



! POSGRADOS !

MAESTRÍA EN INGENIERÍA AUTOMOTRIZ CON MENCIÓN EN NEGOCIOS AUTOMOTRICES

RPC-SO-36-NO.825-2021

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

PROYECTO DE TITULACIÓN CON COMPONENTES
DE INVESTIGACIÓN APLICADA Y/O DE
DESARROLLO

TEMA:

ESTIMACIÓN DE EMISIONES CONTAMINANTES
BASADA EN LOS DATOS DE LA REVISIÓN TÉCNICA
VEHICULAR DE LA CIUDAD DE LOJA

AUTOR:

GERMAN ALEJANDRO LÓPEZ GRANDA

DIRECTOR:

NÉSTOR DIEGO RIVERA CAMPOVERDE

CUENCA – ECUADOR
2024

Autor:**German Alejandro López Granda**

Ingeniero Automotriz.

Candidato a Magíster en Ingeniería Automotriz con mención en Negocios Automotrices por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca.

glopezg2@est.ups.edu.ec

Dirigido por:**Néstor Diego Rivera Campoverde**

Ingeniero Mecánico Automotriz.

Magister en Sistemas Automotrices.

nrivera@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

2024 © Universidad Politécnica Salesiana.

CUENCA – ECUADOR – SUDAMÉRICA

GERMAN ALEJANDRO LÓPEZ GRANDA

Estimación de emisiones contaminantes basada en los datos de la revisión técnica vehicular de la ciudad de Loja

DEDICATORIA

El presente proyecto quisiera dedicar a la memoria de mi abuelito Manuel y mi abuelita Lola, aunque ya no están físicamente a mi lado, su amor, sabiduría y cariño continúan guiando cada paso que doy. A mis padres German López y Olga Granda, ya que cada paso que he dado en este camino de aprendizaje y crecimiento ha sido guiado por su ejemplo y aliento constante. Gracias por creer en mí, por inspirarme a alcanzar mis sueños y por ser mi roca en los momentos de desafío. Este trabajo de titulación es un testimonio de su amor y dedicación, y lo dedico con todo mi corazón a ustedes.

German Alejandro López Granda

AGRADECIMIENTO

En este momento de logro y celebración, elevo principalmente mi gratitud a Dios por su guía, fortaleza, ayuda y bendiciones que han hecho posible este camino hacia la culminación de mis estudios. Su luz ha iluminado cada paso, brindándome inspiración, sabiduría y perseverancia en los momentos de desafío.

A mis padres, fuente inagotable de amor, apoyo y sacrificio, les debo todo lo que soy y todo lo que he logrado. Su constante aliento, confianza y ejemplo de tenacidad han sido mi mayor inspiración. Este trabajo de titulación es un testimonio de su amor incondicional y de la profunda huella que han dejado en mi vida.

A mi tutor Ing. Néstor Rivera, Msc. por su asesoría y compromiso con mi crecimiento académico y profesional ha sido verdaderamente inspirador, y estoy eternamente agradecido por su guía experta y sus valiosas sugerencias. Gracias por compartir su tiempo, conocimiento y pasión por la investigación, y por motivarme a dar lo mejor de mí en cada paso del camino.

German Alejandro López Granda

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	11
Abstract	12
Introducción	13
Problema	15
OBJETIVOS	16
Objetivo General.....	16
Objetivos Específicos	16
CAPITULO I: ESTADO DEL ARTE	17
CAPITULO II: FUNDAMENTOS TEÓRICOS	20
Centro de revisión vehicular.....	20
Procedimiento de matriculación	20
Clasificación vehicular	21
Categoría M	21
Subcategoría M1.....	22
Año de fabricación.....	23
Cilindraje.....	23
Par máximo.....	23
Régimen de par máximo.....	23
Estadística	23
Población y Muestra	23
Media aritmética (Promedio)	24
Media recortada	24
Emisiones contaminantes.....	24
Dióxido de carbono	24
Monóxido de carbono	24
Hidrocarburos no combustionados	25
Modelos de estimación de emisiones	25
COPERT 5	25
Motor vehicle emission simulator (MOVES)	26
International vehicle emissions (IVE)	26
MOBILE 6	26

Estimación de contaminantes	26
CAPITULO III: Recopilación De Información De Datos De La Revisión Técnica Vehicular De La Ciudad De Loja.	30
Requisitos específicos.....	30
Número de vehículos matriculados en Loja	31
Obtención de la base de datos del municipio de Loja.....	32
Preparación de datos del centro de matriculación vehicular de la ciudad de Loja. ..	32
Tamaño de Muestra	33
Tabulación de datos.....	34
Marcas más populares.....	34
Emisiones de modelos de vehículos más populares	37
CAPITULO IV: Generación Del Modelo De Emisiones.	38
Histogramas.....	38
Monóxido de carbono (CO)	38
Hidrocarburos no combustionados (HC)	39
Oxigeno (O2).....	40
Matriz de correlación	41
Monóxido de carbono (CO) ralentí.....	41
Monóxido de carbono (CO) 2500	42
Hidrocarburos no combustionados (HC) ralentí.....	43
Hidrocarburos no combustionados (HC) 2500	44
Oxigeno (O2) ralentí	44
Factores de emisión.....	45
Primera marcha	50
Segunda Marcha	50
Tercera Marcha	51
Cuarta Marcha	51
Quinta Marcha.....	52
Ralentí.....	53
Resultados	54
Emisiones de Monóxido de carbono (CO).....	54
Emisiones de Dióxido de carbono (CO2)	54
Emisiones de Hidrocarburos no combustionados (HC).....	55
Emisión anual.....	56
Primera marcha	56
Segunda marcha	57

Tercera Marcha	57
Cuarta Marcha	58
Quinta Marcha.....	59
Ralentí.....	59
CAPITULO V: EMISIONES TOTALES	61
Toneladas de emisiones anuales	61
Primera marcha	61
Segunda Marcha.....	62
Tercera Marcha	62
Cuarta Marcha	63
Quinta Marcha.....	63
Ralentí.....	64
Resultados	65
Emisiones de Monóxido de carbono (CO).....	65
Emisiones de Dióxido de carbono (CO2)	65
Emisiones de Hidrocarburos no combustionados (HC).....	66
Contaminación Anual de Vehículos.....	67
CONCLUSIONES.....	70
BIBLIOGRAFÍA	71
ANEXOS.....	74

Índice de tablas

Tabla 1. Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina .	31
Tabla 2. Vehículos Matriculados en la ciudad de Loja	34
Tabla 3. Emisiones de modelos de vehículos más populares	37
Tabla 4. Factor de emisiones y correlación en (g/s) Ralentí	45
Tabla 5. Factor de emisiones y correlación en (g/s) 2500	46
Tabla 6. Flujo Masico en (g/s) ralentí	47
Tabla 7. Flujo Masico en (g/s) 2500	47
Tabla 8. Kilómetros recorridos en vehículos en la ciudad de Loja	48
Tabla 9. Emisiones en (g/km) Primera marcha	50
Tabla 10. Emisiones en (g/km) Segunda marcha	50
Tabla 11. Emisiones en (g/km) Tercera marcha.....	51
Tabla 12. Emisiones en (g/km) Cuarta marcha	52
Tabla 13. Emisiones en (g/km) Quinta marcha	52
Tabla 14. Emisiones en (g/km) Ralentí.....	53
Tabla 15. Emisiones (g) Primera marcha.....	56
Tabla 16. Emisiones (g) Segunda marcha.....	57
Tabla 17. Emisiones (g) Tercera marcha	58
Tabla 18. Emisiones (g) Cuarta marcha.....	58
Tabla 19. Emisiones (g) Quinta marcha.....	59
Tabla 20. Emisiones (g) Ralentí	59
Tabla 21. Emisiones totales (ton/año) Primera marcha	61
Tabla 22. Emisiones totales (ton/año) Segunda marcha	62
Tabla 23. Emisiones totales (ton/año) Tercera marcha	62
Tabla 24. Emisiones totales (ton/año) Cuarta marcha	63
Tabla 25. Emisiones totales (ton/año) Quinta marcha	64
Tabla 26. Emisiones totales (ton/año) Ralentí.....	64
Tabla 27. Modelos de vehículos.....	74
Tabla 28. Marcas de Vehículos.....	74

Índice de Gráficas

Gráfica 1. Clasificación vehicular	22
Gráfica 2. Número de Vehículos matriculados en Loja	32
Gráfica 3. Datos del centro de matriculación vehicular de la ciudad de Loja	33
Gráfica 4. Extracción de datos de la base del CRTV	34
Gráfica 5. Marcas de Vehículos en la ciudad de Loja	35
Gráfica 6. CO en (%) en ralentí	38
Gráfica 7. CO en (%) a 2500RPM	39
Gráfica 8. HC en (PPM) en a ralentí.....	40
Gráfica 9. HC en (PPM) a 2500RPM.....	40
Gráfica 10. O2 en (%) en ralentí	41
Gráfica 11. Matriz de correlación de CO ralentí.....	42
Gráfica 12. Matriz de correlación de CO 2500	43
Gráfica 13. Matriz de correlación HC ralentí.....	43
Gráfica 14. Matriz de correlación HC 2500	44
Gráfica 15. Matriz de correlación O2 ralentí	45
Gráfica 16. Porcentaje de recorrido por marcha	48
Gráfica 17. Emisiones CO (g/km) producidas en las distintas marchas	54
Gráfica 18. Emisiones de CO2 producidas en las distintas marchas	55
Gráfica 19. Emisiones de HC producidas en las distintas marchas	56
Gráfica 20. Emisiones CO2 (ton/año) producidas anualmente.....	65
Gráfica 21. Emisiones de CO2 (ton/año) producidas Anualmente	66
Gráfica 22. Emisiones de HC (ton/año) producidas Anualmente	67
Gráfica 23. Emisiones totales de CO (ton/año) producidas Anualmente.	68
Gráfica 24. Emisiones totales de CO2 (ton/año) producidas Anualmente.	68
Gráfica 25. Emisiones totales de HC (ton/año) producidas Anualmente.	69

ESTIMACIÓN DE EMISIONES CONTAMINANTES BASADA EN LOS DATOS DE LA REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR DE LA CIUDAD DE LOJA.

AUTOR:

ING. GERMAN ALEJANDRO LÓPEZ
GRANDA

RESUMEN

La contaminación atmosférica genera consecuencias debido a la rápida expansión y la mayoría de las veces sin planificación previa de áreas urbanas y numerosas industrias, desde donde se generan contaminantes atmosféricos, una de ellas es la industria automotriz, Ecuador no es una excepción, habiéndose realizado investigaciones relacionadas con este tema, se puede conocer que la contaminación atmosférica es un problema muy grave hoy en día, ya que en la actualidad debido a muchos factores directos los cuales generan en el aire millones de partículas que representan un alto riesgo o daño a la salud de las personas, plantas, animales. Actualmente en la ciudad de Loja los indicadores de calidad del aire son escasos e insuficientes, por este motivo la presente investigación plantea el estudio en el cual se realizará una estimación de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres (vehículos automotores de combustión interna M1 (Vehículo para transporte de pasajeros y que no contenga más de 8 asientos además del asiento del conductor). En este contexto, la presente investigación propone una técnica práctica, utilizando datos accesibles, lo cual, permitirá reducir la incertidumbre que se genera respecto a emisiones contaminantes, con la ayuda de datos obtenidos en el Centro de revisión y matriculación en la ciudad de Loja.

Al revolucionar el motor se genera los niveles máximos de emisiones que emiten los vehículos, especialmente en marchas bajas, la cantidad total anual de emisiones contaminantes que emite un vehículo depende de diversos factores, como su año de fabricación y la cantidad de vehículos en circulación en determinada área, siendo así, el vehículo que más genera emisiones de Monóxido de carbono (CO) anualmente es la Marca A con el Modelo 5, mientras que la Marca D con el Modelo 12 es el vehículo que más cantidad de emisión de Dióxido de carbono (CO₂) genera anualmente finalmente el modelo que más emisiones de Hidrocarburos no combustionados (HC) genera anualmente es la Marca A con el modelo 5.

Palabras clave:

Emissiones, Contaminación, Estadística.

