclos De Conducción

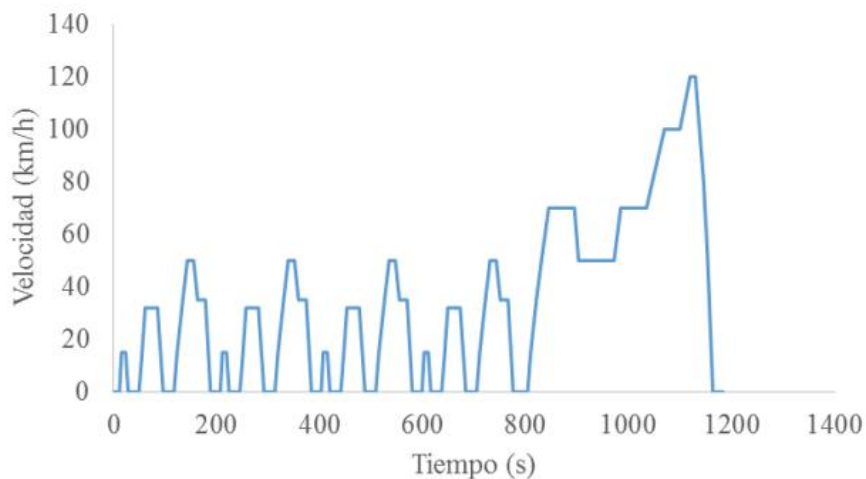
Diferentes patrones de conducción son observados, y se pueden identificar dos categorías principales de ciclos, los estacionarios y los transitorios, dependiendo del entorno o la ubicación geográfica. (Sanabria Sandí, 2012).

Ciclos de conducción estacionarios

Conocidos también como "modales", se caracterizan por tener aceleraciones que se mantienen constantes en relación con la velocidad y el tiempo del perfil. Estos ciclos se utilizan para simular condiciones de conducción específicas en pruebas de laboratorio utilizando bancos de pruebas dinamométricas. (Pérez, 2015).

Figura 2

Ciclo de Conducción Aleatorio.



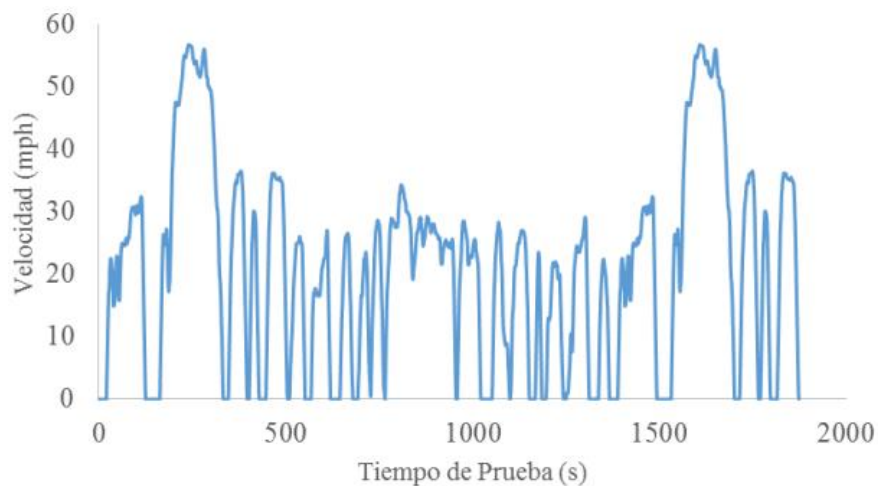
Nota. El gráfico representa el ciclo de conducción aleatorio. Tomado por (Agency, 2023).

Ciclos de conducción transitorios

Estos patrones se distinguen por presentar cambios en la velocidad en cada momento, reflejando condiciones de conducción en entornos urbanos reales, con fluctuaciones de velocidad que se producen a lo largo del ciclo. (Figueroa., 2017)

Figura 3

Ciclo de Conducción Transitorio, Ciclo EPA.



Nota. El gráfico representa el ciclo de conducción transitorio, también llamado ciclo EPA según su fuente. Tomado por (Agency, 2023).

Ciclos de conducción desarrollados en Latinoamérica

Según (Oswaldo, 2018) en América Latina, se han realizado diversos estudios relacionados con la generación de ciclos de conducción en varias ciudades, pero únicamente mencionaremos aquellos que han adquirido una importancia significativa como punto de referencia para la creación de otros ciclos de conducción en la región.

Ciclo de conducción en la ciudad de Bogotá

Se llevaron a cabo la creación de estos ciclos en tres clasificaciones distintas, a incluir motocicletas, autobuses del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) y autobuses del sistema Transmilenio. Durante este proceso, se realizarán 20 horas de

recopilación de datos utilizando múltiples dispositivos GPS. (Belalcazar, Acevedo, Ossess, & Rojas, 2013).

Figura 4

Ciclo de Conducción en Bogotá para Motos.



Nota. El gráfico muestra un ciclo de conducción de motos en la ciudad de Bogotá. Tomado por (Belalcazar, Acevedo, Ossess, & Rojas, 2013).

Figura 5

Ciclo de Conducción para Buses del SITP.



Nota. El gráfico muestra el ciclo de conducción para buses del SITP, teniendo diferentes picos de velocidad vs tiempo. Tomado por (Belalcazar, Acevedo, Ossess, & Rojas, 2013).

Figura 6

Ciclo de Conducción para Buses de Transmilenio.



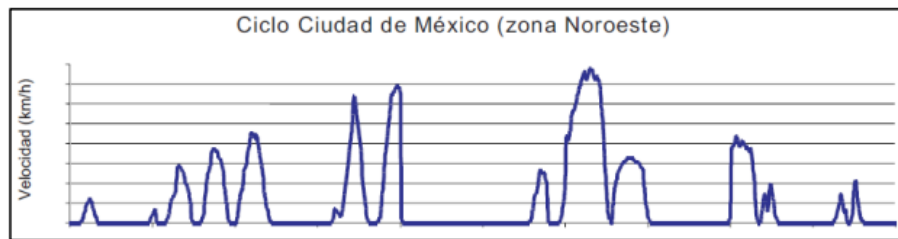
Nota. El gráfico muestra el ciclo de conducción para buses de Transmilenio, se puede diferenciar del ciclo de conducción del SITP. Tomado por (Belalcazar, Acevedo, Ossess, & Rojas, 2013).

Ciclo de conducción en la ciudad de México, Estados Unidos Mexicanos

En 1998, la Universidad Nacional Autónoma de México sugirió al gobierno federal la creación de ciclos de conducción para motocicletas y vehículos ligeros. Esto implicó equipar un dispositivo móvil para rastrear constantemente factores como la velocidad, la temperatura del motor, el uso del acelerador y el rendimiento del sistema de freno motor. (González Oropeza, 2015).

Figura 7

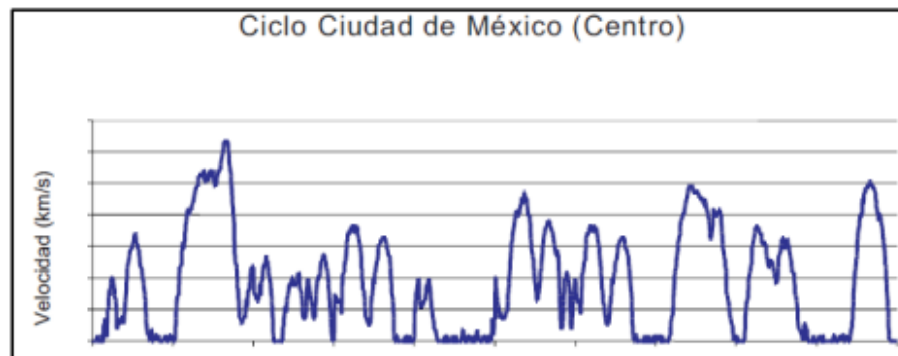
Ciclo de la Ciudad de México Zona Noroeste.



Nota. El gráfico muestra el ciclo de México en la zona Noroeste. Tomado por (González Oropeza, 2015).

Figura 8

Ciclo de la Ciudad de México Centro.



Nota. En el gráfico se muestra el ciclo de conducción en México en la parte centro se observa como varían los picos esto debido a las paradas que hace. Tomado por (González Oropeza, 2015).

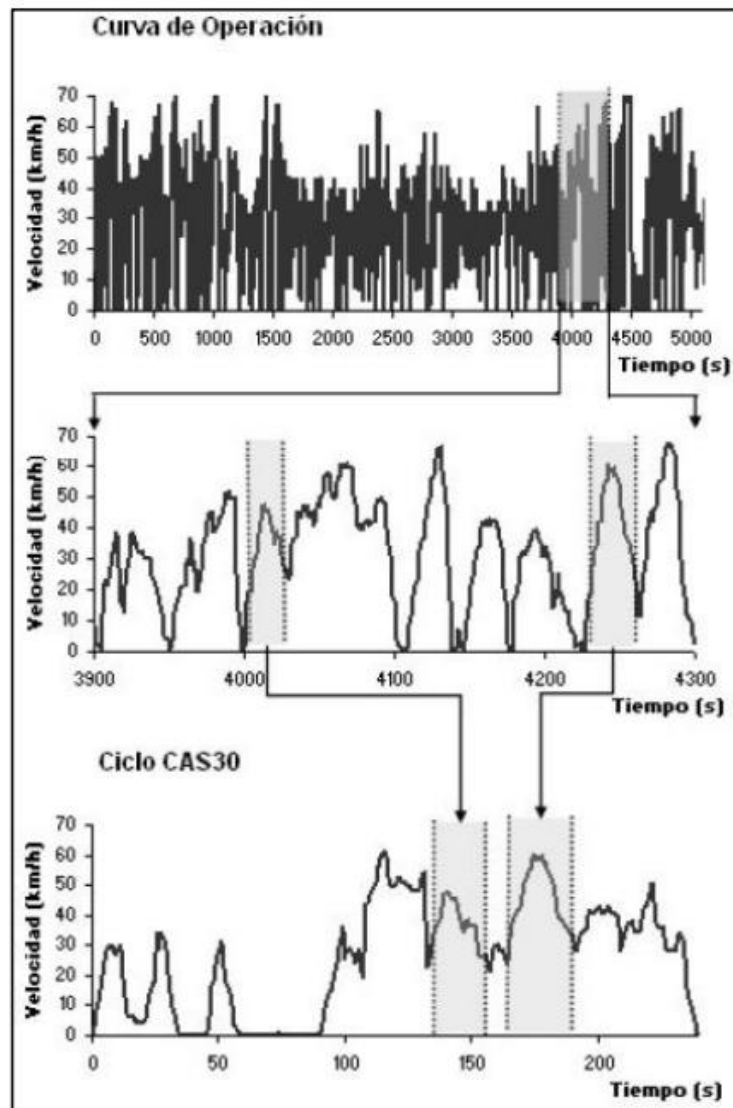
Ciclo De Conducción En La Ciudad De Santiago De Chile, Chile

A través de experimentos de medición, se lograron obtener un conjunto de diez patrones de conducción para vehículos ligeros, cada uno correspondiente a un intervalo de velocidad promedio.

Los ciclos de automóviles de Santiago (CAS) más dos dígitos que representan su rango de velocidad media (CAS10 y CAS 40). (Osses, 2023)

Figura 9

Trazas Experimentales en Ciclo de Conducción CAS30.



Nota. En el gráfico se muestran las Trazas experimentales en ciclo de conducción CAS30.

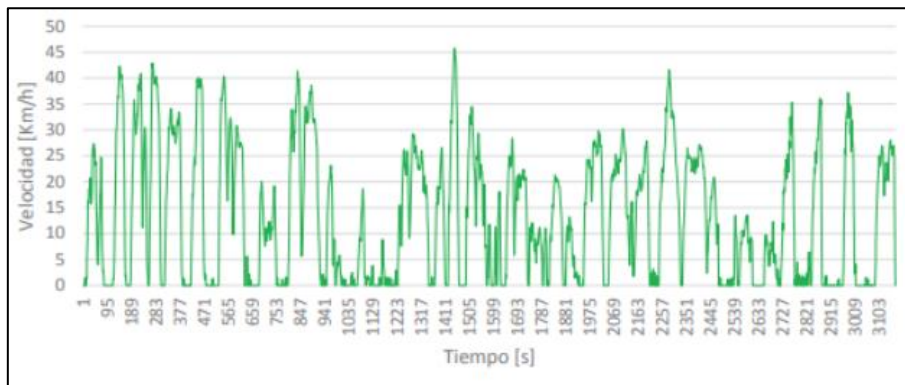
Tomado por (Osses, 2023)

Ciclos De Conducción En El Ecuador, Distrito Metropolitano De Quito

Se determinaron tres rutas para obtener un ciclo de conducción en la ciudad de Quito, el primero se realizó dentro de la ciudad, el segundo se realizó en la carretera y el tercero se realizó uno combinado, fueron realizados en condiciones reales de manejo, con rutas de mayor tráfico.

Figura 10

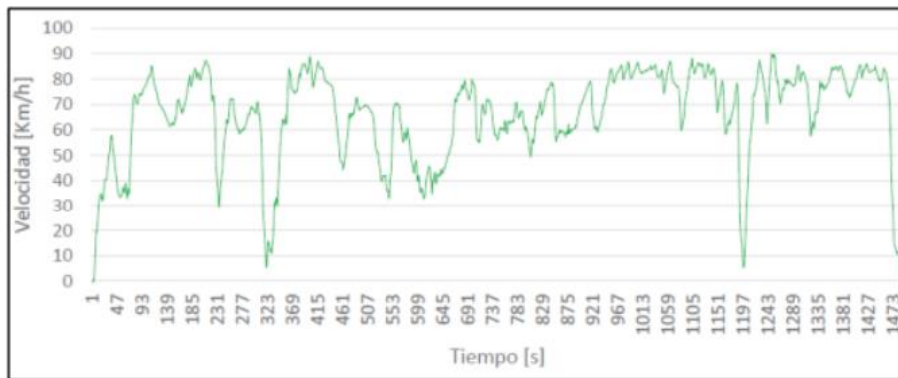
Ciclo de Conducción para la Ciudad del Distrito Metropolitano de Quito.



Nota. En el gráfico se muestra el ciclo de conducción para la ciudad de Quito se muestra mucho más ruidoso debido al tráfico que existe en la ciudad. Tomado por (Quinchimbla Pisuña F. E., 2017).

Figura 11

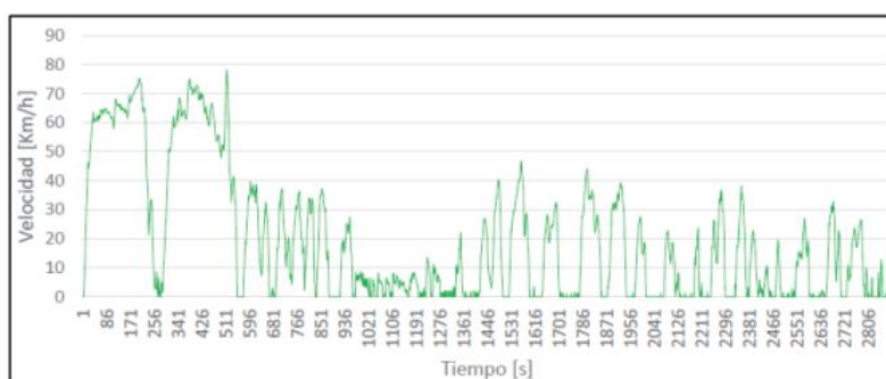
Ciclo de Conducción para Carretera del Distrito Metropolitano de Quito.



Nota. En el gráfico se muestra el ciclo de conducción en quito en carretera, a diferencia de la anterior figura 9, aquí observamos un poco más fluido. Tomado por (Quinchimbla Pisuña F. E., 2017).

Figura 12

Ciclo de Conducción Combinado del Distrito Metropolitano de Quito.



Nota. En el gráfico muestra un ciclo de conducción combinado. Tomado por (Quinchimbla Pisuña F. E., 2017).

Figura 13

Parámetros Característicos.