ABSTRACT

Air pollution generates consequences due to the rapid expansion and most of the time without prior planning of urban areas and numerous industries, from where air pollutants are generated, one of them is the automotive industry, Ecuador is no exception, having conducted research related to this issue, it can be known that air pollution is a very serious problem today, since at present due to many direct factors which generate in the air millions of particles that represent a high risk or damage to the health of people, plants, animals. Currently in the city of Loja the air quality indicators are scarce and insufficient, for this reason this research proposes the following study in which an estimation of emissions produced by land mobile sources (internal combustion motor vehicles M1 (vehicle for passenger transport and containing no more than 8 seats in addition to the driver's seat) will be made. In this context, the present research proposes a practical technique, using accessible data, which will allow reducing the uncertainty generated with respect to polluting emissions, with the help of data obtained in the revision and registration center in the city of Loja.

When the engine is revved, it generates the maximum levels of emissions that vehicles emit, especially in low gears. The total annual amount of pollutant emissions that a vehicle emits depends on several factors, such as its year of manufacture and the number of vehicles in circulation in a given area, the vehicle that generates more carbon monoxide (CO) emissions annually is Brand A with Model 5, while Brand D with Model 12 is the vehicle that generates more carbon dioxide (CO₂) emissions annually, finally the model that generates more unburned hydrocarbon (HC) emissions annually is Brand A with Model 5.

Keywords:

Emissions, Pollution, Statistics.

INTRODUCCIÓN

En la última década las emisiones de gases contaminantes se han incrementado de manera muy acelerada y progresiva, la contaminación del aire impacta directamente a la salud en general, desde la personas más pequeñas como un bebé recién nacido a una persona adulta. Y aumenta de manera significativa cuando esta se concentra en la atmósfera, esto se puede notar más en zonas urbanas ya que existen más fuentes de contaminación siendo la de transporte la más significativa.

Buscando una solución a esta problemática, actualmente el municipio de Loja busca regular, controlar y mejorar la calidad de vida de la población, con ayuda del centro de matriculación y revisión vehicular el cual regula los valores de emisiones contaminantes de los vehículos que circulan en la ciudad.

La investigación se plantea con la finalidad de determinar una técnica práctica, utilizando datos accesibles, lo cual, permitirá reducir la incertidumbre que se genera respecto a emisiones contaminantes, con la ayuda de datos obtenidos en el Centro de revisión y matriculación en la ciudad de Loja.

En el capítulo 1 se presenta el estado del arte, se explorarán los principales desafíos y limitaciones en la estimación de emisiones, así como las oportunidades para mejorar la precisión y la eficacia de los métodos existentes. Además, se destacarán casos de estudio relevantes y aplicaciones prácticas, con el objetivo de identificar las mejores prácticas y lecciones aprendidas que puedan orientar futuras investigaciones y políticas de gestión ambiental.

El capítulo 2 se enfoca en los fundamentos teóricos y la metodología de un centro de revisión técnica vehicular, los procedimientos que realizan para la revisión, los anexos a los cuales se rigen, siguiendo así con temas estadísticos que se utilizaran en la investigación, haciendo énfasis en los distintos contaminantes

ambientales y finalmente se enfoca en los modelos de estimación que se utilizan actualmente.

En el capítulo 3, se habla sobre la recopilación de datos, obteniendo valores específicos de contaminación que produce un motor de combustión interna, los límites permitidos según anexos a los cuales se rigen los municipios y la tabulación de los mismos.

En el capítulo 4, se muestra la generación de modelos de emisiones, aplicando estadística se obtiene valores para la realización del análisis de los distintos gases contaminantes, los cuales se representan con histogramas o matrices de correlación, los datos obtenidos ayudan al análisis de los distintos modelos de vehículos que transitan en la ciudad de Loja.

En capítulo 5 muestra los resultados de las emisiones contaminantes anuales, tomando en cuenta todos los vehículos que circulan en el año de análisis, las emisiones están representadas en toneladas, las cuales muestran los 15 modelos de vehículos más populares en la ciudad de Loja.

Finalmente se presentan conclusiones y recomendaciones del estudio realizado.

PROBLEMA

La contaminación atmosférica genera consecuencias debido a la rápida expansión y la mayoría de las veces sin planificación previa de áreas urbanas y numerosas industrias, desde donde se generan contaminantes atmosféricos, una de ellas es la industria automotriz, en Ecuador no es una excepción, habiéndose realizado investigaciones relacionados con este tema, se puede conocer que la contaminación atmosférica es un problema muy grave hoy en día, ya que en la actualidad debido a muchos factores directos los cuales generan en el aire millones de partículas que representan un alto riesgo o daño a la salud de las personas, plantas, animales. A pesar de los esfuerzos por controlar y reducir la contaminación del aire en la ciudad de Loja, la falta de información detallada y actualizada sobre las emisiones de contaminantes provenientes de los vehículos a combustión dificulta la implementación de políticas efectivas de gestión ambiental. Si bien existen métodos convencionales para estimar las emisiones vehiculares. Actualmente en la ciudad de Loja los indicadores de calidad del aire son escasos e insuficientes, por este motivo la presente investigación plantea el siguiente estudio en el cual se realizará una estimación de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres (vehículos automotores de combustión interna M1 (Vehículo para transporte de pasajeros y que no contenga más de 8 asientos además del asiento del conductor)).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Estimar las emisiones contaminantes basada en los datos de la revisión técnica vehicular de la ciudad de Loja.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer el estado del arte sobre la estimación de emisiones, analizando investigaciones previas que sustente el desarrollo para determinar la metodología aplicar.
- Obtener y manejar la base de datos del centro de matriculación y revisión técnica vehicular de la ciudad de Loja.
- Analizar los resultados obtenidos, para la estimación de emisiones que ayudará a establecer la incidencia de la calidad del aire en la ciudad de Loja.

CAPITULO I: ESTADO DEL ARTE

Actualmente la contaminación vehicular a nivel mundial representa uno de los mayores agentes de creación de dióxido de carbono CO₂ que son expuestos directos a la atmósfera, la Organización de Naciones Unidas (ONU) determina que en el mundo 9 de cada 10 personas inhalan aire contaminado debido a esto se genera un incremento de enfermedades respiratorias afectando directamente a la salud de las personas (Cedeño et al., 2018).

El crecimiento económico junto a la globalización brindan grandes beneficios, pero a su vez también provocan la aparición de varios riesgos. Datos en Europa muestran que en las últimas décadas al menos 10% de población infantil padece enfermedades como el asma, alergias y enfermedades respiratorias que se asocian a la contaminación del aire, se estimó que un 20% de la incidencia de enfermedades se atribuyen a los factores medioambientales en los países industrializados (Cedeño et al., 2018).

Actualmente en Ecuador a nivel nacional se puede apreciar la contaminación del aire debido al gran crecimiento del parque automotor con motores de combustión interna, se ha establecido un estudio por el ministerio del ambiente el cual menciona que las ciudades que presentan una población mayor 100 mil habitantes poseen un calidad de aire muy mala provocando así enfermedades como neumonía (Páez Pérez, 2009).

Existe una rigurosa serie de normas ambientales que se deben implementar a plenitud, ya que se han realizado análisis de impactos ambientales que se han generado a partir de la implementación de la industria automotriz, desde el 2011 se han implementado impuestos ambientales con el fin de reducir la contaminación, en el cual se destaca el impuesto a la contaminación vehicular, el cual menciona que todo vehículo terrestre que cuente con un motor con cilindraje mayor a 1500cc (Argota, 2018).

La Ley Orgánica de Incentivos para Asociaciones Público-Privadas la cual publica en el Registro Oficial Suplemento 652, en la que se menciona la ampliación de la duración de reducción del 50% del valor sobre el Impuesto Ambiental aplicado a la Contaminación Vehicular el cual es hasta el año 2018, para los vehículos que cuenten con un cilindraje mayor a 2500cc y que cuenten con más de cinco años de antigüedad (Asamblea Nacional, 2008).

Los vehículos ligeros se encuentran en mayor proporción a nivel mundial, haciendo énfasis en los motores a gasolina se les atribuye como uno de los principales emisores de hidrocarburos no combustionados, monóxido de carbono, óxidos nitrosos y otros compuestos nocivos, los cuales generan niveles muy altos de contaminación ambiental, afectando así directamente a la salud de las personas (Franco Intriago & Looor Moncayo, 2021).

La contaminación en el sector automotriz genera problemas a nivel mundial por factores que orillan a la creación y al uso del vehículo, pero se trata de tomar conciencia ya que es un mal necesario para el ser humano. La ética se enfoca en la protección del medio ambiente ya que el humano no es el único que habita este planeta, existen otras especies con vida habitando en el planeta. Lastimosamente Ecuador es un país que depende de la industria automotriz ya que ofrece capacidad económica que aporta al gobierno, dejando así de lado las consecuencias sobre contaminación (Tirado Rebaza et al., 2021).

Ecuador posee muchos convenios y tratados que aportan directamente para la creación de influencias políticas referentes a la reducción de contaminación ambiental las cuales después se transforman en normas jurídicas que ayudan al país, los cuales son el convenio de Viena que abarca la protección en la capa de ozono, el protocolo de Kioto, el protocolo de Montreal menciona temas como el desgaste de la capa de ozono, también existe el convenio marco de las naciones unidas sobre el cambio climático (Caizaluisa D., 2016).

Ecuador trata de reducir esta contaminación ambiental por lo cual una de las medidas que se ha implantado son los centros de revisión técnica vehicular, en el cual se obliga a todos los vehículos que circulen por el país tienen que pasar proceso de pruebas, las cuales avalen que el vehículo es apto para la circulación, estos centros de revisión pueden ser de tipo privado como COPAIRE en Quito, cabe recalcar que a medida que se use menos el vehículo se podrá evitar una contaminación acelerada (EX-IEOS, 1992).

CAPITULO II: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

CENTRO DE REVISIÓN VEHICULAR

Ecuador cuenta con 24 centros de revisión técnica vehicular autorizados por la Agencia Nacional de Tránsito los cuales verificarán las condiciones técnicas, mecánicas, seguridad del vehículo, emisiones contaminantes y confort del vehículo, las cuales se realizarán mediante normas técnicas vigentes y reglamentos (Gobierno Electrónico, 2023).

Según registros del Centro de Revisión y Matriculación Vehicular de Loja en 2018 se matricularon 37.775 automóviles; en 2019 cerca de 37.389; y, en 2020 alrededor de 28.009

PROCEDIMIENTO DE MATRICULACIÓN

El centro de matriculación vehicular de la ciudad de Loja es un centro de 3 líneas tipo fijo para lo cual se siguen los siguientes pasos.

1. Verificación de documentación del vehículo.

Primera sección

2. Comprobación de Gases contaminantes
3. Prueba de luces (intensidad y alineación)

Segunda sección

4. Prueba de suspensión
5. Prueba de alineación
6. Prueba de frenos

Tercera sección

7. Revisión por la parte inferior del vehículo, en lo cual se verifica el estado del chasis y suspensión

CLASIFICACIÓN VEHICULAR

La normativa nacional establece la clasificación de todos vehículos motorizados y no motorizados, que son identificados mediante características generales de su diseño y uso (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2016).

Clasificación

Existen diferentes clasificaciones:

- Categoría L
 - Subcategoría L1
 - Subcategoría L2
 - Subcategoría L3
 - Subcategoría L4
 - Subcategoría L5
 - Subcategoría L6
 - Subcategoría L7
- Categoría M
 - Subcategoría M1
 - Subcategoría M2
 - Subcategoría M3
 - Subclases de los vehículos en las subcategorías M2 y M3
- Categoría N
 - Subcategoría N1
 - Subcategoría N2
 - Subcategoría N3
- Categoría O
 - La presente tesis está enfocada en la categoría M1

Categoría M

Todos los vehículos automotores con 4 ruedas o más enfocados en el transporte de pasajeros.

Subcategoría M1

En la gráfica 1, se muestran Todos los vehículos motorizados que no poseen la capacidad mayor a 8 plazas de asientos, el asiento del conductor no es considerado (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2016).

Código	Tipo	Esquema	Descripción
SED	SEDÁN		Ver NTE INEN-ISO 3833, 3.1.1.1
SWG	STATIONWAGON		Ver NTE INEN-ISO 3833, 3.1.1.4
HBK	HATCHBACK		Ver NTE INEN-ISO 3833, 3.1.1.9
CPE	COUPÉ		Ver NTE INEN-ISO 3833, 3.1.1.5
CNV	CONVERTIBLE		Ver NTE INEN-ISO 3833, 3.1.1.2 y 3.1.1.6
SUV	VEHÍCULO DEPORTIVO UTILITARIO		Ver NTE INEN-ISO 3833, 3.1.1.9.
LIM	LIMUSINA		Ver NTE INEN-ISO 3833, 3.1.1.3
MVN	MINIVÁN		Ver NTE INEN-ISO 3833, 3.1.1.9.

Gráfica 1. Clasificación vehicular
Fuente: (Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2016)

AÑO DE FABRICACIÓN

El año de fabricación indica el año en el que fue creado el automóvil, ya que esto depende con la tecnología de contaminación con la que cuenta el mismo.

CILINDRAJE

La cilindrada es el desplazamiento del motor, donde se ve involucrado el volumen combinado con el recorrido de los pistones dentro de los cilindros del motor, y esto va a influir directamente a la potencia del motor.

PAR MÁXIMO

El par máximo refiere a la fuerza que es capaz de transmitir un motor en un régimen de giro a través del eje de transmisión, se mide en Newtons metro (Nm).

RÉGIMEN DE PAR MÁXIMO

El régimen de giro de par máximo refiere al número de giros que realiza el eje del motor por unidad de tiempo, la unidad de medida es revoluciones por minuto (rpm)

ESTADÍSTICA

La estadística se basa en métodos que sirven para recolectar, manejar y analizar datos, los cuales tratan de definir el conjunto de los datos obtenidos, para tomar así decisiones o realizar divulgación acerca de todas las posibles observaciones (Porras, 2017).

Población y Muestra

La población se compone de muchos elementos como (personas, objetos, animales) estos están definidos y delimitados, sirven para el análisis del problema para una investigación y su principal característica es ser medida, estudiada y cuantificada. La muestra es solo una parte de la población (González et al., 2012).

Media aritmética (Promedio)

La media aritmética o también conocida como promedio, es el valor característico de un conjunto de datos definidos (T. Teddy Canelas Verduguez, 2008).

Media recortada

Uno de los problemas más representativos de la media aritmética es que se ve afectada por valores extremos lo cual afecta directamente al resultado teniendo así valores muy bajos o demasiados altos. Por lo que se puede utilizar la media recortada la cual consiste en no tomar datos extremos (Silverio et al., 2023).

EMISIONES CONTAMINANTES

Las emisiones contaminantes se derivan de la combustión de carburantes, gracias a los sistemas naturales como los océanos y plantas que sirven como absorbentes de dióxido de carbono, si este sobrepasa los procesos naturales da como resultado acumulación de gases contaminantes y cambios climáticos globales (Oceana, 2023).

Dióxido de carbono

El dióxido de carbono (CO₂) es producido en procesos de combustión, es un gas incoloro e inodoro, actualmente el dióxido de carbono es la fuente de emisión contaminante más grande que existe (Arroyo & Ramírez, 2020).

Monóxido de carbono

El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro e inodoro la cual es producido por una combustión incompleta de carbón, la fuente de emisión de monóxido de carbono más grande que existe en el mundo son los automóviles (Silverio et al., 2023).

Hidrocarburos no combustionados

Los hidrocarburos no combustionados están compuestos de hidrogeno y carbono que los genera la naturaleza a partir de materia orgánica, se los puede encontrar en líquidos como (petróleo) o solido como (Petróleo pesado) y gaseoso como el gas natural.

MODELOS DE ESTIMACIÓN DE EMISIONES

Al tener una cantidad importante de emisiones de fuentes móviles, existen modelos de estimación de emisiones que básicamente estiman la contaminación generada por los vehículos. En los cuales se valoran parámetros como el año del vehículo, el combustible que utilizan, el tipo de conducción y una serie de más características, con el fin de crear estrategias para la reducción de emisiones por fuentes móviles, ya que la contaminación es un problema muy grande actualmente que pone en riesgo la salud humana y su futuro (USEPA, 2002).

COPERT 5

Es desarrollado por la Agencia Ambiental Europea (EEA), este modelo es utilizado de manera oficial en Europa para preparación de inventario de emisiones lo cual permite:

- Inventariar contaminantes criterio
- Tóxicos del aire
- Gases de efecto invernadero

Es el más utilizado por que dispone de:

- Actualizaciones periódicas
- Interfaz sencilla
- Permite correr 3 modelo en 3 diferentes modos
- Adaptabilidad en Países fuera de Europa

Una de las ventajas que proporciona este modelo es que si se aplica la información correcta estima emisiones muy similares a las reales (Rojas Marín & Herrera Murillo, 2020).

Motor vehicle emission simulator (MOVES)

El modelo es creado por Agencia Ambiental De Estados Unidos (EPA) es un modelo que se utiliza de manera oficial a nivel federal, este modelo tiene un alcance muy parecido al COPERT referente a los contaminantes que puede estimar (Rojas Marín & Herrera Murillo, 2020).

International vehicle emissions (IVE)

El modelo fue creado por (ISSRC) International Sustainable System Research Center en conjunto con la universidad de California la cual tiene como intención ser aplicada en países en desarrollo, el alcance que posee es el mismo que el COOPERT y MOVES, pero se caracteriza por ser más limitado y simplificado (Rojas Marín & Herrera Murillo, 2020).

MOBILE 6

Es un modelo desarrollado por Agencia de protección ambiental de Estados Unidos (EPA) tiene como intención estimar valores de emisiones de:

- Hidrocarburos no combustionados
- Monóxido De Carbono
- Óxido De Nitrógeno
- Dióxido De Carbono

de vehículos que utilizan gasolina y diésel para su funcionamiento (USEPA, 2002).

ESTIMACIÓN DE CONTAMINANTES

En la investigación realizada (Rivera-Campoverde et al., 2021), menciona que es posible calcular el flujo masico de los distintos gases contaminantes en función de

concentraciones volumétricas de los gases contaminantes. Mediante las ecuaciones (1)(2)(3)(4)(5)(6)(7):

$$\dot{m}_{ex} = \dot{m}_{in} + \dot{m}_f \quad (1)$$

Donde:

- \dot{m}_{ex} : Flujo masico de aire de escape.
- \dot{m}_{in} : Flujo masico de aire estimado por OBD.
- \dot{m}_f : Flujo de combustible.

Las emisiones que se obtienen son en base seca, por lo que se necesita aplicar correlaciones para obtener datos en base húmeda, por lo que se aplica estas ecuaciones.

$$C_{wet,j} = C_{w,j} C_{dry,j} \quad (2)$$

$$K_w = \frac{1,008}{1 + 0,005\alpha(C_{co_2} + C_{co})} \quad (3)$$

Donde:

- $C_{wet,j}$: Concentración en base húmeda del contaminante.
- $C_{dry,j}$: Concentración del contaminante en base seca.
- K_w : Factor de correlación base seca a húmeda.
- α : Relación molar del hidrógeno.
- C_{co_2} : Concentracion de co_2 en base seca.
- C_{co} : Concentracion de CO en base seca.

Para calcular las emisiones de masa en un determinado instante de cada gas en (g/s) se utiliza la siguiente ecuación.

$$\dot{m}_{j,i} = C_{j,i} \mu_{j,i} \dot{m}_{ex,i} 10^{-3} \quad (4)$$

Donde:

- $\dot{m}_{j,i}$: Emisiones de masa instantánea.
- i = Número de medición.
- C_j : Concentración instantánea del gas componente en (ppm).
- μ_j : Relación entre la densidad de cada componente y la densidad global del escape.

Al sumar el total de emisiones contaminantes, se obtendrá a partir de la cantidad de emisiones m_j (g) que se obtengan en un ciclo de conducción aplicando la siguiente ecuación.

$$m_j = \sum_{i=1}^n \dot{m}_{j,i} \delta t \quad (5)$$

Donde:

- \dot{m} : Flujo masico instantaneo del contaminante j .
- n : Número de muestras.
- δt : Tiempo de muestro (0.1).

Para obtener los valores de emisiones medidos en (g/km) para la sección k , se tomarán en cuenta todos los valores obtenidos en áreas urbanas, rurales y autopistas, con ayuda de la siguiente ecuación.

$$F_{j,K} = \frac{m_{j,K}}{s_K} \quad (6)$$

- $F_{j,K}$: Factor de emisiones por cada contaminante en sección k .
- $m_{j,K}$: Masa del contaminante j .
- s : Distancia recorrida en la sección K de la prueba RDE.

En la investigación realizada (Rivera-Campoverde et al., 2021) menciona que para las marchas se calculará el flujo másico de cada contaminante, se tomará en cuenta la masa total, el total de la distancia que se recorre y factores de emisiones por cada contaminante, para lo cual se utilizan las ecuaciones (7)(8)(9)(10)

$$m_{j,i,G} = C_{j,i} \mu_{j,i} \dot{m}_{ex,i} G_i 10^{-3} \quad (7)$$

Donde:

- $\dot{m}_{j,i}$: Flujo másico de cada contaminante por marcha
- G : Marcha seleccionada

$$m_{j,G} = \sum_{i=1}^n \dot{m}_{j,i} G_i \delta t \quad (8)$$

Donde:

- $m_{j,G}$: Masa total del viaje por marcha.

$$s_{j,G} = \sum_{i=1}^n 3,6 VSS_{j,i} G_i \delta t \quad (9)$$

Donde:

- G : Marcha seleccionada
- $s_{j,G}$: Distancia total recorrida por marcha
- VSS : Velocidad (Km/h)

$$F_{j,G} = \frac{m_{j,G}}{s_{j,G}} \quad (10)$$

Donde:

- $F_{j,G}$: Factor de emisiones de cada contaminante por marcha.
- $m_{j,G}$: Masa total de recorrido por marcha.
- $s_{j,G}$: Distancia total recorrida por marcha

CAPITULO III: RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE DATOS DE LA REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR DE LA CIUDAD DE LOJA.

En la ciudad de Loja el centro de matriculación vehicular funciona desde el año 2018, el cual busca afianzar las condiciones requeridas de seguridad de los vehículos, apoyadas en los criterios de diseño y fabricación; igualmente se debe comprobar que cumplen con las normas técnicas y jurídicas, establecidas en las regulaciones vigentes. El instituto ecuatoriano de normalización se establece los límites permitidos de emisiones de contaminantes producidas por fuentes móviles terrestres (vehículos automotores) que utilizan gasolina, aplicándose a fuentes móviles terrestres de más de tres ruedas (Norma Técnica Ecuatoriana, 2016).

REQUISITOS ESPECÍFICOS

Para los vehículos a gasolina el límite máximo de emisiones. Ciclo ECE-15+ EUDC. Prueba dinámica, no pueden exceder los límites de:

- Monóxido de carbono (CO).
- Hidrocarburos no combustionados (HC).
- Óxidos nitrógeno (NOx).

En la tabla 2, se encuentran los Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (Norma Técnica Ecuatoriana, 2016).

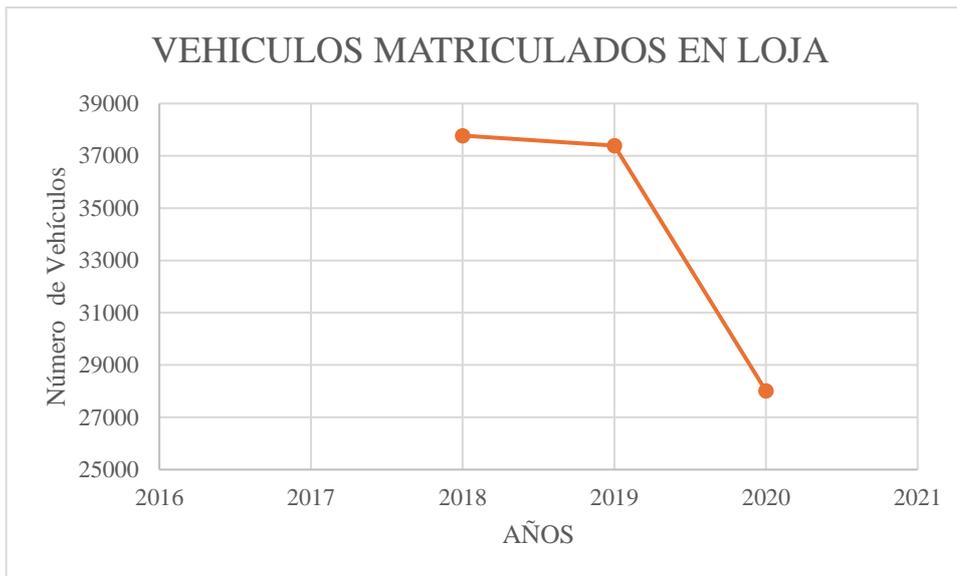
Tabla 1. Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina
Fuente:(Servicio Ecuatoriano de Normalización, 2016)

Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina									
CATEGORIA	CLASE	PESO REFERENCIA (Kg)	CO (g/Km)	HC + NOx (g/Km)	NOx (g/km)	PM	Ciclos de prueba	Evaporativas g/ensayo SHED	
M1	-	2,3	0,2	-	0,15	-	ECE 15+ EUDC	2	

Los Resultados obtenidos en la revisión técnica Vehicular son almacenados en la base de datos del municipio de Loja.