Parámetros	Ciudad	Carretera	Combinado
Tiempo total transcurrido (s)	3169	1493	2889
Número de paradas	58	2	63
Tiempo ralenti (s)	1060	10	960
Velocidad máxima (km/h)	45,77	89,91	78,32
Velocidad promedio(km/h)	13,26	65,98	19,18
Tiempo con aceleración (s)	1266	791	1036
Aceleración positiva máxima (m/s ²)	1,89	2,08	1,45
Aceleración promedio positiva (m/s ²)	0,348	0,357	0,403
Distancia recorrida (m)	11914	27463	15673

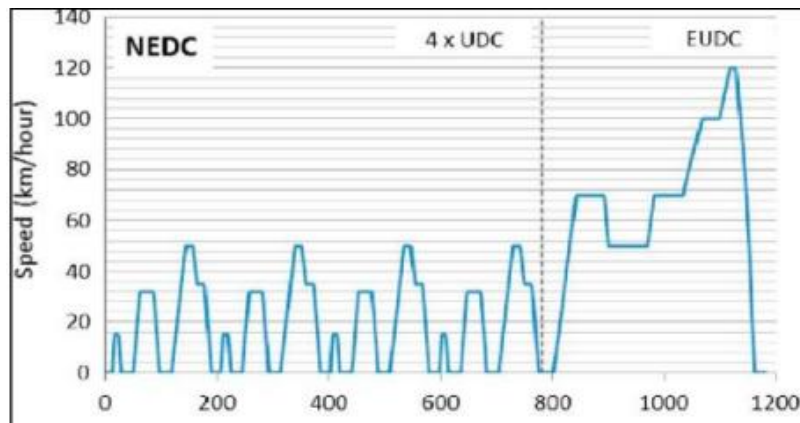
Nota. En el gráfico se muestra los parámetros de cada ciclo, dándonos diferentes resultados, tomado por (Quinchimbla Pisuña F. E., 2017).

New European Driving Cycle (NEDC)

El Nuevo Ciclo de Conducción Europeo (NEDC) es un examen empleado para certificar las emisiones según la norma EURO 6 en Europa y en algunas otras naciones. Esta evaluación se efectúa en un banco de pruebas con dinamómetro. (ESPINOZA Y. C., 2022).

Figura 14

Ciclo NEDC.



Nota. En el gráfico se muestra un ciclo de conducción de la unión europea es diferente a los ciclos de conducción en Latinoamérica. Tomado por (ESPINOZA Y. C., 2022)

El ciclo NEDC se compone de cuatro tramos de conducción en áreas urbanas (UDC), que se caracterizan por tener velocidades y cargas del vehículo bajas, así como temperaturas bajas en los gases de escape. Luego, continúa con un tramo de conducción fuera de la ciudad (EUDC) diseñado para simular una conducción más intensa ya mayores velocidades. (ESPINOZA Y. C., 2022).

CAPÍTULO II

Metodología

La contaminación generada por vehículos equipados con motores de combustión interna es una causa significativa de la disminución de la calidad del aire en la ciudad de Cuenca. El desafío principal radica en que los resultados de las pruebas realizadas durante el control vehicular no reflejan con precisión los valores obtenidos durante la conducción real. Con el fin de llevar a cabo este experimento, se selecciona rutas aleatorias de la ciudad, abarcando segmentos urbanos, rurales y de autopista. Para recorrer esta ruta, se utilizan vehículos de manera aleatoria. Se toman datos mediante el dispositivo llamado FREEMATICS ONE+, el cual se conecta en el puerto OBD2 durante todo el proceso, este va registrando todos los datos, para luego poder ser procesado en el software Matlab, para finalmente analizar los resultados encontrados. (Néstor Diego Rivera-Campoverde, 2021).

Método Bibliográfico

Mediante el material bibliográfico revisado en el capítulo 1 con respecto a los ciclos de conducción, se procederá al desarrollo del método experimental, considerando todos los parámetros necesarios que fueron revisados en el estado del arte. Se considerará diversos autores para llevar a cabo el desarrollo adecuado del proyecto mediante el método experimental.

Método Experimental

Para realizar el experimento, se debe tener en cuenta algunos puntos, se procede a mantener el vehículo en movimiento durante al menos 30 minutos, luego se estaciona con las puertas y el capó cerrados, permaneciendo inactivo durante aproximadamente 8 horas, con el motor apagado y con suficiente combustible para completar el trayecto. (ESPINOZA Y. C., 2022)

Tabla 1*Requisitos para un ciclo RDE*

Parámetro	Requisitos según 2016/427/EC	
	Moderado: 0 a 700m	(Extendido 700 a 1300m)
Altitud	< 100m de diferencia de altura entre la salida y la meta El desnivel acumulado está limitado a 1200m/100km	
Temperatura ambiente	Moderado: 0 °C a 30 °C	(Extendido: -7 °C- 0 °C y 30 °C- 35 °C)
Dinámica	Max: percentil 95 de v*a (velocidad* aceleración positiva)	Min: RPA (aceleración positiva relativa)
Velocidad máxima	145km/h (160km/h durante el 3% del tiempo de conducción en autopista)	
Carga útil	Máximo 90% del peso máximo del vehículo (conductor + equipamiento)	
Porcentaje de parada	Entre el 6% y el 30% del tiempo de conducción urbana	

Nota. En la tabla se muestra las condiciones límites según (Hooftman, 2018).

Dado que la elevación promedio de Cuenca, Ecuador, es de aproximadamente 2550 metros sobre el nivel del mar, la estimación de esta ruta comenzará a una altitud de 2572 metros y finalizará a una altitud de 2331 metros. A pesar de que no se cumple la diferencia de 100 metros entre los puntos de inicio y destino, se eligió la autopista con la mayor altitud disponible. (ESPINOZA Y. C., 2022)

Durante los días programados para llevar a cabo las pruebas del experimento en Cuenca, la temperatura oscila alrededor de los 19 °C en condiciones más frescas y alcanza

los 27 °C en temperaturas más elevadas, cumpliendo satisfactoriamente con este requisito. (ESPINOZA Y. C., 2022)

La velocidad máxima permitida en la autopista estará restringida a 100 km/h, de acuerdo con la regulación establecida por la Agencia Nacional de Tránsito. Por lo tanto, no es posible mantenerse a una velocidad superior a 100 km/h durante más de 5 minutos, según (ESPINOZA Y. S., ESTIMACIÓN DE UNA RUTA REPRESENTATIVA PARA LA CIUDAD DE QUITO, 2022).

La capacidad de carga del vehículo se limita al conductor y a un pasajero, ya que el dispositivo utilizado para recopilar datos se considera de peso insignificante, tomado por (ESPINOZA Y. S., ESTIMACIÓN DE UNA RUTA REPRESENTATIVA PARA LA CIUDAD DE QUITO, 2022).

Vehículos Que Se Encuentran Dentro De La Categoría M1

Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN, 2016), la clasificación de vehículos se determina para asegurar la calidad, seguridad y eficiencia de los automóviles. La categoría M1 está destinada al transporte de pasajeros, principalmente con propósitos particulares, y tiene una capacidad máxima de ocho asientos, excluyendo al conductor.

- Autos sedan: Automóviles de cuatro puertas con una capacidad de 4-5 pasajeros.
- Hatchback: Automóviles con una puerta posterior que se abre hacia arriba y el área de carga se encuentra en el mismo compartimiento que los asientos traseros. Capacidad de 4-5 pasajeros.
- Coupé: Automóviles de dos puertas capacidad 2-4 pasajeros, diseño deportivo y elegante.

- SUV: Automóviles que fusionan atributos de vehículos todo terreno y automóviles. Estos modelos generalmente presentan una elevada distancia al suelo y tienen capacidad para transportar a 4-5 pasajeros.
- Miniván: Automóviles más amplios con la capacidad de abordar de 6 a 8 pasajeros.

(Elmer Israel Arias Montaña, 2018)

Selección De Rutas

La selección de rutas es el siguiente paso para la obtención de un ciclo de conducción, no hay una ruta específica ya que se pretende ver la conducción real de la población en el cantón Cuenca, para que de esta forma se seleccione un recorrido típico.

Selección De Parámetros

Se considerarán parámetros fundamentales para la obtención del ciclo de conducción, estos parámetros serán obtenidos mediante programación en el software de ingeniería Matlab, los parámetros serán presentados a continuación:

Tabla 2

Parámetros por Obtener para un Ciclo de Conducción Representativo.

N°	PARAMETROS
1	Velocidad media total
2	Velocidad máxima total
3	Aceleración
4	Tiempo total de recorrido
5	Distancia recorrida
6	Velocidad media urbana
7	Velocidad media rural

8	Velocidad media carretera
9	Tiempo muerto

Nota. Los parámetros a obtener pueden variar de acuerdo a las necesidades requeridas.

Fuente: Autor.

Vehículos De Prueba

Figura 15

Vehículo de Prueba Kia Sportage.



Nota. Este vehículo se utilizó a modo de prueba para la recolección de datos. Fuente:

Autor.

Tabla 3

Ficha técnica Kia Sportage.

Ficha técnica Kia Sportage 2021	
Motor	2.0 DOHC
Peso	1482kg
Número de válvulas	16

Potencia máxima hp/rpm	156/6,200
Torque máximo kg*m/rpm	19.49/4,000
Cilindrada	2,000

Nota. Se realizó una tabla con las especificaciones del vehículo de prueba. Fuente:

Autor

Figura 16

Vehículo de Prueba 2 Jetour X70.



Nota. Este vehículo se utilizó a modo de prueba para la recolección de datos. Fuente:

Autor.

Tabla 4

Ficha Técnica Jetour X70.

Ficha técnica Jetour X70 2021	
Motor	1.5 turbo
Peso	1540kg
Número de válvulas	16
Potencia máxima hp/rpm	150 Hp

Torque máximo kg*m/rpm	210 Nm
Cilindrada	1,500

Nota. Se realizo una tabla con las especificaciones del vehículo de prueba Fuente: Autor

Obtención De Los Parámetros

Velocidad media total

Para determinar la velocidad media total en el software MATLAB, es fundamental contar con los valores de la distancia recorrida en intervalos de tiempo definidos. Con estos datos de tiempo y distancia se hace uso de la siguiente fórmula:

$$**Velocidad Media Total** = \frac{Distancia Total}{Tiempo Total}$$

Velocidad máxima total

Para determinar la velocidad máxima total es necesario contar con la recopilación de datos de la velocidad en diferentes momentos a lo largo del ciclo de conducción, con ayuda de estos valores y aplicando la función “max” en MATLAB, se obtendrá el valor máximo de la velocidad del conjunto de datos analizados.

Aceleración

Para determinar la aceleración a partir de un conjunto de datos de velocidad con respecto a diferentes momentos del tiempo, se puede obtener una estimación de la aceleración promedio aplicando la siguiente fórmula:

$$**Aceleración** = \frac{\Delta Velocidad}{\Delta Tiempo}$$

Distancia recorrida

Para obtener la distancia total recorrida de un determinado ciclo de conducción, hacemos uso de los valores de la velocidad y el tiempo:

$$***Distancia Recorrida = Velocidad x Tiempo***$$

Tiempo total de recorrido

El tiempo total recorrido se obtiene mediante los parámetros antes analizados de la velocidad media y distancia, implementando la siguiente fórmula:

$$***Tiempo Total Recorrido = \frac{Distancia Recorrida}{Velocida Media}***$$

Velocidad media en zona urbana

Como primer paso se deberá obtener la distancia recorrida en zonas urbanas de todo el ciclo de conducción, mediante la identificación de los tramos pertenecientes a estas zonas, posteriormente se realizará la suma de las distintas distancias identificadas, una vez obtenida la distancia total en zona urbana aplicaremos la fórmula de la velocidad media antes vista:

$$***Velocidad media en zona urbana = \frac{Distancia Total Zona Urbana}{Tiempo Total}***$$

Velocidad media en zonal rural

Primero se obtendrá la distancia recorrida en zonas rurales de todo el ciclo de conducción, mediante la identificación de los tramos pertenecientes a estas zonas, posteriormente se realizará la suma de las distintas distancias identificadas, una vez obtenida la distancia total en zona rural se aplica la fórmula de la velocidad media:

$$\textit{Velocidad media en zona rural} = \frac{\textit{Distancia Total Zona Rural}}{\textit{Tiempo Total}}$$

Velocidad media en carretera

Como primer paso se obtendrá la distancia recorrida en zonas de carretera de todo el ciclo de conducción, mediante la identificación de los tramos pertenecientes a estas zonas, posteriormente se realizará la suma de las distintas distancias identificadas, una vez obtenida la distancia total en carretera aplicaremos la fórmula de la velocidad media:

$$\textit{Velocidad media en carretera} = \frac{\textit{Distancia Total Carretera}}{\textit{Tiempo Total}}$$

Tiempo muerto

Hace referencia a los momentos en los cuales el vehículo se encuentra detenido o su velocidad es cercana a cero, con esta consideración se realizará una suma de todo el tiempo en la que el vehículo este en movimiento es decir $VSS > 0$ km/h.

Una vez obtenido el tiempo del vehículo en movimiento, el tiempo muerto se puede obtener mediante la siguiente fórmula:

$$\textit{T tiempo Muerto} = \textit{T tiempo Total Recorrido} - \textit{T tiempo en Movimiento}$$

Adquisición De Datos

La información se recolecta mediante un dispositivo Freematics ONE+, el cual se conecta al puerto OBD2 del vehículo y está vinculado a una antena GPS. Almacena los datos en una tarjeta de memoria SD.

Las entradas OBD2 se encuentran generalmente abajo del volante de conducción en la parte izquierda.

A través de la utilización del sistema de posicionamiento global (GPS), es posible adquirir información que resulta fundamental para determinar los parámetros del ciclo, incluyendo la longitud de la ruta, la velocidad máxima, la velocidad media, la velocidad media de movimiento y el tiempo de recorrido (Pérez Llanos, 2018).

Figura 17

Freematics ONE+.



Nota. Es un dispositivo que recolecta datos mediante GPS. Fuente: Autor

Software De Procesamiento De Datos

Después de completar las pruebas, se lleva a cabo el procesamiento de los datos en Matlab, un programa de programación y cálculo que ofrece la capacidad de analizar extensas cantidades de información, así como la posibilidad de diseñar algoritmos y construir modelos (ESPINOZA Y. S., ESTIMACIÓN DE UNA RUTA REPRESENTATIVA PARA LA CIUDAD DE QUITO, 2022).

CAPITULO III

Método analítico

Se evaluarán los resultados del software para lograr definir el ciclo de conducción representativo, además aplicando razonamiento lógico y crítico se desarrollarán las conclusiones basadas en los objetivos planteados.

Histogramas

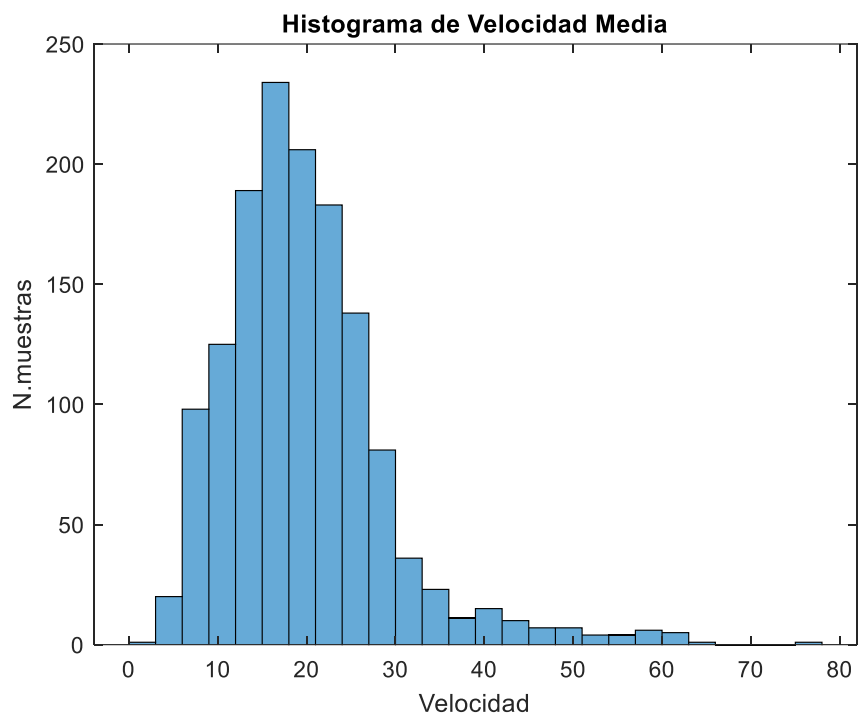
En el gráfico se muestra un histograma de la velocidad media de todo un ciclo de conducción en el que consta de 1200km, este caso se utilizó 295km que se divide en zona urbana, rural y autopista, en este histograma se muestra las diferentes velocidades que se obtuvieron, se observa que la velocidad media que se obtuvo esta entre los 15 a 18km.

Histograma De Velocidad Media Total

Se procede a analizar todos los resultados que se obtuvieron en las diferentes rutas realizadas, de este modo se logrará obtener el ciclo de conducción final. En la figura 17 se ilustra el número de muestras registradas a diferentes velocidades, se identificó que la velocidad media se encuentra alrededor de los 19 km/h. Determinando que el recorrido en mayor parte fue en una zona urbana debido a las bajas velocidades.

Figura 18

Histograma de Velocidad Media.



Nota. El histograma representa la velocidad media que recorrió el vehículo de prueba, y el número de muestras que recolectó. Fuente: Autor.

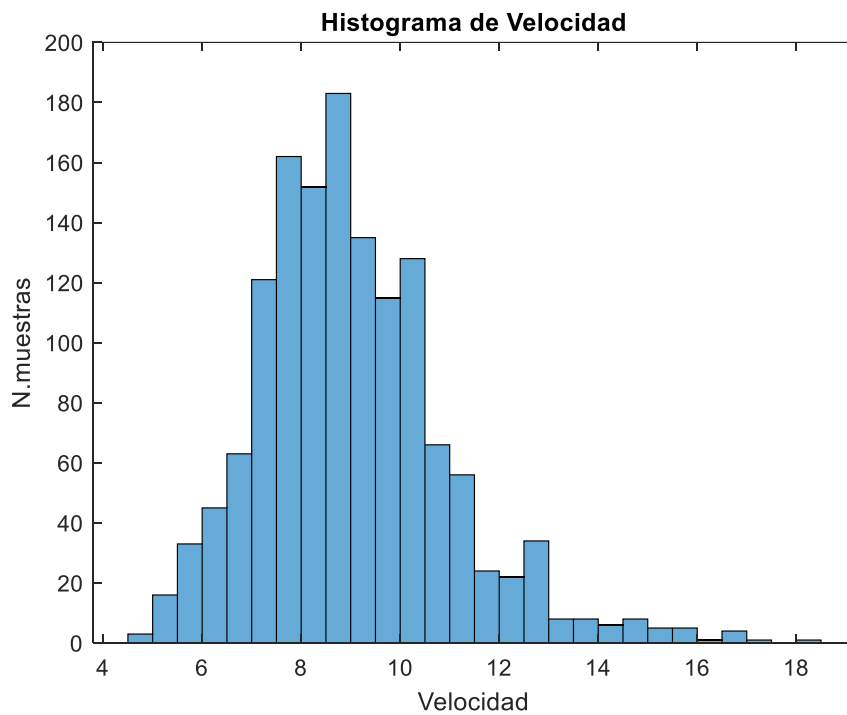
Histogramas De Velocidad

Histograma de velocidad, primera marcha

En la figura 18 el histograma representa la primera marcha del vehículo, se observa que su velocidad máxima es de 18km/h, con un bajo número de muestras. A su vez determinamos su velocidad promedio que ronda los 9km/h, siendo la velocidad con mayor número de datos registrados.

Figura 19

Histograma de Velocidad en Primera Marcha.



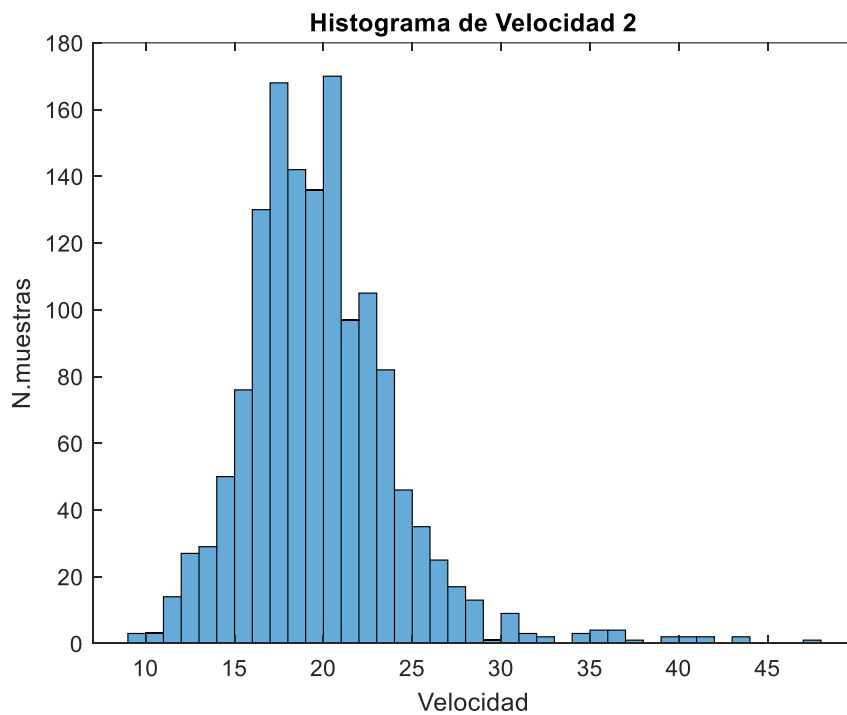
Nota. El histograma representa la velocidad en primera marcha que recorrió el vehículo de prueba, y el número de muestras que recolectó. Fuente: Autor.

Histograma de velocidad, segunda marcha

En este gráfico se observa las velocidades registradas en segunda marcha, siendo su velocidad máxima 47km/h aproximadamente, mientras que la velocidad promedio se encuentra en un rango de 17km/h a 22km/h.

Figura 20

Histograma de Velocidad, Segunda Marcha.



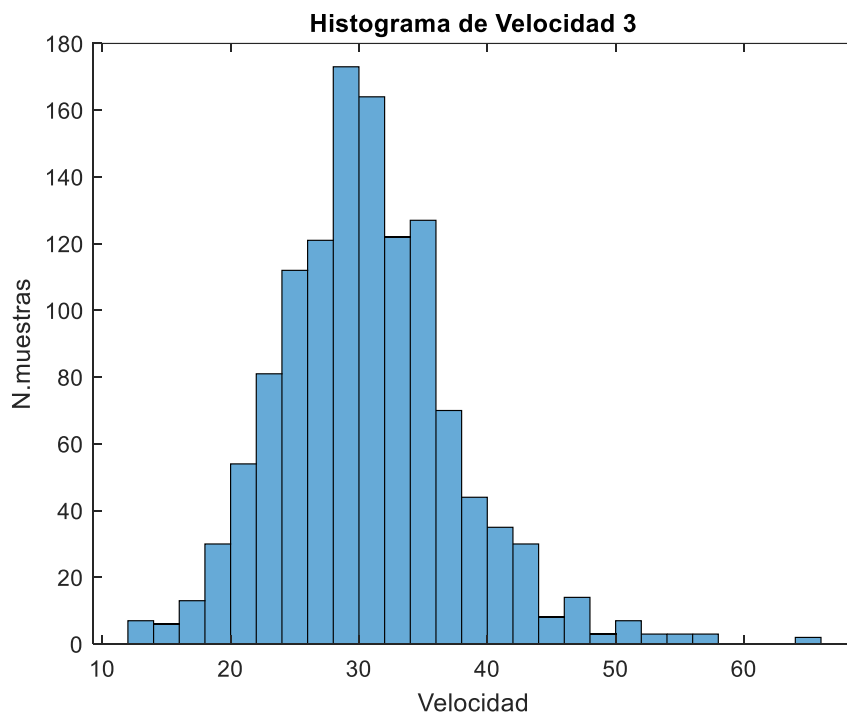
Nota. El histograma representa la velocidad en segunda marcha que recorrió el vehículo de prueba, y el número de muestras que recolectó. Fuente: Autor.

Histograma de velocidad, tercera marcha

En la tercera marcha se observa que el número de muestras se encuentra en 170, esto en comparación con su velocidad que mantiene en los 30km/h, se utiliza a una velocidad moderada o alta, ya que generalmente se utiliza en un rango de 30km/h a 60 km/h, o en estos casos en una aceleración continua.

Figura 21

Histograma de Velocidad, Tercera Marcha.



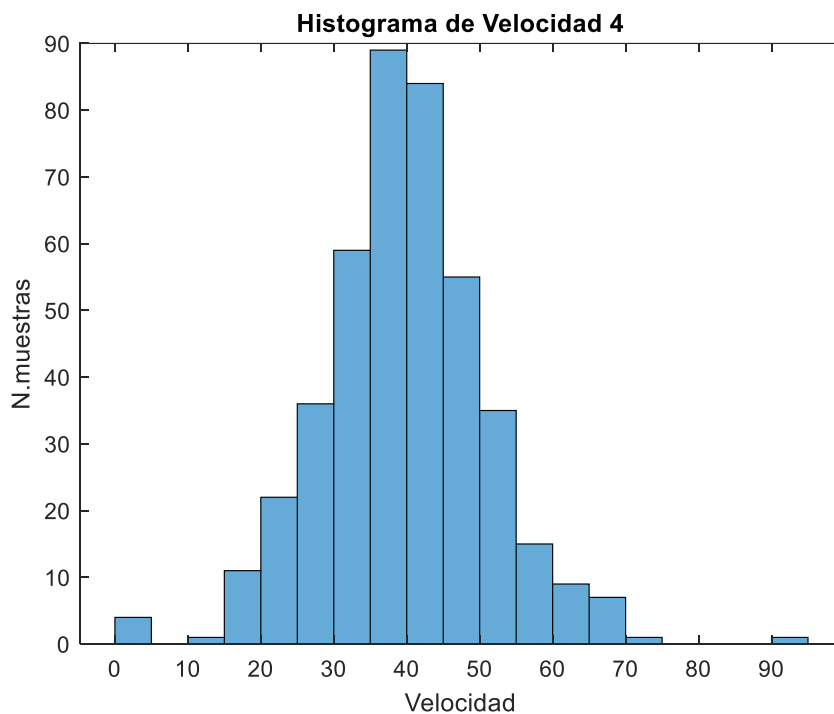
Nota. El histograma representa la velocidad en tercera marcha, que recorrió el vehículo de prueba, y el número de muestras que recolectó, a diferencia de segunda, tercera se utiliza de manera más frecuente. Fuente: Autor.

Histograma de velocidad, cuarta marcha

En la cuarta marcha se muestra menor número de muestras, esto ya que mantiene velocidades más altas y mejora la eficiencia del combustible, se utiliza para una conducción en recta, donde no existan condiciones para realizar cambios frecuentes de velocidad.

Figura 22

Histograma de Velocidad, Cuarta Marcha.



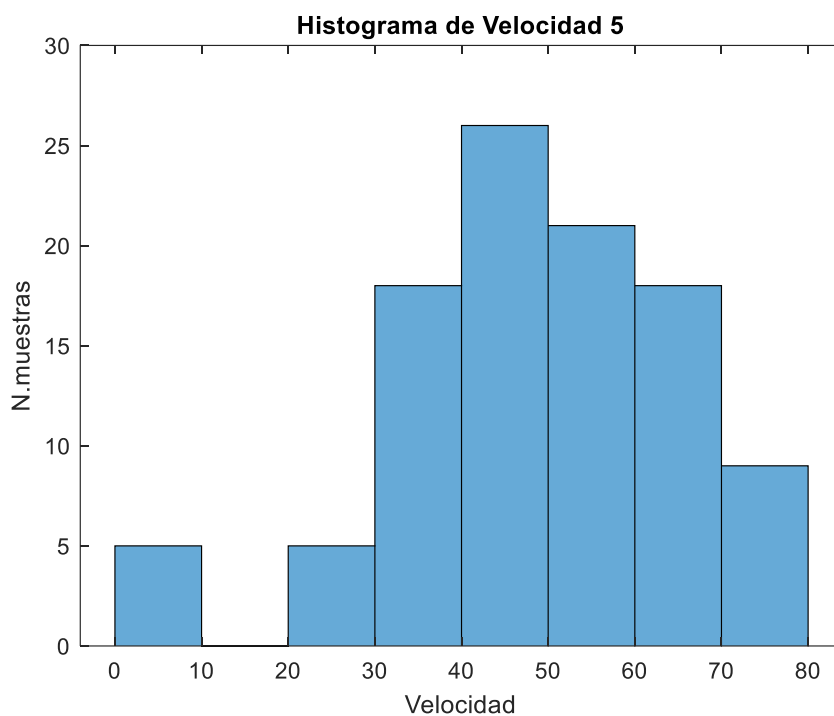
Nota. El histograma representa la velocidad en cuarta marcha, que recorrió el vehículo de prueba, y el número de muestras que recolectó, a diferencia de tercera, cuarta ocupamos con menor frecuencia por eso se observa que tiene un menor número de muestras. Fuente: Autor.

Histograma de velocidad, quinta marcha

En la quinta marcha se puede diferenciar de las otras marchas ya que aquí la velocidad no varía mucho y esta se queda entre los 40 km/h a 60km/h, de igual manera el número de muestras disminuye, esta velocidad es para recorrido en cruceo en autopista o carretera, analizando el vehículo llegó hasta una velocidad de 80km/h.

Figura 23

Histograma de Velocidad, Quinta Marcha.



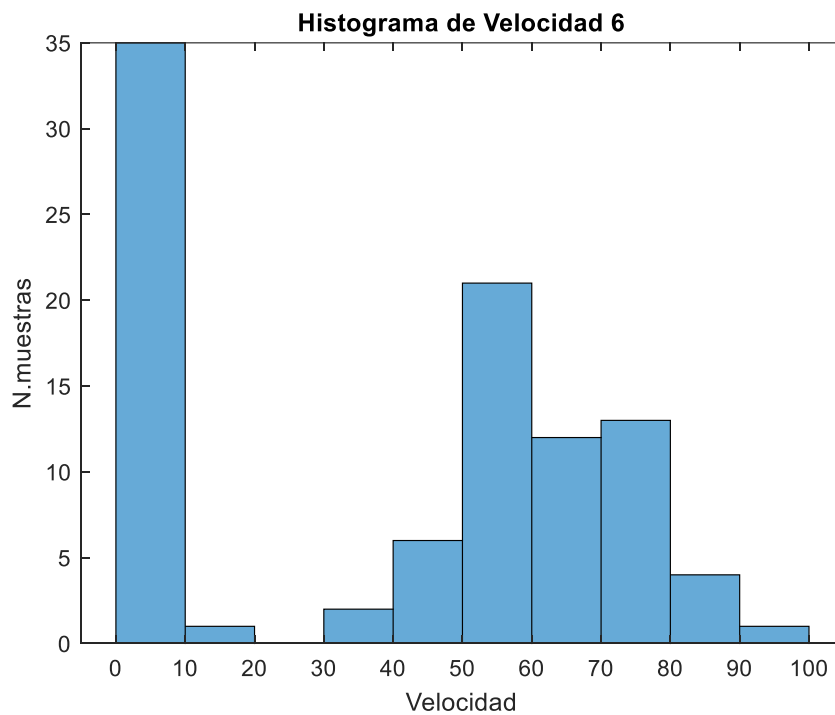
Nota. El histograma representa la velocidad en quinta marcha, que recorrió el vehículo de prueba, y el número de muestras que recolectó. Fuente: Autor.

Histograma de velocidad, sexta marcha

En la sexta marcha se puede observar que baja considerablemente la velocidad, esto se debe a que existen paradas del vehículo, en este caso es cuando se detiene en intersecciones o redondeles, su velocidad media va a estar entre los 50 a 60km.

Figura 24

Histograma de Velocidad, Sexta Marcha.