NÚMERO DE VEHÍCULOS MATRICULADOS EN LOJA

Según registros del Centro de Revisión y Matriculación Vehicular de Loja en 2018 se matricularon 37.775 automóviles; en 2019, 37.389; y, en 2020 alrededor de 28.009. La mayoría vehículos de uso particular. Pero este no sería el total de automóviles existentes en el cantón, la mayoría de los ciudadanos optan por matricular en otros cantones de la provincia, debido a que Loja cuenta con equipos modernos de revisión.



Gráfica 2. Número de Vehículos matriculados en Loja

Fuente: Autor

OBTENCIÓN DE LA BASE DE DATOS DEL MUNICIPIO DE LOJA

Con el fin de la realización de un proyecto de investigación se requiere identificar información esencial de la base de datos del municipio de Loja, para lo cual:

- Se solicita formalmente al director de revisión técnica vehicular de la ciudad de Loja la base de datos de los datos obtenidos en las revisiones de los vehículos.
- Una vez aceptada la solicitud, con el encargado de la base de datos del centro de matriculación obtenemos los datos solicitados.
- Se verifica la información obtenida con el fin de validar los datos que se utilizaran en el proyecto.

PREPARACIÓN DE DATOS DEL CENTRO DE MATRICULACIÓN VEHICULAR DE LA CIUDAD DE LOJA.

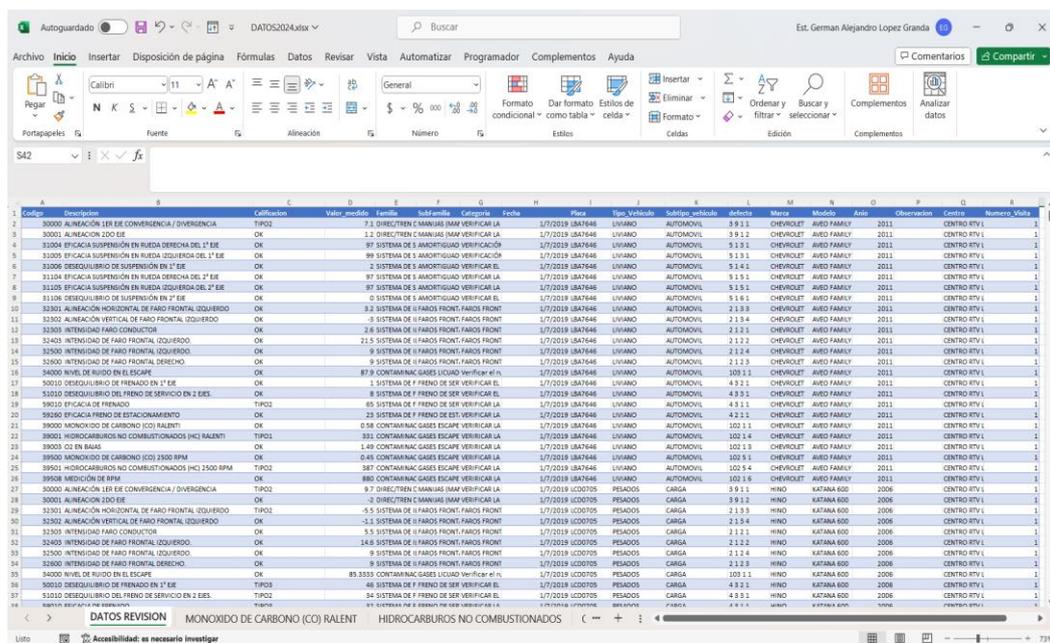
En documento Excel con la base de datos, se presentan los resultados de la revisión técnica vehicular del año 2019 en los cuales presentan los siguientes datos:

- Tipo del vehículo
- Marca
- Modelo
- Año de fabricación

Los datos adquiridos se muestran en la gráfica 3.

TAMAÑO DE MUESTRA

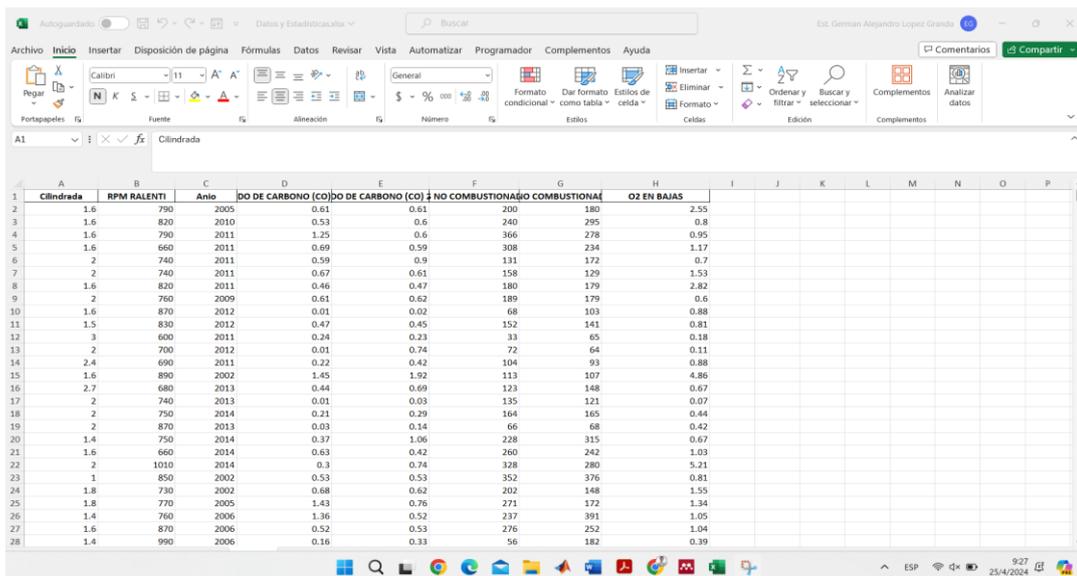
Para poder evaluar el factor de emisión, se determina el tamaño de la muestra con un índice de confianza del 95% y un error del 3%, ya que al ser una ciudad pequeña en el año que se realizó la investigación no existieron el número de vehículos habituales, debido a pandemia.