Nota. El histograma representa la velocidad en sexta marcha, que recorrió el vehículo de prueba, y el número de muestras que recolectó. Fuente: Autor.

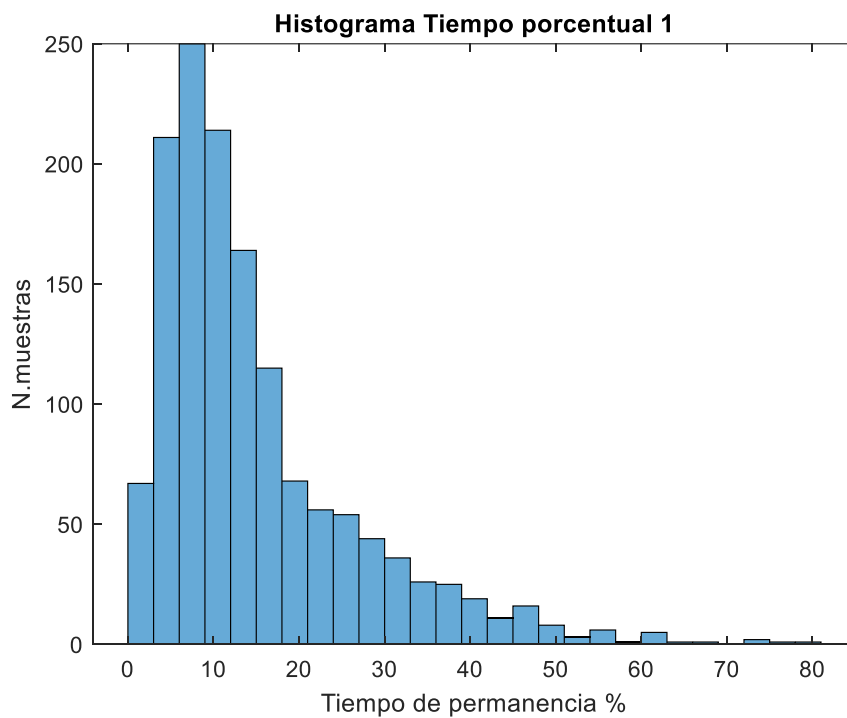
Histogramas De Tiempo De Permanencia

Histograma del tiempo porcentual en primera marcha

En el siguiente gráfico se muestran los porcentajes en el que la primera marcha se utilizó más, en esto caso se utilizó un 10%, esto se debe a que se circuló en otras zonas en las que no existían paradas y es más fluido el recorrido.

Figura 25

Histograma Tiempo Porcentual Primera Marcha.



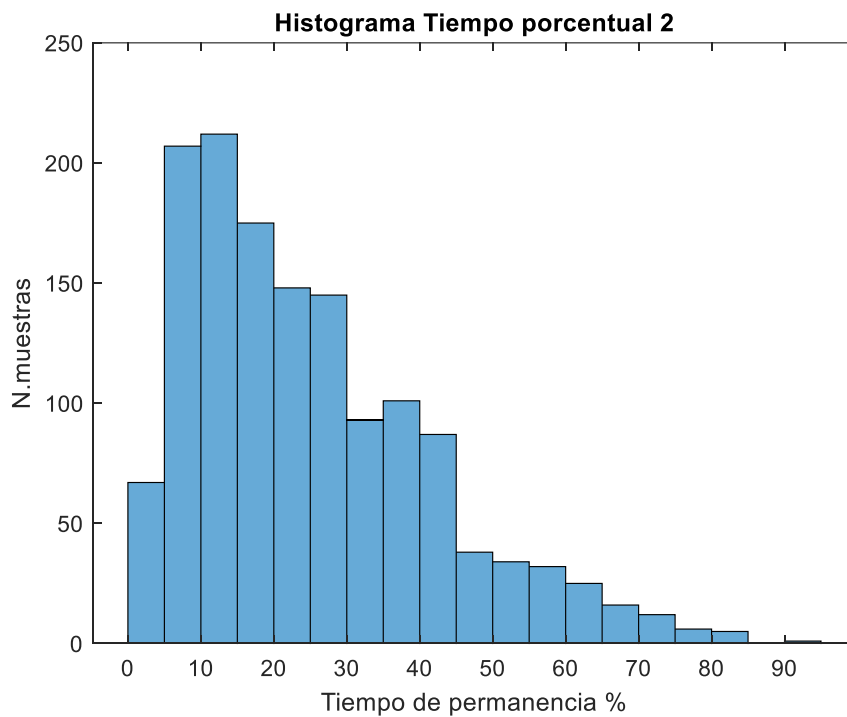
Nota. El histograma representa el tiempo porcentual en primera marcha, el cual se observa el tiempo en permanencia de la marcha. Fuente: Autor.

Histograma del tiempo porcentual en segunda marcha

En el siguiente gráfico se muestra que en segunda marcha se usa el 10, 20 y 30% del tiempo total del recorrido, y se puede percibir, los otros porcentajes son más bajos con el número de muestras de igual manera.

Figura 26

Histograma Tiempo Porcentual Segunda Marcha.



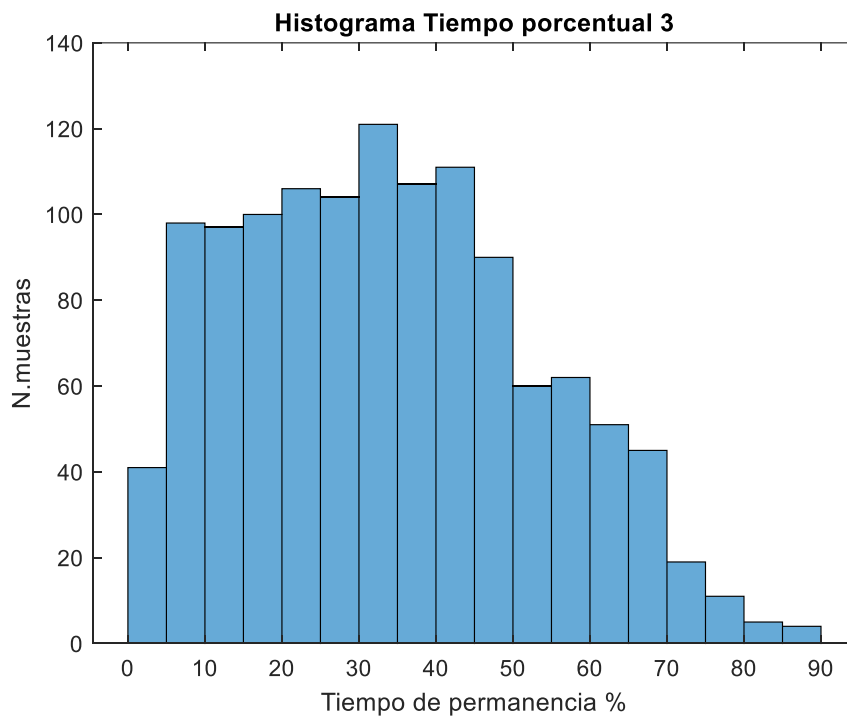
Nota. El histograma representa el tiempo porcentual en segunda marcha, el cual se observa el tiempo en permanencia de la marcha, el número de muestras disminuye a comparación de primera. Fuente: Autor.

Histograma del tiempo porcentual en tercera marcha

En el siguiente histograma se puede notar que el número de muestras están de una manera similar ya que la tercera marcha siempre está en constante uso, debido a que en la ciudad es utilizada de manera frecuente.

Figura 27

Histograma Tiempo Porcentual Tercera.



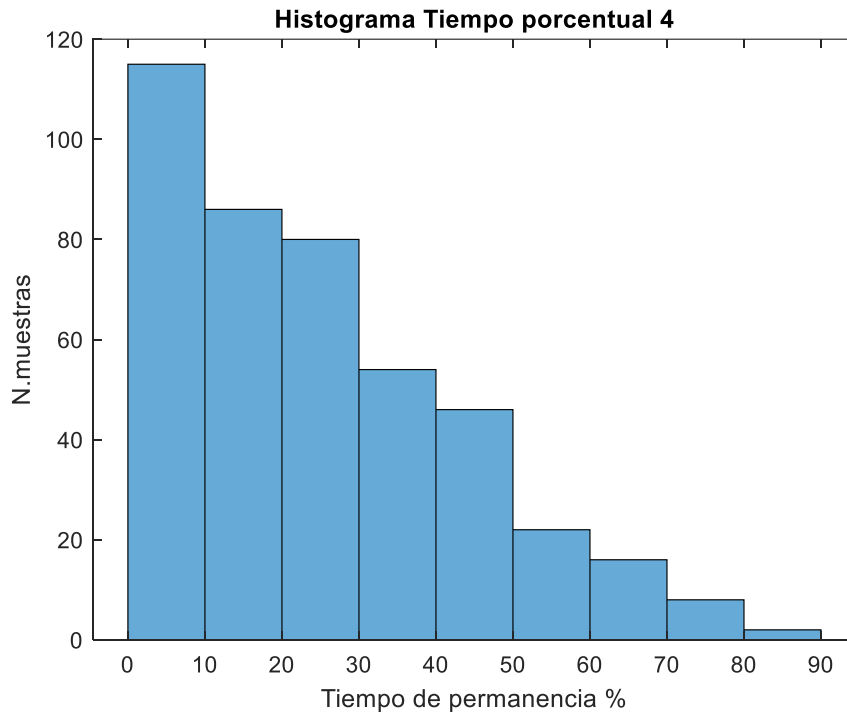
Nota. El histograma representa el tiempo porcentual en tercera marcha el cual se observa el tiempo en permanencia de la marcha, el número de muestras disminuye, no obstante, los tiempos de permanencia aumentan. Fuente: Autor.

Histograma del tiempo porcentual en cuarta marcha

En el histograma presentado observamos que la cuarta marcha se está utilizando a bajas velocidades, de tal modo vemos que está en decadencia.

Figura 28

Histograma Tiempo Porcentual Cuarta.



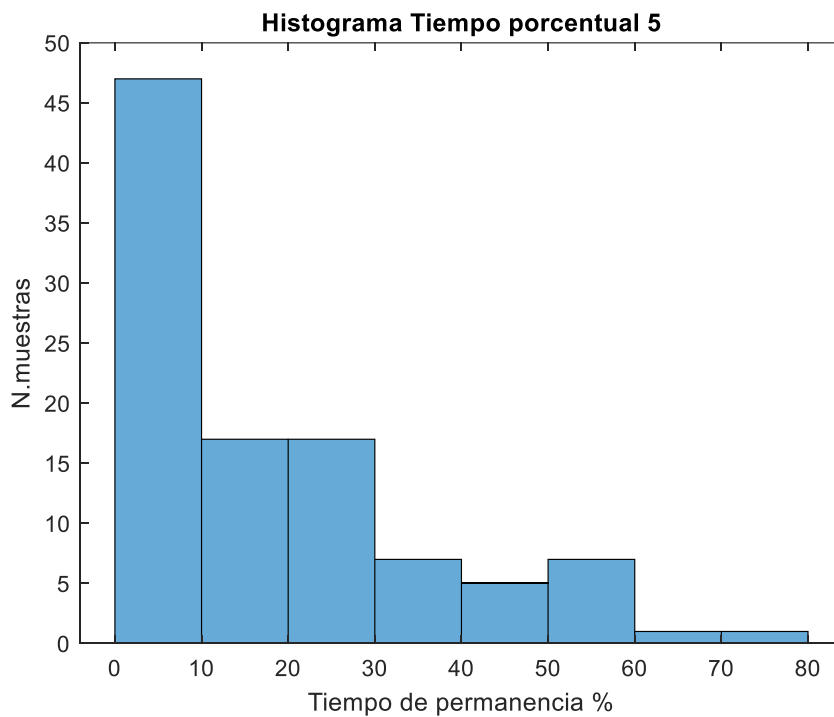
Nota. El histograma representa el tiempo porcentual en cuarta marcha, el cual se observa el tiempo en permanencia de la marcha. Fuente: Autor.

Histograma del tiempo porcentual en quinta marcha

En el gráfico observamos la quinta marcha, en este caso el número de muestras disminuye ya que en la ciudad no se utiliza tanto dicha marcha, de tal manera podemos concluir que la eficiencia que tiene la quinta marcha no es muy buena dentro de la ciudad.

Figura 29

Histograma Tiempo Porcentual Quinta Marcha.



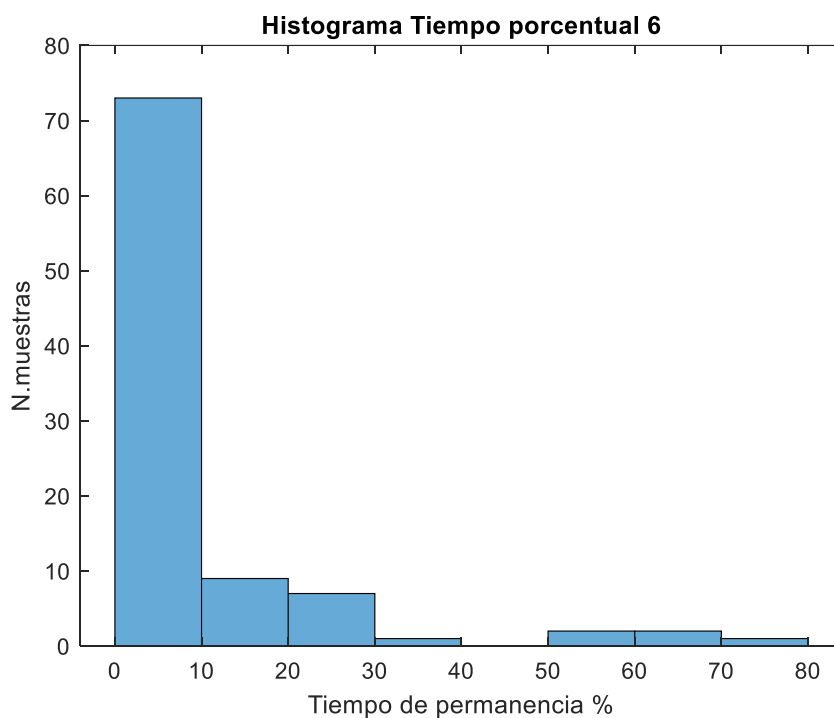
Nota. El histograma representa el tiempo porcentual en quinta marcha, el cual se observa el tiempo en permanencia de la marcha, a diferencia de cuarta su número de muestras baja. Fuente: Autor.

Histograma del tiempo porcentual en sexta marcha

En el gráfico se muestra la sexta marcha la eficiencia que tiene esta marcha es muy baja ya que no se emplea tanto, se recurre generalmente en tramos largos como autopista, el número de muestras sube un poco a comparación de quinta marcha, esto se debe a que su recorrido fue más largo.

Figura 30

Histograma Tiempo Porcentual Sexta Marcha.



Nota. El histograma representa el tiempo porcentual en sexta marcha, el cual se observa el tiempo en permanencia de la marcha. Fuente: Autor.

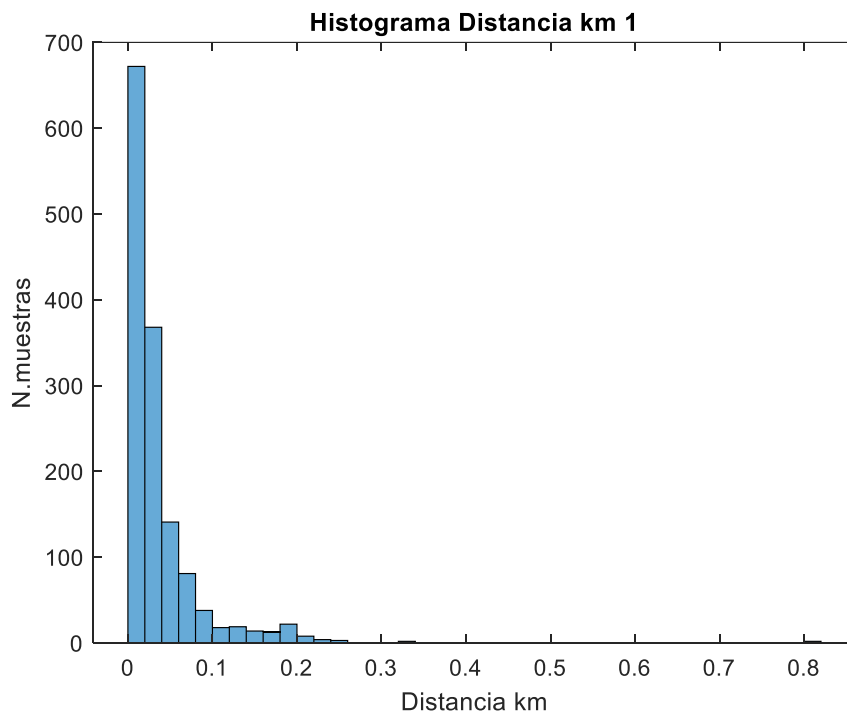
Histogramas De Distancia

Histograma de distancia recorrida en primera marcha

En el presente grafico logramos observar la distribución de la distancia recorrida en primera marcha, determinamos que el recorrido en esta marcha es mínimo ya que comúnmente es utilizada solo para arrancar el vehículo de su estado de reposo, obteniendo una distancia recorrida promedio de 250m.

Figura 31

Histograma Distancia Recorrida en Km, Primera Marcha.



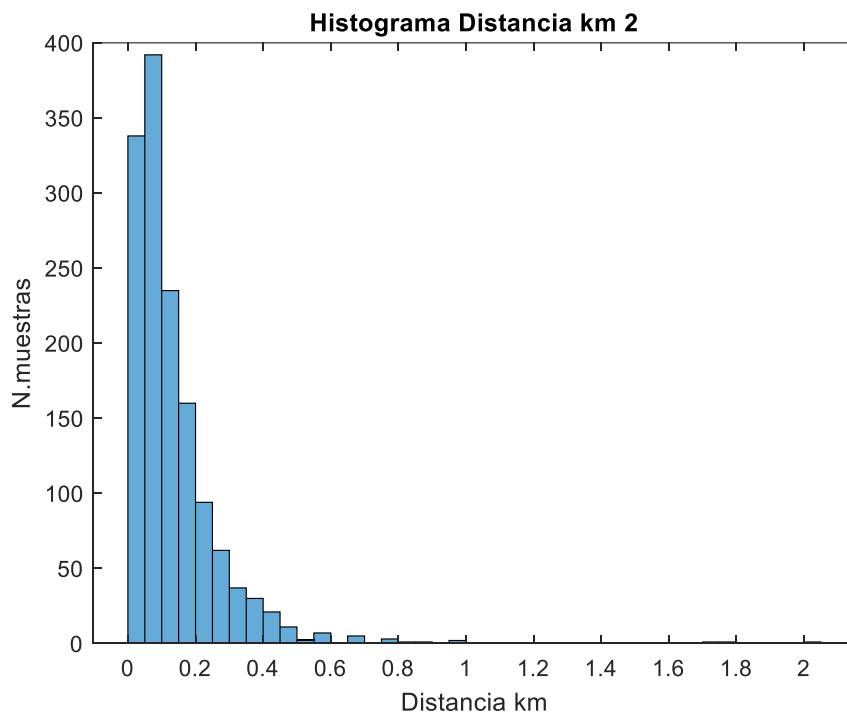
Nota. Al ser la primera marcha se tiene mayor cantidad de datos recolectados a distancias cortas. Fuente: Autor.

Histograma de distancia recorrida en segunda marcha

En el histograma de segunda marcha, de manera parecida al de primera, se observa que la mayor cantidad de muestras obtenidas es a distancias cortas, siendo de 2km la mayor distancia registrada con un bajo número de muestras.

Figura 32

Histograma Distancia Recorrida en Km, Segunda Marcha.



Nota. La distancia aumenta relativamente poco a comparación de la primera marcha.

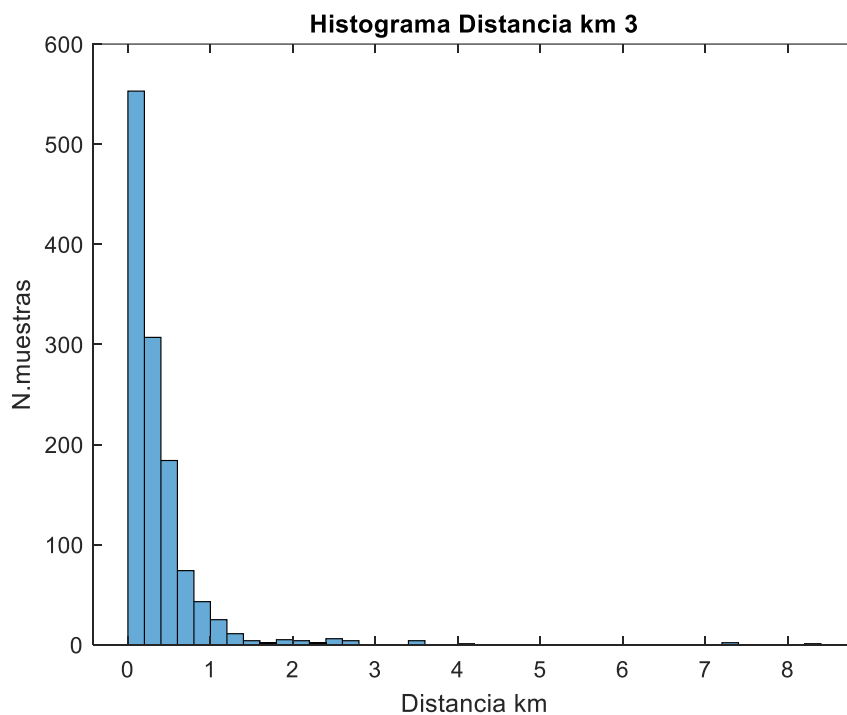
Fuente: Autor.

Histograma de distancia recorrida en tercera marcha

En la figura 32 observamos que la distancia recorrida aumenta. Comúnmente la tercera marcha es utilizada una vez se haya alcanzado una velocidad promedio de 30km/h – 40km/h, siendo una condición de manejo más estable. Logramos observar que la distancia máxima registrada en esta marcha es de 8.5km con una cantidad aproximada de 10 muestras.

Figura 33

Histograma Distancia Recorrida en Km, Tercera Marcha.



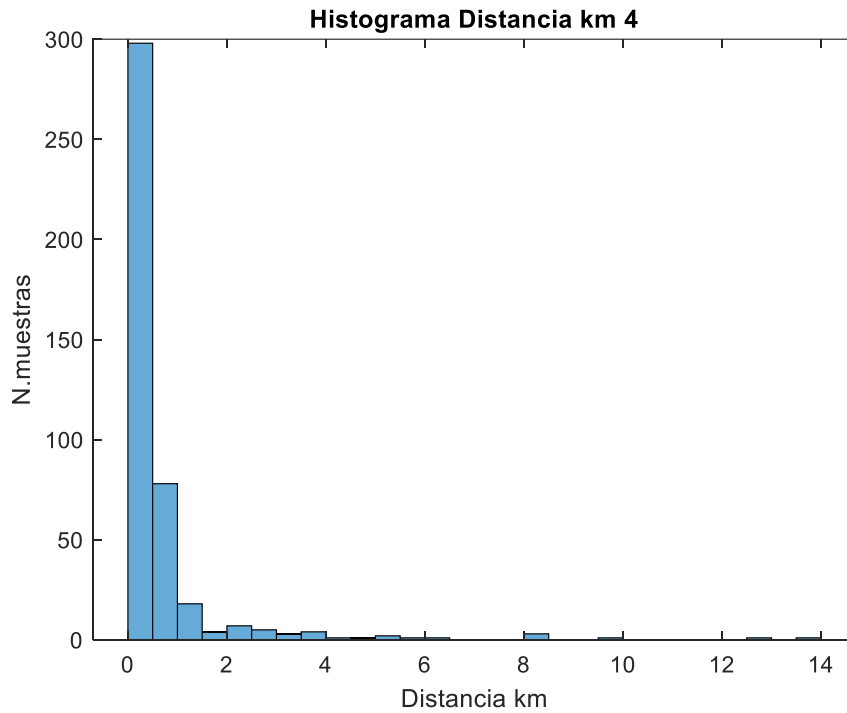
Nota. En tercera marcha existe un recorrido más prolongado que los 2 histogramas antes vistos. Fuente: Autor

Histograma de distancia recorrida en cuarta marcha

El número de muestras a comparación de tercera marcha, disminuyen debido a que cuarta marcha no se aplica de manera frecuente.

Figura 34

Histograma Distancia Recorrida en Km, Cuarta Marcha.



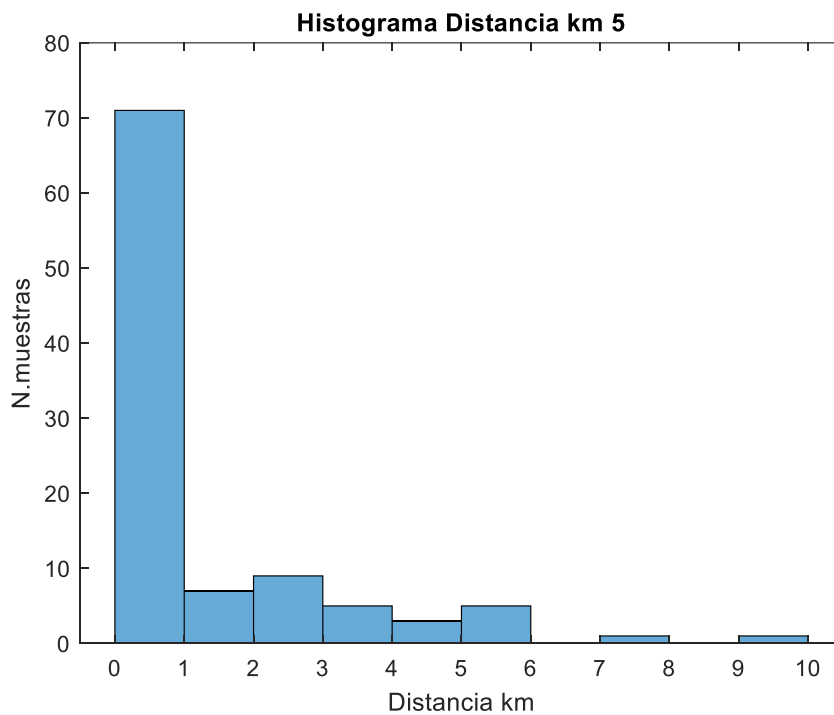
Nota. Las muestras recolectadas disminuyen, siendo 13km la mayor distancia recorrida en cuarta marcha. Fuente: Autor

Histograma de distancia recorrida en quinta marcha

En la figura 34 se observa que las muestras recolectadas en quinta marcha son mucho menores que las anteriores, dando a entender que su uso fue mínimo durante el recorrido, teniendo una distancia máxima de 10km recorridos en quinta marcha.

Figura 35

Histograma Distancia Recorrida en Km, Quinta Marcha.



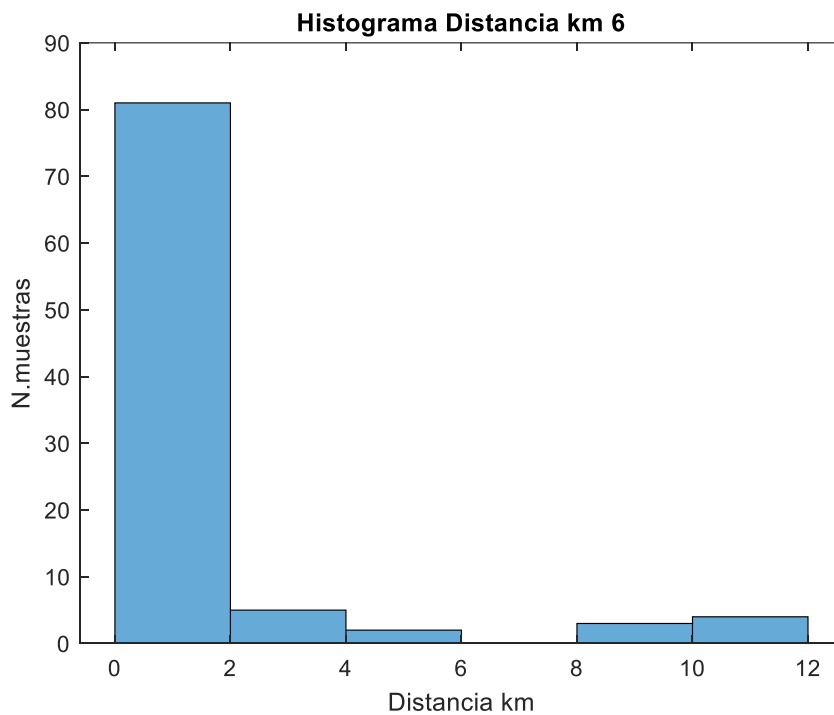
Nota. Existen pocas muestras recolectadas, se identifica que se recorrieron distancias menores al kilómetro durante el uso de quinta marcha. Fuente: Autor

Histograma de distancia recorrida en sexta marcha

En el gráfico observamos que el mayor número de muestras se registraron en distancias menores a los 2km, sin embargo, existe un aproximado de 4 muestras que se obtuvieron en distancias de 12km, siendo esta la máxima recorrida en sexta marcha.

Figura 36

Histograma Distancia Recorrida en Km, Sexta Marcha.



Nota. Las muestras se reducen considerablemente a comparación de la primera, segunda y tercera marcha, determinando que la sexta marcha no fue usada con frecuencia. Fuente:

Autor

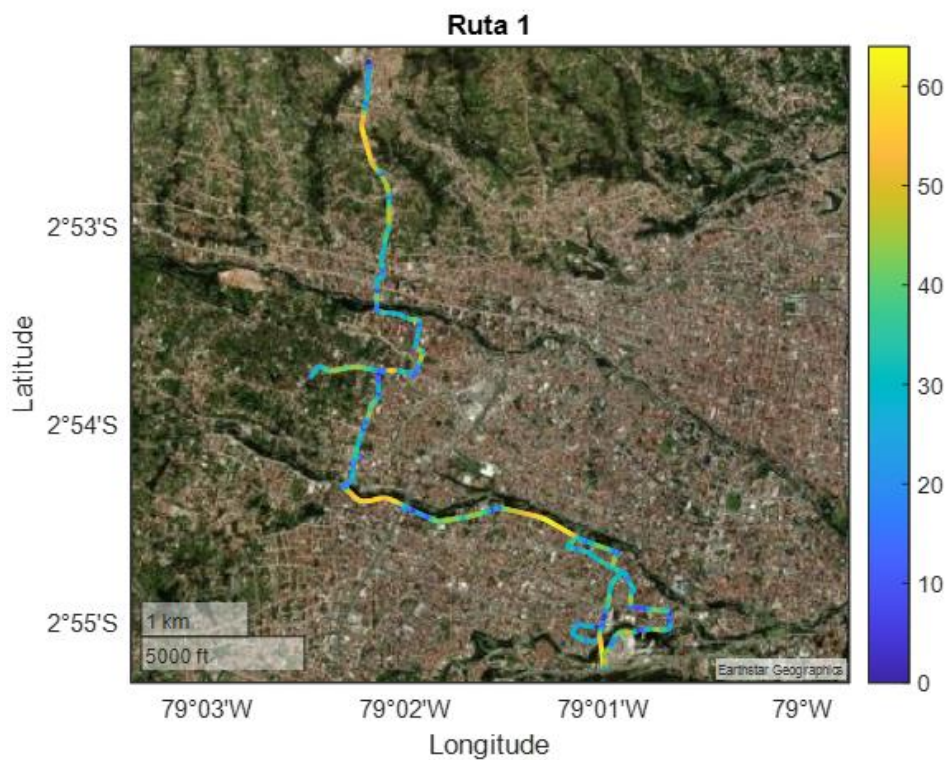
Rutas Aleatorias

Primera ruta aleatoria

En el siguiente gráfico se muestra la ruta 1, la cual fue tomada de manera aleatoria, se logra observar los diferentes tramos tanto en zona urbana, rural como autopista. Se indican las diferentes velocidades que fueron obtenidas a lo largo del ciclo de conducción.

Figura 37

Primera Ruta Aleatoria.