Código	Descripción	Calificación	Valor_medida	Familia	Categoría	Fecha	Lugar	Tipo	Subcategoría	Código	Marca	Modelo	Año	Observación	Costo	Numero_Visita
30000	ALINEACIÓN LEJ ES CONVERGENCIA / DIVERGENCIA	TIPO2	7.1	DIRECTOR EN MANUJAS (MM) VERIFICAR LA		1/7/2019	UBATE646	LIVIANO	AUTOMOVIL	5.9 1.1	CHEVROLET	AVEO FAMILY	2011	CENTRO ITV L		1
30001	ALINEACION ZOO EJE	OK	1.3	DIRECTOR EN MANUJAS (MM) VERIFICAR LA		1/7/2019	UBATE646	LIVIANO	AUTOMOVIL	5.9 1.2	CHEVROLET	AVEO FAMILY	2011	CENTRO ITV L		1
31004	EFICACIA SUSPENSIÓN EN RUEDA DERECHA DEL 1º EJE	OK	87	SISTEMA DE S AMORTIGUADO VERIFICAR EL		1/7/2019	UBATE646	LIVIANO	AUTOMOVIL	5.3 2.1	CHEVROLET	AVEO FAMILY	2011	CENTRO ITV L		1
31005	EFICACIA SUSPENSIÓN EN RUEDA IZQUIERDA DEL 1º EJE	OK	89	SISTEMA DE S AMORTIGUADO VERIFICAR EL		1/7/2019	UBATE646	LIVIANO	AUTOMOVIL	5.3 1.1	CHEVROLET	AVEO FAMILY	2011	CENTRO ITV L		1
31006	DESEQUILIBRIO DE SUSPENSIÓN EN 1º EJE	OK	2	SISTEMA DE S AMORTIGUADO VERIFICAR EL		1/7/2019	UBATE646	LIVIANO	AUTOMOVIL	5.3 4.1	CHEVROLET	AVEO FAMILY	2011	CENTRO ITV L		1
31104	EFICACIA SUSPENSIÓN EN RUEDA DERECHA DEL 2º EJE	OK	87	SISTEMA DE S AMORTIGUADO VERIFICAR LA		1/7/2019	UBATE646	LIVIANO	AUTOMOVIL	5.1 1.1	CHEVROLET	AVEO FAMILY	2011	CENTRO ITV L		1
31105	EFICACIA SUSPENSIÓN EN RUEDA IZQUIERDA DEL 2º EJE	OK	87	SISTEMA DE S AMORTIGUADO VERIFICAR LA		1/7/2019	UBATE646	LIVIANO	AUTOMOVIL	5.1 1.1	CHEVROLET	AVEO FAMILY	2011	CENTRO ITV L		1
31106	DESEQUILIBRIO DE SUSPENSIÓN EN 2º EJE	OK	0	SISTEMA DE S AMORTIGUADO VERIFICAR EL		1/7/2019	UBATE646	LIVIANO	AUTOMOVIL	5.1 6.1	CHEVROLET	AVEO FAMILY	2011	CENTRO ITV L		1
32001	ALINEACIÓN HORIZONTAL DE FARO FRONTAL IZQUIERDO	OK	3.2	SISTEMA DE IFAROS FRONTI FAROS FRONT		1/7/2019	UBATE646	LIVIANO	AUTOMOVIL	2.1 2.3	CHEVROLET	AVEO FAMILY	2011	CENTRO ITV L		1
32002	ALINEACIÓN VERTICAL DE FARO FRONTAL IZQUIERDO	OK	-5	SISTEMA DE IFAROS FRONTI FAROS FRONT		1/7/2019	UBATE646	LIVIANO	AUTOMOVIL	2.1 3.4	CHEVROLET	AVEO FAMILY	2011	CENTRO ITV L		1
32003	INTENSIDAD FARO CONDUCTOR	OK	2.6	SISTEMA DE IFAROS FRONTI FAROS FRONT		1/7/2019	UBATE646	LIVIANO	AUTOMOVIL	2.1 2.1	CHEVROLET	AVEO FAMILY	2011	CENTRO ITV L		1
32403	INTENSIDAD DE FARO FRONTAL IZQUIERDO	OK	11.5	SISTEMA DE IFAROS FRONTI FAROS FRONT		1/7/2019	UBATE646	LIVIANO	AUTOMOVIL	2.1 2.3	CHEVROLET	AVEO FAMILY	2011	CENTRO ITV L		1
32500	INTENSIDAD DE FARO FRONTAL IZQUIERDO	OK	9	SISTEMA DE IFAROS FRONTI FAROS FRONT		1/7/2019	UBATE646	LIVIANO	AUTOMOVIL	2.1 2.4	CHEVROLET	AVEO FAMILY	2011	CENTRO ITV L		1
32600	INTENSIDAD DE FARO FRONTAL DERECHO	OK	9	SISTEMA DE IFAROS FRONTI FAROS FRONT		1/7/2019	UBATE646	LIVIANO	AUTOMOVIL	2.1 2.5	CHEVROLET	AVEO FAMILY	2011	CENTRO ITV L		1
34000	NIVEL DE RUIDO EN EL ESCAPE	OK	87.8	CONTAMINANC GASES ESCAPE VERIFICAR EL		1/7/2019	UBATE646	LIVIANO	AUTOMOVIL	100 1.1	CHEVROLET	AVEO FAMILY	2011	CENTRO ITV L		1
35010	DESEQUILIBRIO DE FRENADO EN 1º EJE	OK	1	SISTEMA DE F FRENADO DE SER VERIFICAR EL		1/7/2019	UBATE646	LIVIANO	AUTOMOVIL	4.3 2.1	CHEVROLET	AVEO FAMILY	2011	CENTRO ITV L		1
35100	DESEQUILIBRIO DEL FRENADO DE SERVICIO EN 2 Ejes	OK	8	SISTEMA DE F FRENADO DE SER VERIFICAR EL		1/7/2019	UBATE646	LIVIANO	AUTOMOVIL	4.3 1.1	CHEVROLET	AVEO FAMILY	2011	CENTRO ITV L		1
36010	EFICACIA DE FRENADO	TIPO2	45	SISTEMA DE F FRENADO DE SER VERIFICAR LA		1/7/2019	UBATE646	LIVIANO	AUTOMOVIL	4.3 1.1	CHEVROLET	AVEO FAMILY	2011	CENTRO ITV L		1
36200	EFICACIA FRENADO DE ESTACIONAMIENTO	OK	23	SISTEMA DE F FRENADO DE ESTI VERIFICAR LA		1/7/2019	UBATE646	LIVIANO	AUTOMOVIL	4.2 1.1	CHEVROLET	AVEO FAMILY	2011	CENTRO ITV L		1
38000	MONOXIDO DE CARBONO (CO) RALENTI	OK	0.38	CONTAMINANC GASES ESCAPE VERIFICAR LA		1/7/2019	UBATE646	LIVIANO	AUTOMOVIL	100 1.1	CHEVROLET	AVEO FAMILY	2011	CENTRO ITV L		1
38001	HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) RALENTI	TIPO2	351	CONTAMINANC GASES ESCAPE VERIFICAR LA		1/7/2019	UBATE646	LIVIANO	AUTOMOVIL	100 1.4	CHEVROLET	AVEO FAMILY	2011	CENTRO ITV L		1
38003	CO EN BIAS	OK	1.49	CONTAMINANC GASES ESCAPE VERIFICAR LA		1/7/2019	UBATE646	LIVIANO	AUTOMOVIL	100 1.3	CHEVROLET	AVEO FAMILY	2011	CENTRO ITV L		1
38900	MONOXIDO DE CARBONO (CO) 1500 RPM	OK	0.45	CONTAMINANC GASES ESCAPE VERIFICAR LA		1/7/2019	UBATE646	LIVIANO	AUTOMOVIL	100 6.1	CHEVROLET	AVEO FAMILY	2011	CENTRO ITV L		1
39001	HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) 1500 RPM	TIPO2	387	CONTAMINANC GASES ESCAPE VERIFICAR LA		1/7/2019	UBATE646	LIVIANO	AUTOMOVIL	100 1.4	CHEVROLET	AVEO FAMILY	2011	CENTRO ITV L		1
39500	MECION DE RPM	OK	880	CONTAMINANC GASES ESCAPE VERIFICAR LA		1/7/2019	UBATE646	LIVIANO	AUTOMOVIL	100 1.6	CHEVROLET	AVEO FAMILY	2011	CENTRO ITV L		1
30000	ALINEACIÓN LEJ ES CONVERGENCIA / DIVERGENCIA	TIPO2	8.7	DIRECTOR EN MANUJAS (MM) VERIFICAR LA		1/7/2019	UC00705	PESADOS	CARGA	3.9 1.1	MINI	KATANA 600	2006	CENTRO ITV L		1
32301	ALINEACION ZOO EJE	OK	1.2	DIRECTOR EN MANUJAS (MM) VERIFICAR LA		1/7/2019	UC00705	PESADOS	CARGA	3.9 1.3	MINI	KATANA 600	2006	CENTRO ITV L		1
32302	ALINEACIÓN VERTICAL DE FARO FRONTAL IZQUIERDO	OK	-5.5	SISTEMA DE IFAROS FRONTI FAROS FRONT		1/7/2019	UC00705	PESADOS	CARGA	2.1 3.3	MINI	KATANA 600	2006	CENTRO ITV L		1
32303	INTENSIDAD FARO CONDUCTOR	OK	2.1	SISTEMA DE IFAROS FRONTI FAROS FRONT		1/7/2019	UC00705	PESADOS	CARGA	2.1 2.4	MINI	KATANA 600	2006	CENTRO ITV L		1
32304	INTENSIDAD DE FARO FRONTAL IZQUIERDO	OK	14.8	SISTEMA DE IFAROS FRONTI FAROS FRONT		1/7/2019	UC00705	PESADOS	CARGA	2.1 2.1	MINI	KATANA 600	2006	CENTRO ITV L		1
32305	INTENSIDAD DE FARO FRONTAL DERECHO	OK	9	SISTEMA DE IFAROS FRONTI FAROS FRONT		1/7/2019	UC00705	PESADOS	CARGA	2.1 2.2	MINI	KATANA 600	2006	CENTRO ITV L		1
32306	INTENSIDAD DE FARO FRONTAL IZQUIERDO	OK	14.8	SISTEMA DE IFAROS FRONTI FAROS FRONT		1/7/2019	UC00705	PESADOS	CARGA	2.1 2.4	MINI	KATANA 600	2006	CENTRO ITV L		1
34000	NIVEL DE RUIDO EN EL ESCAPE	OK	85.3333	CONTAMINANC GASES ESCAPE VERIFICAR EL		1/7/2019	UC00705	PESADOS	CARGA	100 1.1	MINI	KATANA 600	2006	CENTRO ITV L		1
35010	DESEQUILIBRIO DE FRENADO EN 1º EJE	TIPO2	46	SISTEMA DE F FRENADO DE SER VERIFICAR EL		1/7/2019	UC00705	PESADOS	CARGA	4.3 2.1	MINI	KATANA 600	2006	CENTRO ITV L		1
35100	DESEQUILIBRIO DEL FRENADO DE SERVICIO EN 2 Ejes	TIPO2	54	SISTEMA DE F FRENADO DE SER VERIFICAR EL		1/7/2019	UC00705	PESADOS	CARGA	4.3 1.1	MINI	KATANA 600	2006	CENTRO ITV L		1
38010	MONOXIDO DE CARBONO (CO) RALENTI	TIPO2	0.31	CONTAMINANC GASES ESCAPE VERIFICAR LA		1/7/2019	UC00705	PESADOS	CARGA	100 1.1	MINI	KATANA 600	2006	CENTRO ITV L		1

Gráfica 3. Datos del centro de matriculación vehicular de la ciudad de Loja
Fuente: Autor

Para realizar la investigación de manera más sencilla se utilizaron programas como Excel y Python los cuales ayudan a separar los datos de manera más rápida, obteniendo así los valores de gases contaminantes y los datos necesarios para realizar el proyecto en un Excel más limpio, con los valores necesarios.



	A	B	C	D	E	F	G	H
	Cilindrada	RPM RALENTI	Año	DO DE CARBONO (CO)	DO DE CARBONO (CO) NO COMBUSTIONADO	DO DE CARBONO (CO) COMBUSTIONADO		OZ EN BAJAS
1	1.6	790	2005	0.61	0.61	200	180	2.55
2	1.6	820	2010	0.53	0.6	240	295	0.8
3	1.6	790	2011	1.25	0.6	366	278	0.95
4	1.6	660	2011	0.69	0.59	308	234	1.17
5	2	740	2011	0.59	0.9	131	172	0.7
6	2	740	2011	0.67	0.61	158	129	1.53
7	1.6	820	2011	0.46	0.47	180	179	2.82
8	2	760	2009	0.61	0.62	189	179	0.6
9	1.6	870	2012	0.01	0.02	68	103	0.88
10	1.5	830	2012	0.47	0.45	152	141	0.81
11	3	600	2011	0.24	0.23	33	65	0.18
12	2	700	2012	0.01	0.74	72	64	0.11
13	2.4	690	2011	0.22	0.42	104	93	0.88
14	1.6	890	2002	1.45	1.92	113	107	4.86
15	2.7	680	2013	0.44	0.69	123	148	0.67
16	2	740	2013	0.01	0.03	135	121	0.07
17	2	750	2014	0.21	0.29	164	165	0.44
18	2	870	2013	0.03	0.14	66	68	0.42
19	1.4	750	2014	0.37	1.06	228	315	0.67
20	1.6	660	2014	0.63	0.42	260	242	1.03
21	2	1010	2014	0.3	0.74	328	280	5.21
22	1	850	2002	0.53	0.53	352	376	0.81
23	1.8	720	2002	0.68	0.62	202	148	1.55
24	1.8	770	2005	1.43	0.76	271	172	1.34
25	1.4	760	2006	1.36	0.52	237	391	1.05
26	1.6	870	2006	0.52	0.53	276	252	1.04
27	1.4	990	2006	0.16	0.33	56	182	0.39

Gráfica 4. Extracción de datos de la base del CRTV

Fuente: Autor

TABULACIÓN DE DATOS

Marcas más populares

Las marcas de vehículos más populares se obtuvieron de la base de datos del centro de revisión técnica vehicular de la ciudad de Loja, reflejada en el año 2019.

Tabla 2. Vehículos Matriculados en la ciudad de Loja

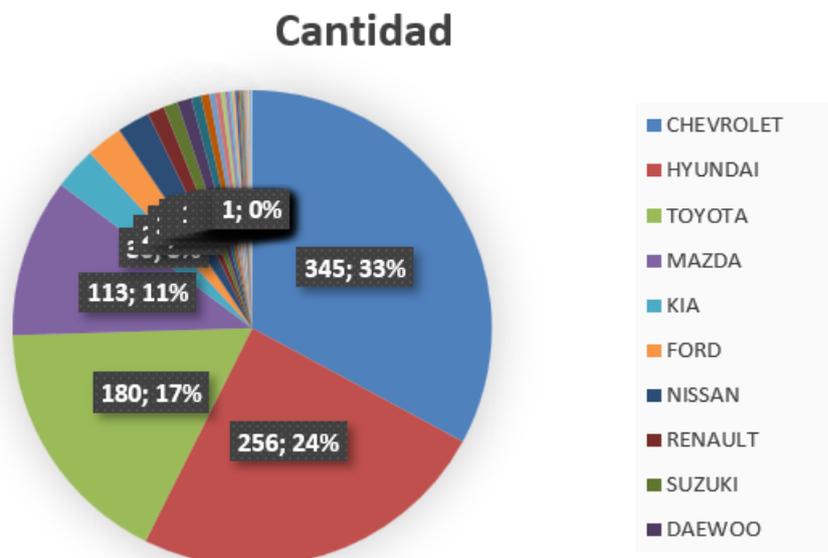
Fuente: Autor

Marca	Cantidad
CHEVROLET	345
HYUNDAI	256
TOYOTA	180
MAZDA	113
KIA	30
FORD	26
NISSAN	23
RENAULT	12
SUZUKI	10
DAEWOO	10
MITSUBISHI	7
HONDA	6
JEEP	4
PEUGEOT	4
VOLKSWAGEN	3
FIAT	3
DAIHATSU	2

Marca	Cantidad
ZX AUTO	2
CHERY	2
COMMER	1
DFSK	1
SKODA	1
AUTHI	1
BMW	1
TRAXX	1
CITROEN	1
DODGE	1
ISUZU	1
MERCEDES BENZ	1

Se puede observar en la gráfica 5, que las marcas que más prevalecen en la ciudad de Loja según la base de datos obtenida por el centro de revisión técnica vehicular de la ciudad de Loja son:

- Chevrolet con un 35%
- Hyundai con un 26%



Gráfica 5. Marcas de Vehículos en la ciudad de Loja
Fuente: Autor

A partir de la base de datos obtenidos se estimaron los valores medios de emisión, que se muestran en la tabla 4.

EMISIONES DE MODELOS DE VEHÍCULOS MÁS POPULARES

La tabla 4, muestra los modelos de vehículos más populares en la ciudad de Loja, de los cuales se destaca el modelo 5 que presenta más emisiones de CO, HC en ralentí y a 2500rpm, mientras que el modelo 13 presenta más emisiones de CO₂.