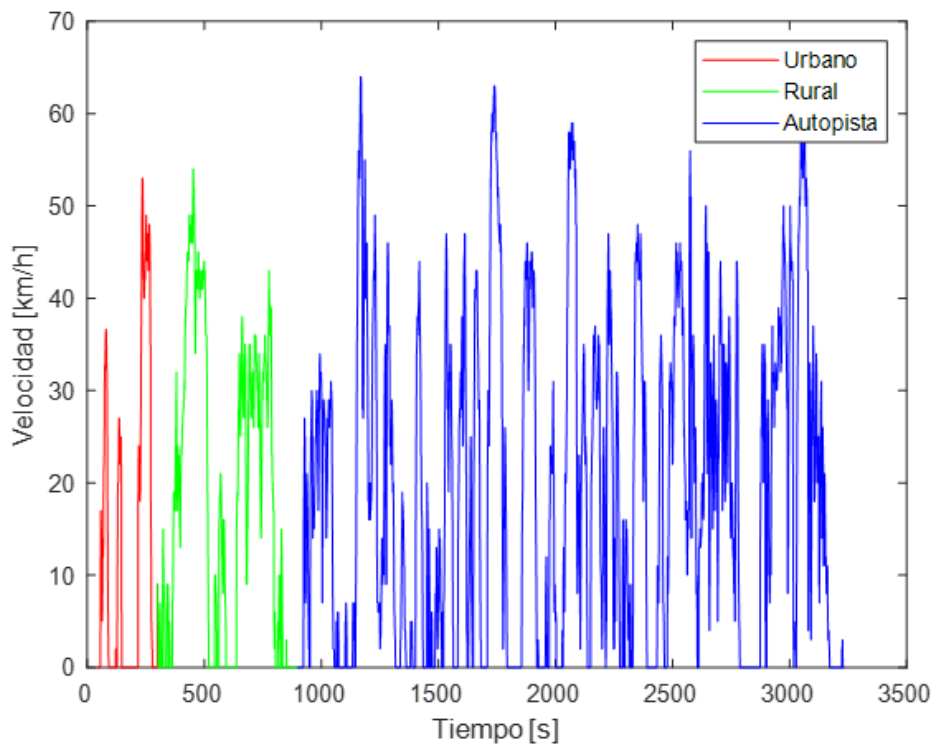
Nota. En la figura 36 se muestra el mapeo de la primera ruta aleatoria Fuente: Autor.

Obtención de ciclo de conducción aleatorio primera ruta

En la siguiente gráfica muestra el ciclo de conducción que se realizó, se observa en la parte urbana que se mantuvo una velocidad entre los 30km/h a los 50 km/h, mientras que en la zona rural se mantuvo de igual manera los 50 km/h, pero el recorrido de este fue de un tiempo mayor, por otro lado, se observa que en zona de autopista aumenta la velocidad hasta los 62km/h y su recorrido es mayor.

Figura 38

Ciclo Obtenido de la Primera Ruta.



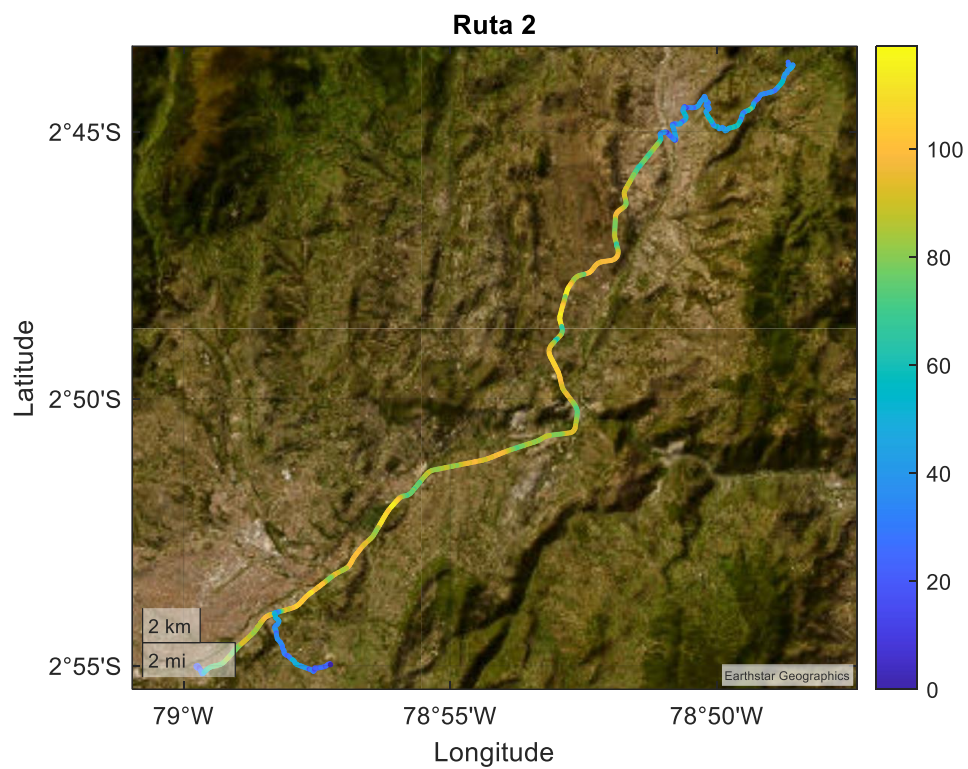
Nota. En la figura 37 observamos la variación de la velocidad con respecto al tiempo del primer ciclo de conducción. Fuente Autor.

Segunda ruta aleatoria

En el siguiente gráfico se muestra la ruta 2, en la que se tomó de manera aleatoria, como se observa los diferentes ciclos en la zona urbana, zona rural y autopista. Se muestran las diferentes velocidades que fueron recolectadas a lo largo del ciclo de conducción.

Figura 39

Segunda Ruta Aleatoria.



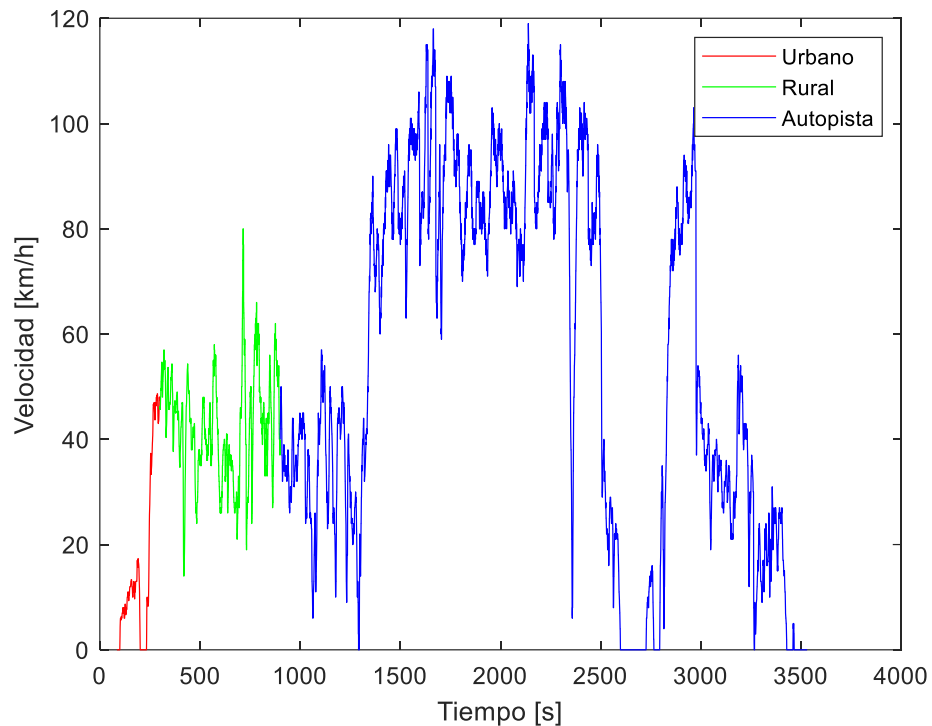
Nota. En la figura 38 se muestra el mapeo de la segunda ruta aleatoria. Fuente: Autor.

Obtención de ciclo de conducción aleatorio segunda ruta

En la siguiente gráfica se muestra el ciclo de conducción obtenido, se observa que en la parte urbana se alcanza una velocidad de 50km/h, mientras que en la zona rural la velocidad incrementa hasta 80km/h, por otro lado, en zona de autopista aumenta la velocidad a los 120km/h y su recorrido es mayor a comparación de las zonas urbana y rural, se observa también una caída considerable en la velocidad, esto se debe a que el conductor pudo detenerse en algún intersección o rotonda.

Figura 40

Ciclo Obtenido de la Segunda Ruta.



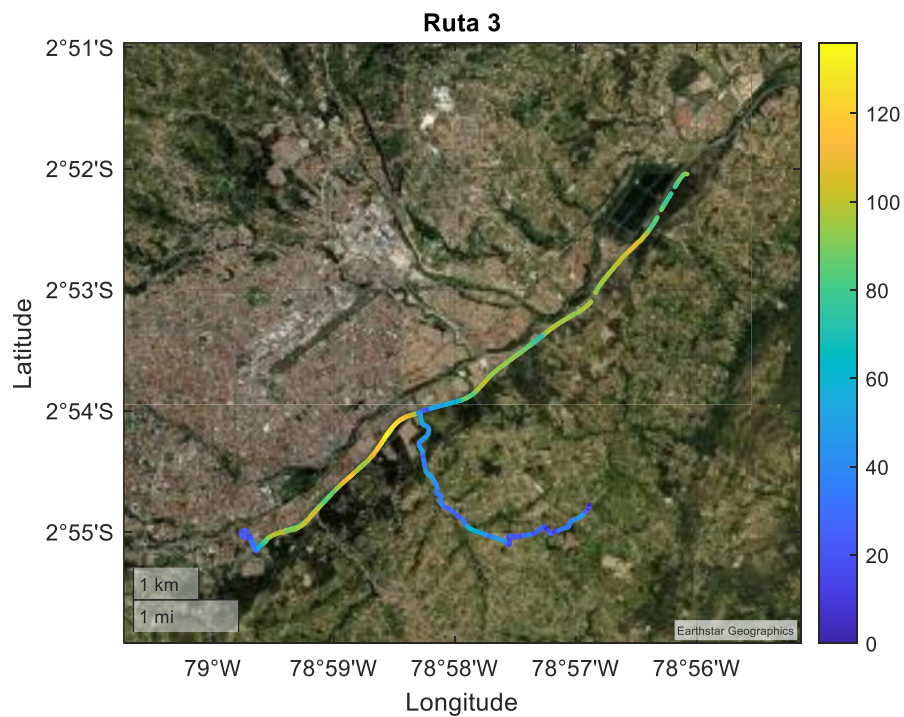
Nota. En la figura 39 se muestra la variación de la velocidad con respecto al tiempo del segundo ciclo de conducción. Fuente: Autor.

Tercera ruta aleatoria

En el siguiente gráfico se muestra la ruta 3, la cual fue tomada de manera aleatoria, se observa los diferentes ciclos en la zona urbana, zona rural y autopista. Se muestran las diferentes velocidades que fueron tomadas a lo largo del ciclo de conducción.

Figura 41

Tercera Ruta Aleatoria.



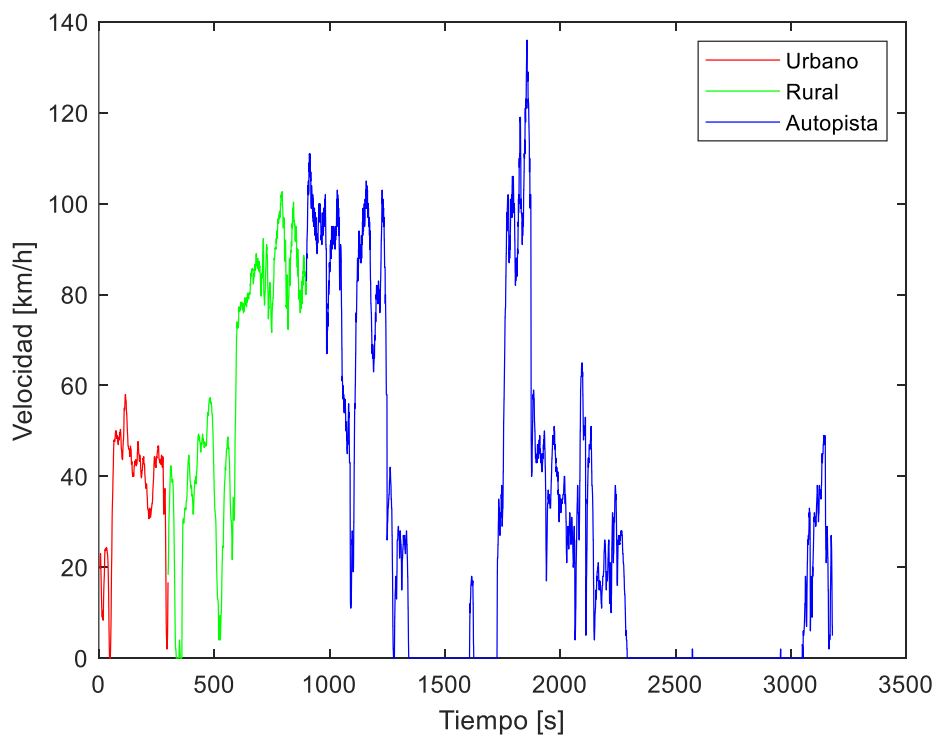
Nota. En la figura 40 se muestra el mapeo de la tercera ruta aleatoria. Fuente: Autor.

Obtención de ciclo de conducción aleatorio tercera ruta

En la siguiente gráfica se muestra el ciclo de conducción que se realizó, se observa en la parte urbana una velocidad máxima de 60km/h, mientras que en la zona rural la velocidad está alrededor de los 100km/h, por otro lado, observamos que en la zona de autopista aumenta la velocidad hasta los 140km/h, siendo su pico más alto de velocidad, existen dos caídas en las que podemos deducir que paso por redondeles en los cuales se detuvo.

Figura 42

Ciclo Obtenido de Tercera Ruta.



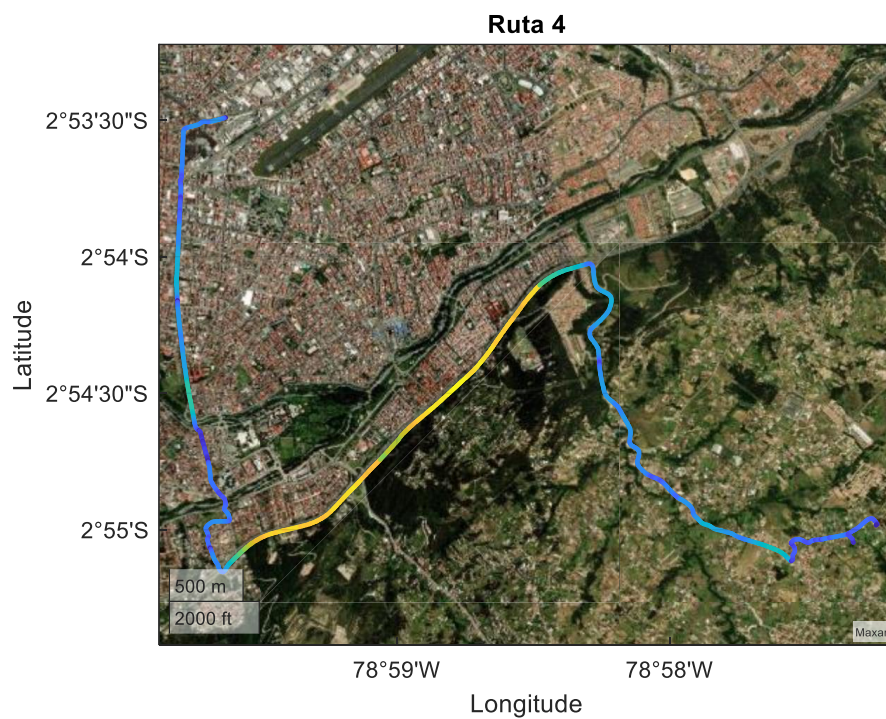
Nota. En la figura 41 se muestra la variación de la velocidad con respecto al tiempo del cuarto ciclo de conducción. Fuente: Autor.

Cuarta ruta aleatoria

En el siguiente gráfico se muestra la ruta 4, la cual fue tomada de manera aleatoria, se logra observar los diferentes ciclos en la zona urbana, zona rural y autopista. Se muestran las diferentes velocidades que fueron recolectadas a lo largo del ciclo de conducción.

Figura 43

Cuarta Ruta Aleatoria.



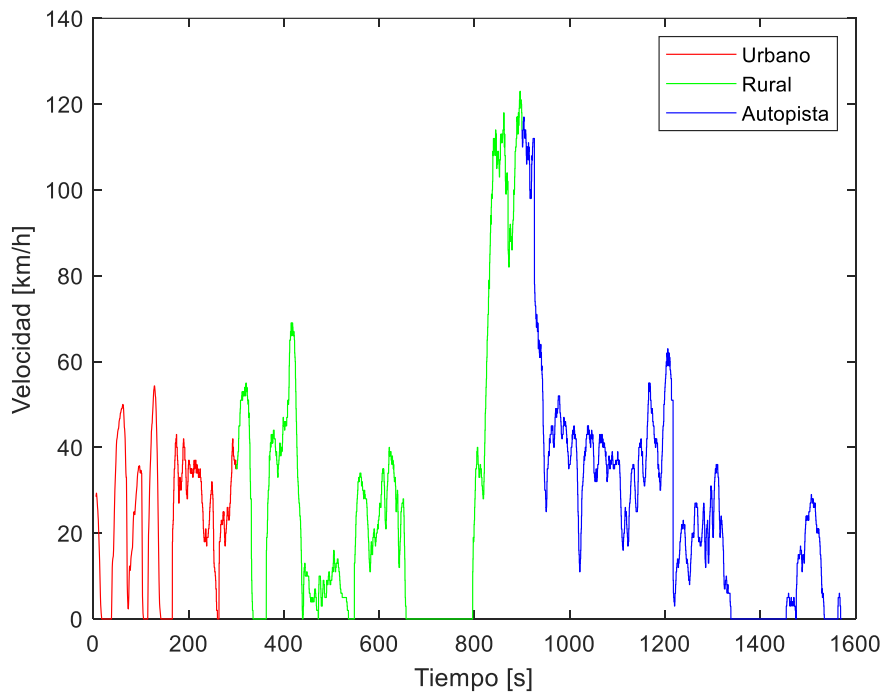
Nota. En la figura 42 se muestra el mapeo de la cuarta ruta aleatoria. Fuente: Autor.

Obtención de ciclo de conducción aleatorio cuarta ruta

La siguiente gráfica muestra el ciclo de conducción que se realizó, se observa que en la zona urbana se alcanzó una velocidad de máxima aproximada de 60km/h, mientras que en la zona rural la velocidad se encuentra alrededor de los 100km/h, el conductor tiene una conducción más agresiva, por otro lado, observamos que en zona de autopista la velocidad ronda los 120km/h, siendo su pico más alto de velocidad, existen dos caídas drásticas en la velocidad, en las que se deduce el conductor pasó por rotondas en los cuales se detuvo.

Figura 44

Ciclo Obtenido de la Cuarta Ruta.



Nota. En la figura 43 se muestra lo variación de la velocidad con respecto al tiempo del cuarto ciclo de conducción. Fuente: Autor.

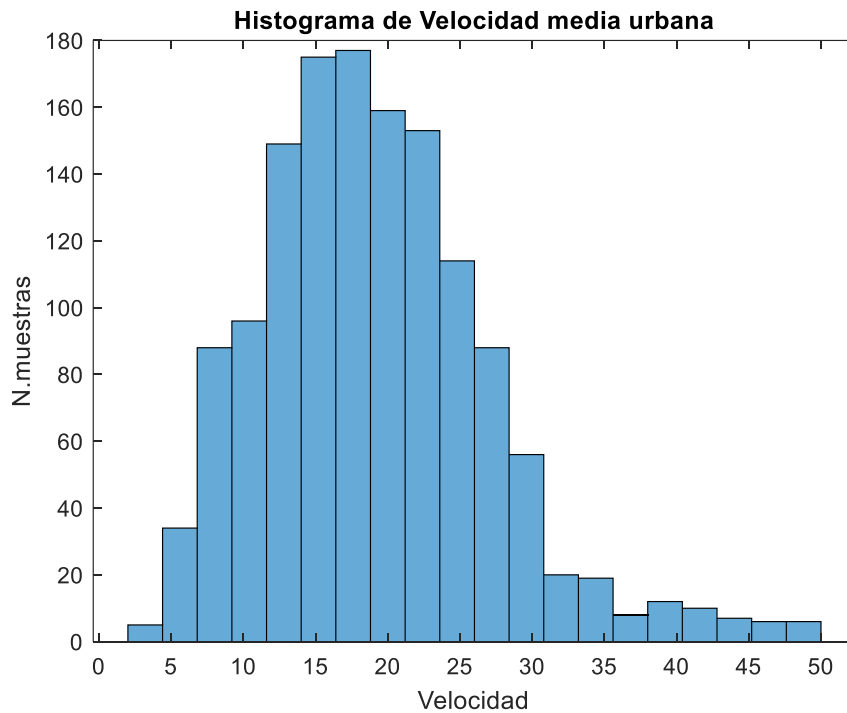
Histogramas Velocidades Medias

Histograma de Velocidad Media Urbana

En la figura 44 se identifica la distribución de velocidades obtenidas en el tramo de la zona urbana, observando el pico más alto del histograma se determina que la velocidad promedio en esta zona es de 18km/h. Las bajas velocidades representan la circulación en zonas semaforizadas y con alta congestión vehicular.

Figura 45

Histograma de Velocidad Media Urbana.



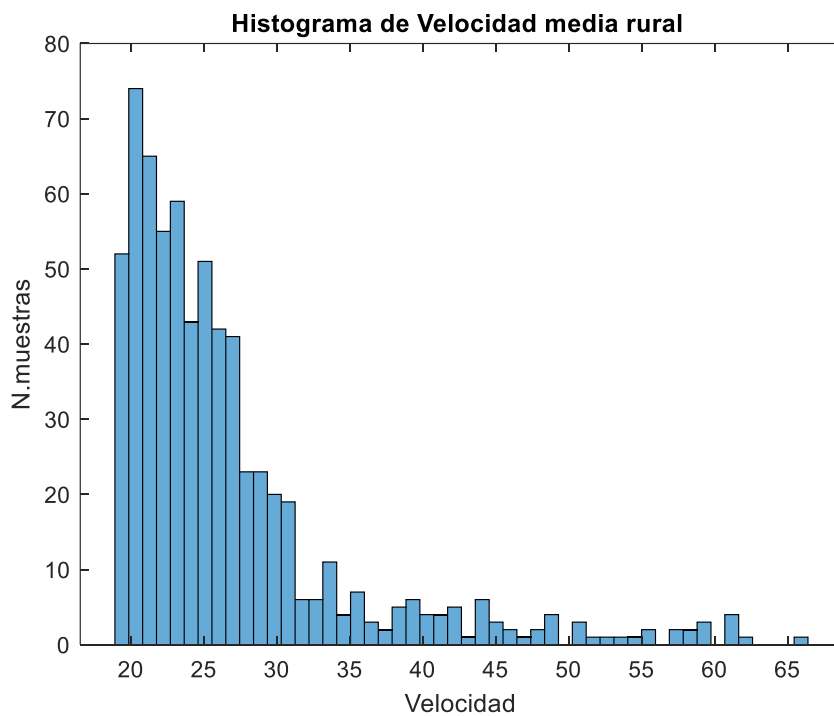
Nota. Al circular en zonas urbanas las velocidades siempre se mantendrán en valores bajos. Fuente: Autor.

Histograma de Velocidad Media Rural

En la figura 45 se identifica la distribución de velocidades obtenidas en el tramo de zona rural, observando el pico más alto del histograma se determina que la velocidad promedio en esta zona es de 22km/h. El valor de la velocidad aumentó debido a que existe menor densidad de tráfico.

Figura 46

Histograma de Velocidad Media Rural.



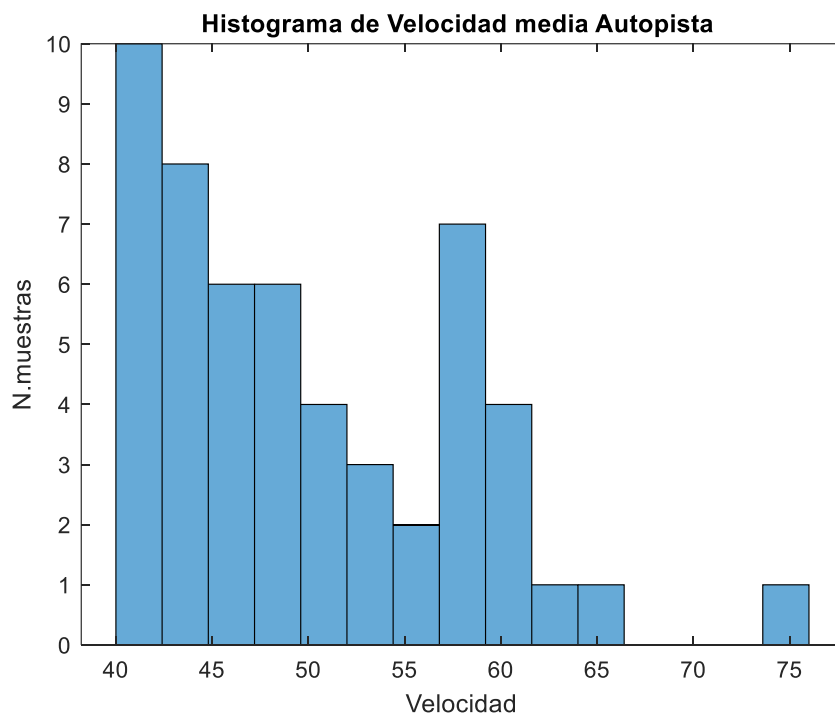
Nota. Al circular en zonas rurales las velocidades son mayores que en sectores urbanos, sin embargo, también existe un límite de velocidad definido. Fuente: Autor.

Histograma de Velocidad Media Autopista

En la figura 46 se identifica la distribución de velocidades obtenidas en el tramo de autopista, el pico más alto del histograma representa la velocidad promedio en esta zona, la cual es de 40km/h. Este valor se ve afectado debido a las intersecciones existentes en carretera como son los redondeles, también se consideran factores como horas pico lo cual aumenta el flujo vehicular, reduciendo de esta manera la velocidad promedio en autopista.

Figura 47

Histograma de Velocidad Media en Autopista.



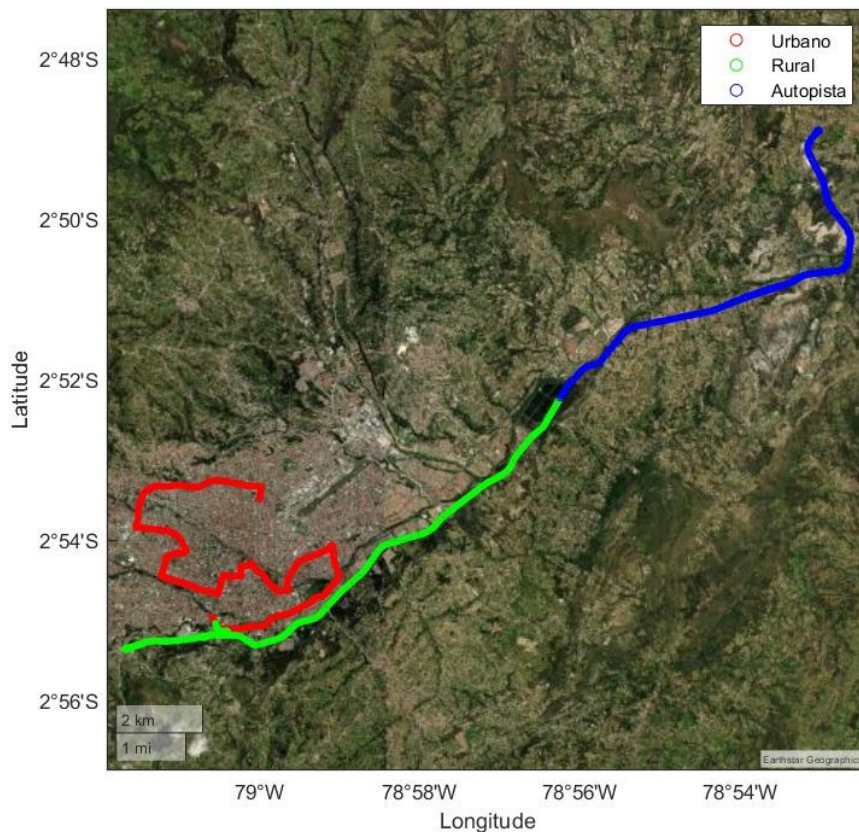
Nota. Al circular en zonas de carretera o autopista las velocidades pueden estar en rangos de 70km/h a 100km/h, en este caso la velocidad es menor debido a factores de congestión vehicular, accidentes en carretera, etc. Fuente: Autor.

Sugerencias de Velocidad Media por Zona

En la figura se muestra el RDE de la ciudad de Cuenca el cual muestra las zonas urbana, rural y autopista (rojo, verde y azul respectivamente), en cada tramo se tiene un recorrido de 16 km dando un total de 48km, en la ruta analizada la velocidad media urbana recomendada es de 22km/h, no se recomienda recolectar datos en el centro histórico debido a que existe tráfico y esto puede disminuir los valores de velocidad media, por ende se recomienda recolectar datos fuera del centro histórico, en la zona rural se sugiere una velocidad media de 66.38km/h, mientras que autopista se recomienda una velocidad media de 83km/h, todos las velocidades se ven influenciadas por la congestión vehicular, zonas semaforizadas, accidentes en ruta, etc.

Figura 48

Mapeo Velocidad Media por Zonas.



Nota. En la gráfica se delimita las zonas urbanas, rural y carretera o autopista. Fuente: Autor.

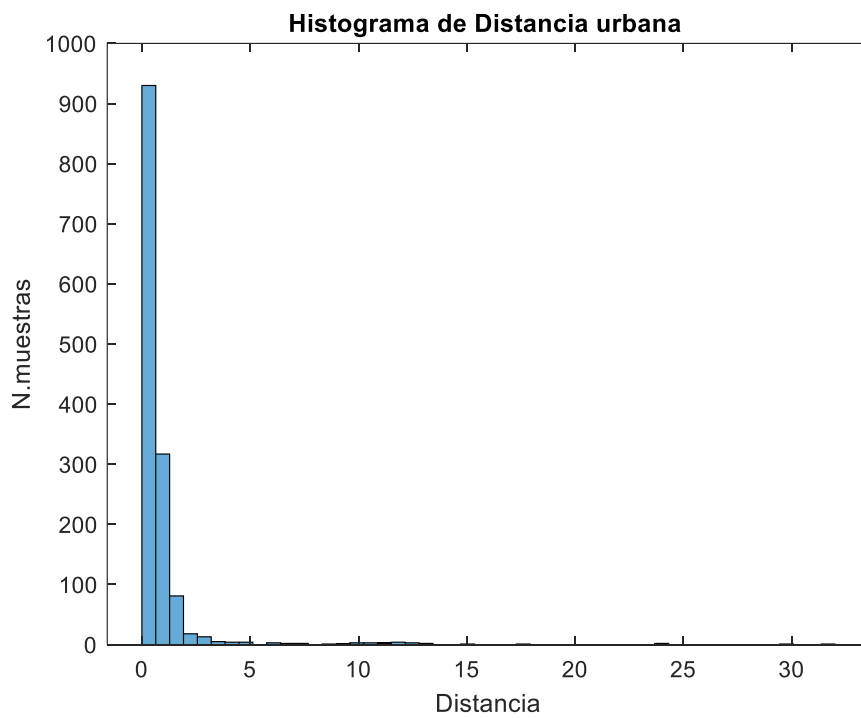
Histogramas Distancias Recorridas por Zonas

Histograma Distancia Recorrida Urbana

En el presente histograma se observa el número de muestras recolectadas en el sector urbano, teniendo la mayor cantidad de datos registrados en un rango de 0 a 2, pero también se tienen muestras a una distancia aproximada a los 24.