Tabla 3. Emisiones de modelos de vehículos más populares

Fuente: Autor

Modelo	cantidad	Cilindrada	RPM RALENTI	(CO) RALENTI	(CO) 2500 RPM	(HC) RALENTI	(HC) 2500 RPM	O ₂ EN BAJAS	CO ₂	LAMBDA ALTAS	LAMBDA BAJAS
Modelo 1	71	1.6	746	0.61	0.6926	305.76	316.84	1.33	14.4620	1.0088	1.0251
Modelo 2	54	1.6	813	0.32	0.2864	148.64	135.46	1.68	14.5767	1.0070	1.0189
Modelo 3	36	1.4	727	0.78	0.5016	266.52	249.02	1.10	14.5786	1.0072	1.0201
Modelo 4	36	1.8	811	0.74	0.6441	200.33	181.69	1.50	14.1332	1.0135	1.0234
Modelo 5	31	1.4	807	1.61	1.2209	478.45	448.09	1.31	14.2530	1.0118	1.0220
Modelo 6	24	1.6	819	0.21	0.2454	121.29	135.79	1.22	14.5657	1.0070	1.0204
Modelo 7	21	1.6	760	0.35	0.4738	167.42	158.04	0.76	14.3739	1.0101	1.0221
Modelo 8	19	1.5	828	0.36	0.3721	153.42	155.00	1.19	14.6492	1.0062	1.0219
Modelo 9	17	1.6	731	0.61	0.5976	238.82	219.58	1.87	14.2209	1.0123	1.0220
Modelo 10	14	2.2	790	0.67	0.6471	233.85	185.64	1.17	14.5828	1.0071	1.0199
Modelo 11	14	1.4	823	0.21	0.3142	179.85	158.71	1.68	14.4702	1.0082	1.0188
Modelo 12	12	2.6	906	0.58	0.5925	121.00	123.83	0.92	14.5978	1.0069	1.0197
Modelo 13	11	2.7	725	0.49	0.5263	113.18	128.18	0.70	14.6519	1.0062	1.0247
Modelo 14	11	1.6	815	0.69	0.6518	190.00	252.18	1.60	14.0540	1.0145	1.0241
Modelo 15	10	1.8	792	0.86	0.6751	273.00	167.2	0.89	14.0737	1.0145	1.0250

CAPITULO IV: GENERACIÓN DEL MODELO DE EMISIONES

Para poder generar el modelo de emisiones dependeremos de la estimación de gases medidos en los distintos vehículos que pasan por la revisión técnica vehicular los cuales son CO, HC, O2.

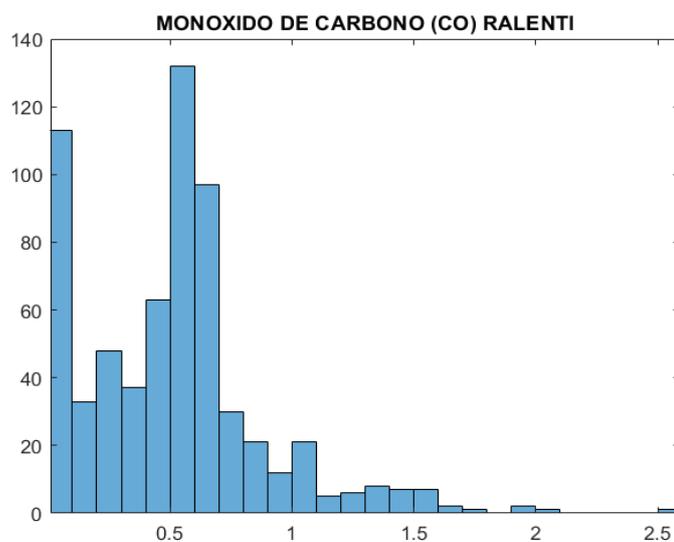
HISTOGRAMAS

Se utilizarán datos de los 15 vehículos que más popularidad presentan en la ciudad de Loja, con el fin de apreciar de manera rápida la distribución de emisiones de gases contaminantes.

Los 15 vehículos más populares representan una muestra de “1048 vehículos” de la población en la ciudad de Loja.

Monóxido de carbono (CO)

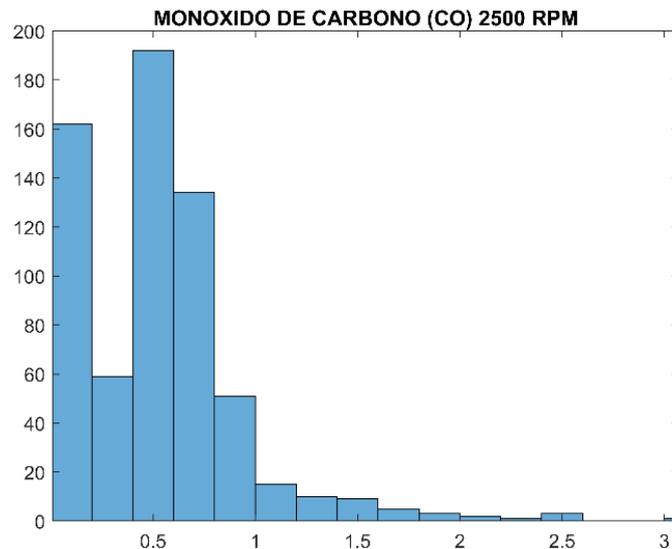
La gráfica 6, representa los valores de CO en ralentí en las pruebas realizadas en el centro de revisión vehicular, las cuales tienen que permanecer en un rango del 0 al 1% para poder circular en la ciudad de Loja.



Gráfica 6. CO en (%) en ralentí

Fuente: Autor

La gráfica 7, muestra los resultados de medición de CO a 2500 RPM, al igual debe mantener un rango de medición del 0 a 1 %, mostrando una diferencia obtenidos en ralentí, lo cual muestra que al tener una combustión con mezcla rica aumenta las cantidades de CO medidas.



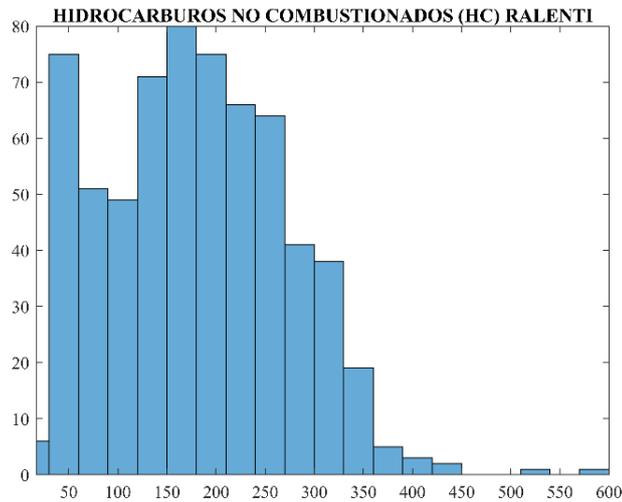
Gráfica 7. CO en (%) a 2500RPM

Fuente: Autor

Hidrocarburos no combustionados (HC)

Los hidrocarburos no combustionados permiten un rango de medición el cual presenta valores de 0 a 400 PPM (Partículas por millón).

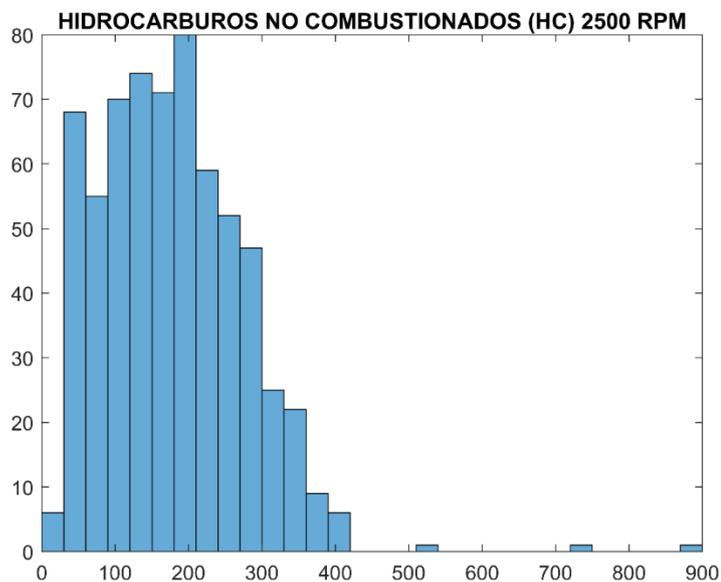
En la gráfica 8, se muestran los resultados de medición de Hidrocarburos no combustionados, los cuales se pueden observar que a bajas revoluciones se encuentran en el rango de medición establecido, para mantener este régimen se necesita menor consumo de gasolina lo cual genera menor número de emisiones.



Gráfica 8. HC en (PPM) en a ralentí

Fuente: Autor

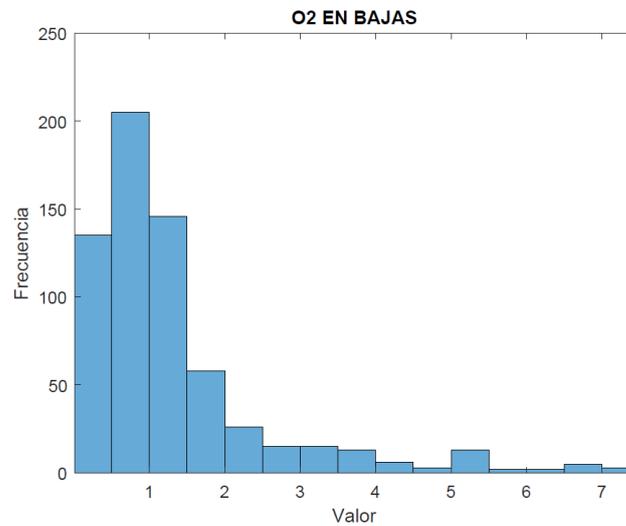
Como se puede observar en el gráfico 9, el incremento de la frecuencia es considerable con valores más altos, debido a que para mantener el régimen de revoluciones se necesita más consumo de combustible.



Gráfica 9. HC en (PPM) a 2500RPM

Fuente: Autor

En la gráfica 10, se puede observar el O₂ obtenido en ralentí en las pruebas realizadas en el centro de revisión vehicular, las mismas que deben estar en un rango permitido para poder circular en la ciudad de Loja.



Gráfica 10. O₂ en (%) en ralentí
Fuente: Autor

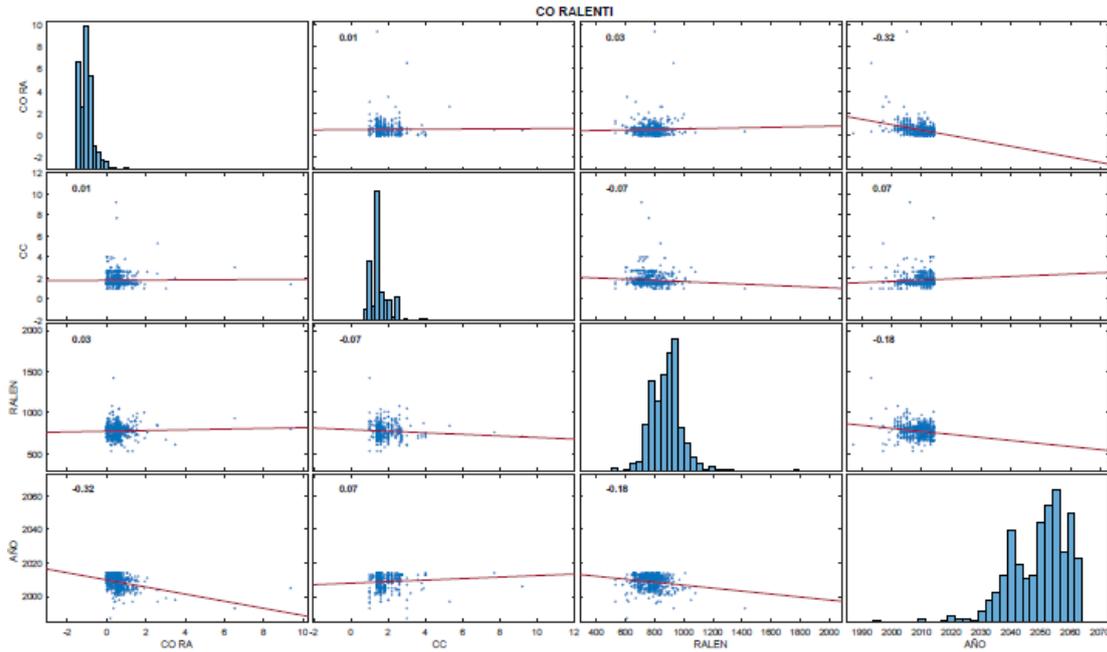
MATRIZ DE CORRELACIÓN

Las distintas variables que existen se deben conocer plenamente para poder realizar una matriz de correlación. En esta investigación se realizó matrices de correlación con variables como:

- Año de fabricación
- Régimen de giro
- Cilindraje

Monóxido de carbono (CO) ralentí

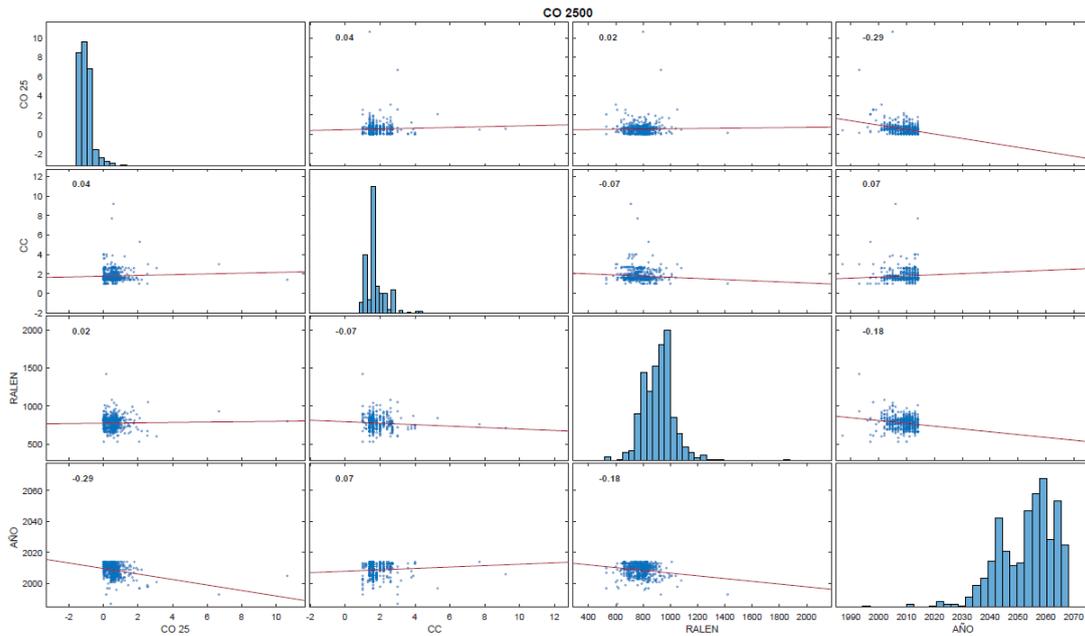
En la gráfica 11, se puede observar mediante una matriz de correlación la variable que más afecta a la emisión de Monóxido de Carbono (CO) en ralentí es el año de fabricación del vehículo con un 32%, seguida de la variable régimen de giro con un 0.3% y por último encontramos la variable del cilindraje con un 0.1%.



Gráfica 11. Matriz de correlación de CO ralentí
Fuente: Autor

Monóxido de carbono (CO) 2500

En la gráfica 12, se puede observar mediante una matriz de correlación la variable que más afecta a la emisión de Monóxido de Carbono (CO) a 2500rpm es el año de fabricación de vehículo con un 29%, seguidamente de la variable cilindraje con un 0.4% y por último se encuentra la variable régimen de giro con 0.2%.

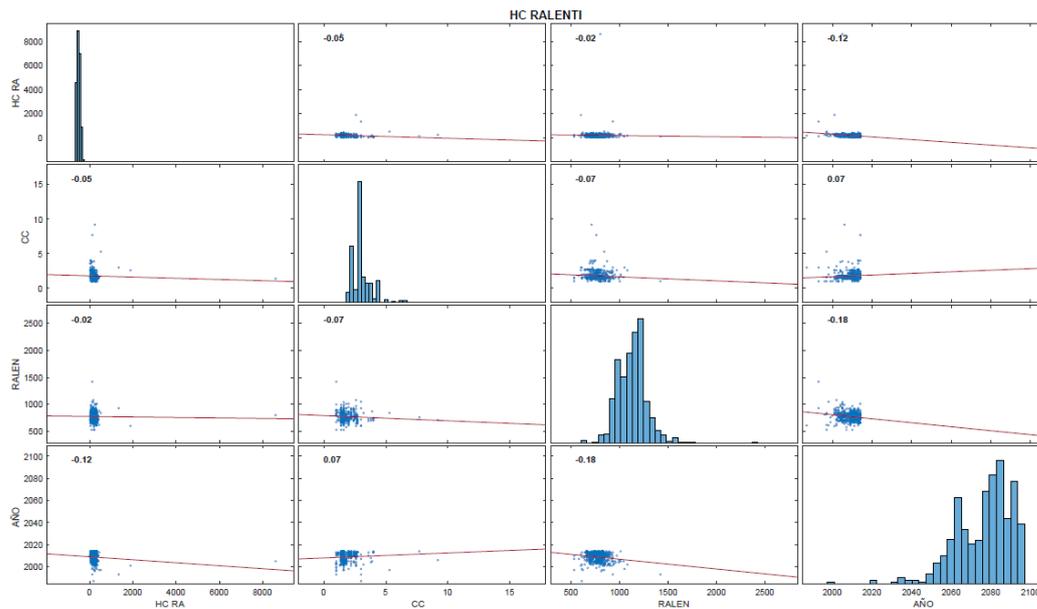


Gráfica 12. Matriz de correlación de CO 2500

Fuente: Autor

Hidrocarburos no combustionados (HC) ralenti

En la gráfica 13, se puede observar mediante una matriz de correlación la variable que más afecta a la emisión de hidrocarburos no combustionados (HC) es el año de fabricación de vehículo con un 12%, le sigue la variable del cilindraje con un 0.5% y por último la variable de régimen de giro con un 0.2%.



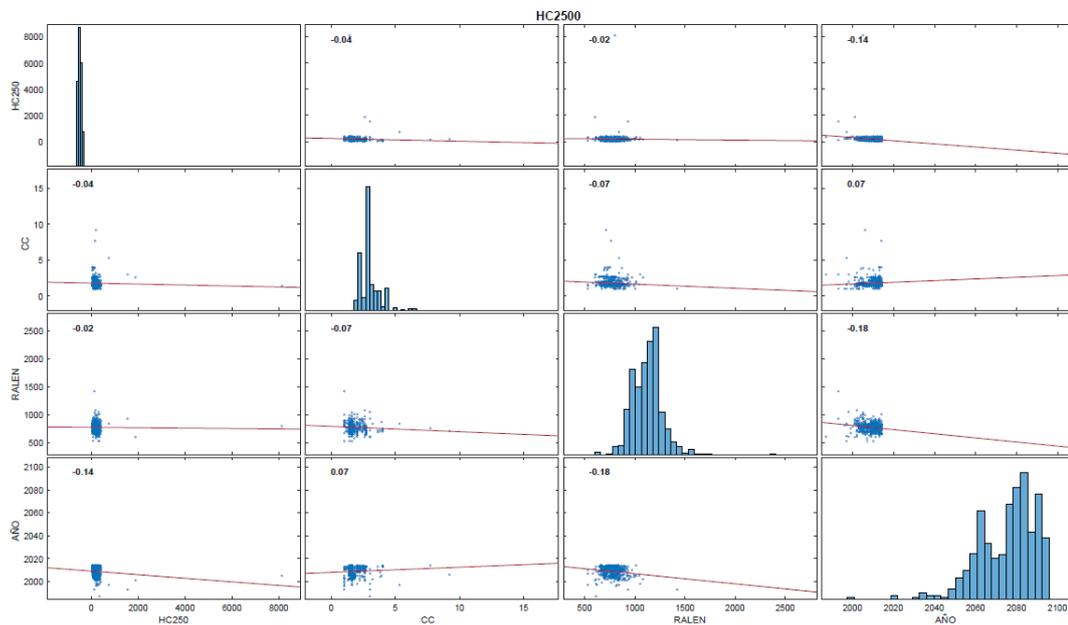
Gráfica 13. Matriz de correlación HC ralenti

Fuente: Autor

Hidrocarburos no combustionados (HC) 2500

En la gráfica 14, se puede observar mediante una matriz de correlación la variables que más afectan a la emisión de hidrocarburos no combustionados (HC) son:

- Año de fabricación de vehículo 14%,
- Cilindraje 0.4%
- Régimen de giro 0.2%.

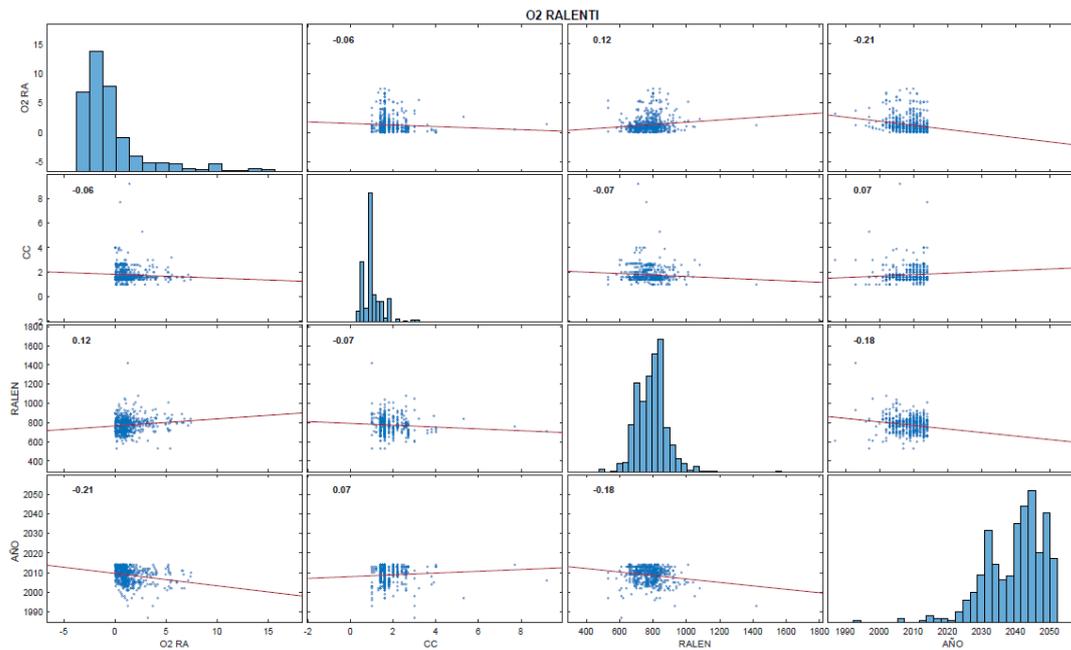


Gráfica 14. Matriz de correlación HC 2500

Fuente: Autor

Oxígeno (O2) ralentí

En la gráfica 15, se puede observar que la variable que más afecta a la emisión de O2 es el año de fabricación de vehículo con un 21%, le sigue la variable de régimen de giro con un 12 % y por último la variable del cilindraje con 0.6%.



Gráfica 15. Matriz de correlación O2 ralenti
Fuente: Autor

FACTORES DE EMISIÓN

En base al artículo publicado (Rivera-Campoverde et al., 2021) se indica el cálculo de las emisiones contaminantes, pudiendo obtener:

- Flujo Masico (g/s)
- Factor de emisiones (g/s)

La tabla 4 se muestra los valores de Factor de emisiones en (g/s) Ralenti, el modelo 15 presenta mayor emisión de CO, mientras que el modelo 13 presenta mayores emisiones de CO₂, por último, el modelo 1 presenta mayores emisiones de HC.

Tabla 4. Factor de emisiones y correlación en (g/s) Ralenti
Fuente: Autor

Modelo	Factor de corrección RALENTI (g/s)	Estimación de CO RALENTI	Estimación de CO ₂ RALENTI	Estimación de HC RALENTI
Modelo 1	0.84	0.52	12.14	256.72
Modelo 2	0.84	0.27	12.26	125.05
Modelo 3	0.84	0.66	12.20	223.08
Modelo 4	0.84	0.62	11.89	168.59
Modelo 5	0.83	1.34	11.86	398.23

Modelo	Factor de corrección RALENTI (g/s)	Estimación de CO RALENTI	Estimación de CO2 RALENTI	Estimación de HC RALENTI
Modelo 6	0.84	0.18	12.27	102.18
Modelo 7	0.84	0.30	12.12	141.13
Modelo 8	0.84	0.31	12.31	128.90
Modelo 9	0.84	0.52	11.97	201.05
Modelo 10	0.84	0.18	12.20	151.67
Modelo 11	0.84	0.57	12.22	195.96
Modelo 12	0.84	0.49	12.24	101.48
Modelo 13	0.84	0.42	12.29	94.95
Modelo 14	0.84	0.58	11.84	160.12
Modelo 15	0.84	0.72	11.84	229.58

La tabla 5 muestra los valores de Factor de emisiones en (g/s) a 2500 rpm, el modelo 5 presenta mayor emisión de CO, mientras que el modelo 2 presenta mayores emisiones de CO₂, por último, el modelo 1 presenta mayores emisiones de HC.