Figura 49

Histograma Distancia Urbana.



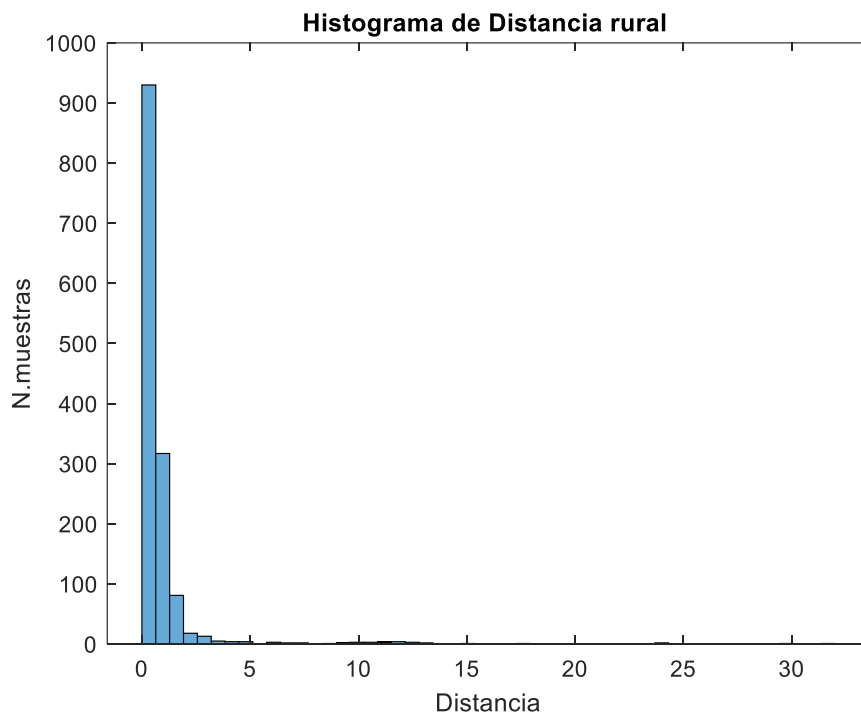
Nota. La distancia recorrida en el sector urbano es mínima. Fuente: Autor.

Histograma Distancia Recorrida Rural

En la figura 49 se observa el número de muestras recolectadas en el sector rural, teniendo la mayor cantidad de datos registrados en un rango de 0 a 2, pero también se tienen muestras a una distancia aproximada a los 24.

Figura 50

Histograma Distancia Rural.



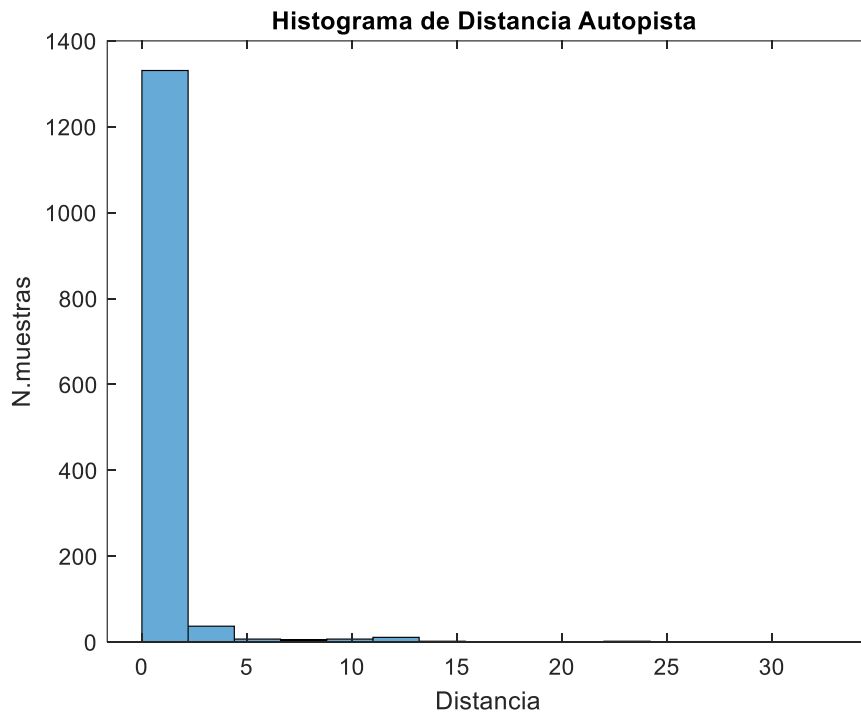
Nota. La distancia recorrida en el sector rural es relativamente igual al recorrido en el sector urbano. Fuente: Autor.

Histograma Distancia Recorrida Autopista

En la figura 50 se observa el número de muestras recolectadas en carretera, teniendo la mayor cantidad de datos registrados en un rango de 0 a 2, pero también se tienen muestras a una distancia aproximada a los 12.

Figura 51

Histograma Distancia Autopista.



Nota. La distancia recorrida en autopista tiene valores similares al recorrido en el sector urbano y rural. Fuente: Autor.

Resultados

Una vez obtenidos los diferentes histogramas de velocidad media, velocidad en las diferentes marchas, tiempo de permanencia en cada marcha, tiempo porcentual en cada marcha y distancia recorrida en cada marcha, se procedió a sacar las rutas de los vehículos, y los ciclos de conducción de cada uno de ellos.

En la tabla se muestran los valores de cada marcha, esto quiere decir que en primera marcha la velocidad media que se obtuvo es de 9.05 km/h, y en sexta marcha se observa que su velocidad fue de 39 km/h, esto debido a diferentes condiciones de conducción que se pueden dar en la carretera.

Tabla 5

Parámetros de Velocidad en Diferentes Marchas.

Parámetros	Medida	Unidad
Velocidad media	19.7812	Km/h
Velocidad primera marcha	9.0252	Km/h
Velocidad segunda marcha	19.8558	Km/h
Velocidad tercera marcha	30.7001	Km/h
Velocidad cuarta marcha	39.6484	Km/h
Velocidad quinta marcha	48.6241	Km/h
Velocidad sexta marcha	39.2213	Km/h

Nota. En la tabla 5 se muestra las velocidades promedias de la ruta ejecutada. Fuente: Autor.

En la tabla 6 se procesa los valores que se obtuvieron, con la medida estadística media se obtuvo los siguientes valores, el tiempo de permanencia en primera marcha con un 15.0500%, es el total de lo que se ocupó en el recorrido.

Tabla 6

Parámetros de Tiempo de Permanencia en Distintas Marchas.

Parámetros	Medida	Unidad
Tiempo de permanencia primera marcha	15.0500	%
Tiempo de permanencia segunda marcha	25.0165	%
Tiempo de permanencia tercera marcha	34.0032	%
Tiempo de permanencia cuarta marcha	24.7352	%
Tiempo de permanencia quinta marcha	17.1416	%
Tiempo de permanencia sexta marcha	7.3217	%

Nota. En la tabla 6 se observa de manera porcentual la utilización de cada una de las marchas del vehículo. Fuente: Autor.

En la tabla 7 se observa los parámetros de las distancias que se recorrieron en diferentes marchas, por ejemplo, en la primera marcha da un valor 0.0382 metros recorridos esto se da ya que solo es para arrancar el vehículo, a medida que se va utilizando las marchas la distancia de cada marcha va a ser mayor.

Tabla 7

Parámetros de Distancia Recorrida.

Parámetros	Medida	Unidad
Distancia recorrida en primera marcha	38.2	M
Distancia recorrida en segunda marcha	136.7	M
Distancia recorrida en tercera marcha	377.2	M
Distancia recorrida en cuarta marcha	663.7	M
Distancia recorrida en quinta marcha	1175.3	M
Distancia recorrida en sexta marcha	1072.8	M

Nota. En la tabla 7 se indica las distancias recorridas en cada una de las marchas del vehículo. Fuente: Autor.

CONCLUSIONES

- Mediante la construcción del marco teórico y la revisión del estado actual del campo, se logró obtener todos los conocimientos esenciales requeridos para la generación de ciclos de conducción utilizando parámetros, técnicas e instrumentación. Además, se obtuvo información crucial sobre los ciclos de conducción predominantes en distintos sitios de Latinoamérica, Europa y Estados Unidos, el ciclo europeo es el que más se apega a la realidad de nuestro medio.
- Con el procesamiento de las muestras obtenidas en las rutas, se logró determinar los diferentes parámetros para la obtención del ciclo de conducción para el cantón Cuenca tales como: velocidad promedio, tiempo porcentual de cada marcha, así mismo la distancia recorrida en la ruta.
- Con el análisis de los resultados logramos determinar el comportamiento de los usuarios de cada vehículo en diversas condiciones de manejo, se tiene un comportamiento distinto en zonas urbanas, rurales y carretera. Así mismo el comportamiento del vehículo bajo estas condiciones.
- La herramienta Freematics nos facilitó la obtención del parámetro de la posición, del motor, variables como la velocidad, aceleración, longitud, latitud, temperatura del refrigerante de motor, la cual es fundamental para visualizar el recorrido que tuvo cada vehículo en las rutas efectuadas, esto nos permitió identificar el porcentaje de trayectoria en cada una de las zonas a analizar: urbana, rural y carretera.
- Gracias a estos resultados se puede determinar la eficiencia que tiene cada vehículo en las distintas rutas realizadas, con esto también se podría determinar la emisión de gases contaminantes en base al tiempo porcentual usado de cada marcha y la distancia recorrida en las mismas. Teniendo la oportunidad de mejorar

ciertos aspectos de conducción o a su vez la logística urbana de la ciudad, para de esta manera reducir la emisión de contaminantes.

BIBLIOGRAFIA

- Agency, U. S. (2023). *EPA GOV*. Obtenido de <https://www.epa.gov/>
- Belalcazar, L. C., Acevedo, H., Ossess, M., & Rojas, N. (2013). Construcción de los ciclos de conducción de Bogotá para la estimación de factores de emisión vehiculares y consumos de combustible.
- Campoverde, J. J. (2020). *Modelo de estimación del modo de conducción basado en aprendizaje automático mediante análisis de señales PID obtenidas del OBD II*. Obtenido de https://scholar.google.es/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=h5osa44AAAAJ&citation_for_view=h5osa44AAAAJ:zLWjflWUPmwC
- Cordero Moreno, D. G. (2017). *Obtención de un ciclo típico de conducción para los vehículos de la unión de taxistas del Azuay*. Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/7274>
- Elmer Israel Arias Montaña, J. A. (2018). *Estimación del consumo de combustible y niveles de emisiones contaminantes de un vehículo de categoría M1 en rutas con mayor grado de saturación en la ciudad de Cuenca*. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15325>
- ESPINOZA, Y. C. (2022). *ESTIMACIÓN DE UNA RUTA REPRESENTATIVA PARA LA CIUDAD DE QUITO SEGÚN LA METODOLOGÍA DEL CICLO DE EMISIONES REALES RDE*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23371/1/UPS%20-%20TTS993.pdf>
- ESPINOZA, Y. S. (2022). *ESTIMACIÓN DE UNA RUTA REPRESENTATIVA PARA LA CIUDAD DE QUITO*. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23371>
- ESPINOZA, Y. S. (14 de 09 de 2022). *ESTIMACIÓN DE UNA RUTA REPRESENTATIVA PARA LA CIUDAD DE QUITO*. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23371>
- Figueroa., D. S. (Septiembre de 2017). *OBTENCIÓN DE UN CICLO TÍPICO DE CONDUCCIÓN PARA LOS VEHÍCULOS DE LA UNIÓN DE TAXISTAS DEL AZUAY*. Obtenido de <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/7274/1/13217.pdf>
- González Oropeza, R. (2015). Los ciclos de manejo, una herramienta útil si es dinámica para evaluar el consumo de combustible y las emisiones contaminantes del auto transporte.
- Hoofman, N. M. (12 de 01 de 2018). *Una revisión de la normativa europea sobre turismos: emisiones reales de conducción frente a calidad del aire local*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.01.012>
- INEN. (2016). *CLASIFICACION VEHICULAR*. Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2656-1.pdf

- JAIR, H. A. (2014). *ACTUALIZACIÓN DE LOS CICLOS DE MANEJO EN EL VALLE DE*. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/4888/tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mateo Lucero, S. V. (23 de 12 de 2023). *histogramas de velocidad*.
- ND Rivera Campoverde, F. C. (2015). *Estudio del comportamiento de un motor ciclo Otto de inyección electrónica respecto de la estequiometría de la mezcla y del adelanto al encendido para la ciudad de Cuenca*. Obtenido de https://scholar.google.es/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=h5osa44AAAAJ&citation_for_view=h5osa44AAAAJ:_Re3VWB3Y0AC
- Néstor Diego Rivera, P. A. (2022). *Análisis del estilo de conducción mediante el estudio de las señales del PID para determinar su influencia en las emisiones contaminantes*. Obtenido de https://doi.org/10.1007/978-981-16-4126-8_30
- Néstor Diego Rivera-Campoverde, J. L.-S.-R. (23 de 09 de 2021). *Estimación de emisiones contaminantes en condiciones reales de conducción basada en datos de OBD y aprendizaje automático*. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/s21196344>
- Osses, M. &. (2023). *Determinación Experimental de Ciclos de Conducción de Vehículos Livianos para la ciudad de Santiago*.
- Oswaldo, P. L. (2018). *DETERMINACIÓN DE LOS CICLOS DE CONDUCCIÓN DE UN VEHÍCULO CATEGORÍA MI PARA LA CIUDAD DE CUENCA*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15032/1/UPS-CT007421.pdf>
- Paúl Andrés Molina Campoverde, N. D. (2021). *Caracterización de eventos de frenado y embrague de un vehículo mediante señales OBD II*. Obtenido de https://doi.org/10.1007/978-3-030-59194-6_12
- Paúl Andrés Molina Campoverde, N. D. (01 de 01 de 2022). *Influencia de la pendiente de la carretera en las emisiones de NOx durante el arranque*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.07.434>
- Pérez Llanos, P. S. (01 de 2018). *Determinación de los ciclos de conducción de un vehículo categoría MI para la ciudad de Cuenca*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15032>
- Pérez, D. A. (05x de 2015). *INFLUENCIA DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO SOBRE LA FIABILIDAD DE LOS SISTEMAS ELECTRICOS*. Obtenido de https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/23428/TFG_David_Arias_Perez.pdf
- Pintos Gómez de las Heras, B. (Septiembre de 2011). *Desarrollo de una metodología para generación de ciclos de conducción representativos del tráfico real urbano. Aplicación para medida de emisiones en banco de rodillos*. Obtenido de <https://oa.upm.es/9437/>
- Públicos, P. d. (2015). *Una diagnosis para 9 puntos del Centro Historico*. Obtenido de https://www.cuenca.gob.ec/sites/default/files/PMEP_CentroHistorico.pdf

- Quinchimbla Pisuña, F. E. (10 de 01 de 2017). *Desarrollo de ciclos de conducción en ciudad, carretera y combinado para evaluar el rendimiento real del combustible de un vehículo con motor de ciclo Otto en el Distrito Metropolitano De Quito*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17000>
- RC Néstor Diego, P. M. (10 de 10 de 2020). *Development of an algorithm capable of classifying the starting, gear change and engine brake variables of a vehicle by analyzing OBD II signals*. Obtenido de https://scholar.google.es/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=h5osa44AAAAJ&citation_for_view=h5osa44AAAAJ:olpn-zPbct0C
- Sanabria Sandí, R. F. (2012). *Desarrollo y validación de un ciclo de conducción para la ciudad de San José de Costa Rica*. Costa Rica.
- Tacuri, J. E. (2015). *Caracterización del funcionamiento de un motor eléctrico de corriente continua sin escobillas Brushless con 1000 Watts de potencia*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/7891>
- Jiménez, E. Cárdenas, J. (2023) *Modelo paramétrico para la estimación de emisiones contaminantes en vehículos m1 ciclo otto con OBD-II*. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/25589>