Tabla 5. Factor de emisiones y correlación en (g/s) 2500

Fuente: Autor

Modelo	Factor de corrección 2500	Estimación de CO 2500	Estimación de CO2 2500	Estimación de HC 2500
Modelo 1	0.84	0.58	12.13	265.80
Modelo 2	0.84	0.24	12.27	114.01
Modelo 3	0.84	0.42	12.24	209.08
Modelo 4	0.84	0.54	11.91	153.06
Modelo 5	0.84	1.02	11.91	374.59
Modelo 6	0.84	0.21	12.27	114.35
Modelo 7	0.84	0.40	12.10	133.04
Modelo 8	0.84	0.31	12.31	130.22
Modelo 9	0.84	0.50	11.97	184.90
Modelo 10	0.84	0.26	12.19	133.70
Modelo 11	0.84	0.54	12.22	155.61
Modelo 12	0.84	0.50	12.24	103.84
Modelo 13	0.84	0.44	12.29	107.51
Modelo 14	0.84	0.55	11.85	212.61
Modelo 15	0.84	0.57	11.86	140.90

La tabla 6 muestra los valores de Flujo Masico en (g/s) ralenti, el modelo 5 presenta mayor flujo masico de CO, mientras que el modelo 12 presenta mayor flujo masico de CO₂, por último, el modelo 15 presenta mayor flujo masico de HC.

Tabla 6. Flujo Masico en (g/s) ralenti

Fuente: Autor

Modelo	Flujo Masico CO RALENTI	Flujo MasicoCO2 RALENTI	Flujo Masico HC RALENTI
Modelo 1	0.01	0.42	0.00029
Modelo 2	0.01	0.46	0.00015
Modelo 3	0.01	0.36	0.00022
Modelo 4	0.02	0.50	0.00024
Modelo 5	0.03	0.39	0.00043
Modelo 6	0.00	0.47	0.00013
Modelo 7	0.01	0.43	0.00016
Modelo 8	0.01	0.44	0.00015
Modelo 9	0.01	0.41	0.00022
Modelo 10	0.00	0.41	0.00017
Modelo 11	0.02	0.62	0.00032
Modelo 12	0.02	0.84	0.00023
Modelo 13	0.02	0.70	0.00018
Modelo 14	0.01	0.45	0.00020
Modelo 15	0.02	0.49	0.00031

La tabla 7 muestra los valores de Flujo Masico en (g/s) 2500 rpm, La tabla 7 muestra los valores de Flujo Masico en (g/s) ralenti, el modelo 5 presenta mayor flujo masico de CO, mientras que el modelo 12 presenta mayor flujo masico de CO2, por último, el modelo 1 presenta mayor flujo masico de HC.

Tabla 7. Flujo Masico en (g/s) 2500

Fuente: Autor

Modelo	Flujo Masico CO 2500	Flujo Masico CO2 2500	Flujo Masico HC 2500
Modelo 1	0.04	1.39	0.0010
Modelo 2	0.02	1.40	0.0004
Modelo 3	0.03	1.23	0.0007
Modelo 4	0.04	1.54	0.0007
Modelo 5	0.07	1.20	0.0012
Modelo 6	0.02	1.40	0.0004
Modelo 7	0.03	1.39	0.0005
Modelo 8	0.02	1.32	0.0005
Modelo 9	0.04	1.38	0.0007
Modelo 10	0.02	1.22	0.0004
Modelo 11	0.05	1.92	0.0008
Modelo 12	0.06	2.28	0.0006
Modelo 13	0.05	2.37	0.0007
Modelo 14	0.04	1.37	0.0008
Modelo 15	0.05	1.54	0.0006

Una vez obtenidos los datos, se calculan los factores de emisión en función a los kilómetros recorridos de los vehículos en la ciudad de Loja.

La tabla 8 muestra los valores de Kilómetros recorridos en vehículos en la ciudad de Loja.

Tabla 8. Kilómetros recorridos en vehículos en la ciudad de Loja

Fuente: Autor

Categoría	Recorrido promedio al día (Km/día)	Recorrido total anual (Km/año)
Auto	38	9880
Camioneta	38	9880
Pesado	30,5	7930
Moto	24	6340
Bus	256.6	80069,5
Taxi	297,6	92851,2

En la investigación realizada por (Silverio et al., 2023) se menciona el porcentaje de recorrido por marcha que se debe tener en cuenta para poder estimar el valor de emisiones como se puede observar en la gráfica 16.

MARCHAS	TIEMPO %	RECORRIDO %
1 _{ERA}	6.09	0.99
2 _{DA}	13.98	5.63
3 _{ERA}	30.67	19.63
4 _{TA}	16.06	15.44
5 _{TA}	32.22	58.26
RALENTI	0.95	0.05

Gráfica 16. Porcentaje de recorrido por marcha

Fuente: (Silverio et al., 2023)

En la investigación realizada por (Silverio et al., 2023) menciona que para poder estimar el valor de emisiones aplica las siguientes ecuaciones (11)(12)(13)(14)(15):

$$KM_{MARCHA} = \frac{KM_{\%MARCHA} * KM_{TOTAL}}{100} \quad (11)$$

Donde:

- KM_{MARCHA} : El recorrido en la marcha (km)
- $KM_{\%MARCHA}$: El porcentaje de recorrido en la marcha (%)
- KM_{TOTAL} : Recorrido total del vehiculo (km)

$$TIEMPO_{TOTAL} = \frac{KM_{TOTAL}}{V_{ELMEDIA}} \quad (12)$$

Donde:

- $TIEMPO_{TOTAL}$: Tiempo total del recorrido (h)
- KM_{TOTAL} : Recorrido total del vehiculo (km)
- $V_{ELMEDIA}$: La velocidad media que es igual a 44.97 (km/h)

$$TIEMPO_{MARCHA} = \frac{TIEMPO_{\%MARCHA} * TIEMPO_{TOTAL}}{100} \quad (13)$$

Donde:

- $TIEMPO_{MARCHA}$: Tiempo en la marcha (h)
- $TIEMPO_{\%MARCHA}$: El porcentaje del tiempo en la marcha (%)
- $TIEMPO_{TOTAL}$: Tiempo total del recorrido (h)

donde:

$$EMISION_{MARCHA} = TIEMPO_{MARCHA} * m_{GAS} * 3600 \quad (14)$$

- $EMISION_{MARCHA}$: Emision de gases en el recorrido (g)
- $TIEMPO_{MARCHA}$: Tiempo en la marcha (h)
- m_{GAS} : Factor de emision del gas (h)

$$EMISION_{g/km} = \frac{EMISION_{MARCHA}}{KM_{MARCHA}} \quad (15)$$

Donde:

- $EMISION_{g/km}$: Emision de los gases (g/km)
- $EMISION_{MARCHA}$: Emision de gases en el recorrido (g)
- KM_{MARCHA} : El recorrido en la marcha (km)

Con la ayuda de la ecuaciones y los datos obtenidos anteriormente se podrá calcular las emisiones de los gases contaminantes para cada marcha: CO, HC, CO₂, los datos mostrados en las tablas están expresados en gramos por km recorrido.

Primera marcha

La tabla 9 muestra los valores de Emisiones expresados (g/km) para primera marcha, de los cuales se destaca, el modelo 5 genera mayor emisiones de CO y HC, mientras que el modelo 13 genera mayor emisiones de CO₂.

Tabla 9. Emisiones en (g/km) Primera marcha
Fuente: Autor

Modelo	CO	CO ₂	HC
Modelo 1	20.88	684.92	0.49
Modelo 2	8.65	691.32	0.21
Modelo 3	13.22	603.63	0.34
Modelo 4	22.03	759.69	0.32
Modelo 5	32.18	590.31	0.61
Modelo 6	7.41	691.23	0.21
Modelo 7	14.35	683.90	0.25
Modelo 8	10.50	649.69	0.23
Modelo 9	18.14	678.32	0.34
Modelo 10	8.32	601.74	0.22
Modelo 11	26.75	947.23	0.40
Modelo 12	28.95	1120.84	0.31
Modelo 13	26.69	1167.55	0.34
Modelo 14	19.85	672.66	0.40
Modelo 15	23.12	757.48	0.30

Segunda Marcha

La tabla 10 muestra los valores de Emisiones expresados (g/km) para segunda marcha, de los cuales se destaca, el modelo 5 genera mayor emisiones de CO, mientras que el modelo 13 genera mayor emisiones de CO₂, por último, el modelo 1 genera más emisiones de HC.

Tabla 10. Emisiones en (g/km) Segunda marcha
Fuente: Autor

Modelo	CO	CO ₂	HC
Modelo 1	8.43	276.47	0.20
Modelo 2	3.49	279.06	0.09
Modelo 3	5.34	243.66	0.14
Modelo 4	8.89	306.66	0.13

Modelo	CO	CO2	HC
Modelo 5	12.99	238.29	0.25
Modelo 6	2.99	279.02	0.09
Modelo 7	5.79	276.06	0.10
Modelo 8	4.24	262.25	0.09
Modelo 9	7.32	273.81	0.14
Modelo 10	3.36	242.90	0.09
Modelo 11	10.80	382.36	0.16
Modelo 12	11.69	452.44	0.13
Modelo 13	10.77	471.29	0.14

Tercera Marcha

La tabla 11 muestra los valores de Emisiones expresados (g/km) para tercera marcha, de los cuales se destaca, el modelo 5 genera mayor emisiones de CO y HC, mientras que el modelo 13 genera mayor emisiones de CO2.

Tabla 11. Emisiones en (g/km) Tercera marcha
Fuente: Autor

Modelo	CO	CO2	HC
Modelo 1	5.30	173.96	0.13
Modelo 2	2.20	175.59	0.05
Modelo 3	3.36	153.31	0.09
Modelo 4	5.60	192.95	0.08
Modelo 5	8.17	149.93	0.15
Modelo 6	1.88	175.56	0.05
Modelo 7	3.64	173.70	0.06
Modelo 8	2.67	165.01	0.06
Modelo 9	4.61	172.28	0.09
Modelo 10	2.11	152.83	0.06
Modelo 11	6.79	240.58	0.10
Modelo 12	7.35	284.68	0.08
Modelo 13	6.78	296.54	0.09
Modelo 14	5.04	170.85	0.10
Modelo 15	5.87	192.39	0.08

Cuarta Marcha

La tabla 12 muestra los valores de Emisiones expresados (g/km) para cuarta marcha, de los cuales se destaca, el modelo 5 genera mayor emisiones de CO y HC, mientras que el modelo 12 genera mayor emisiones de CO2.

Tabla 12. Emisiones en (g/km) Cuarta marcha
Fuente: Autor

Modelo	CO	CO2	HC
Modelo 1	3.53	115.81	0.08
Modelo 2	1.46	116.89	0.04
Modelo 3	2.24	102.07	0.06
Modelo 4	3.73	128.46	0.05
Modelo 5	5.44	99.82	0.10
Modelo 6	1.25	116.88	0.04
Modelo 7	2.43	115.64	0.04
Modelo 8	1.78	109.86	0.04
Modelo 9	3.07	114.70	0.06
Modelo 10	1.41	101.75	0.04
Modelo 11	4.52	160.17	0.07
Modelo 12	4.90	189.52	0.05
Modelo 13	4.51	197.42	0.06
Modelo 14	3.36	113.74	0.07
Modelo 15	3.91	128.08	0.05

Quinta Marcha

La tabla 13 muestra los valores de Emisiones expresados (g/km) para quinta marcha, de los cuales se destaca, el modelo 5 genera mayor emisiones de CO y HC, mientras que el modelo 13 genera mayor emisiones de CO2.

Tabla 13. Emisiones en (g/km) Quinta marcha
Fuente: Autor

Modelo	CO	CO2	HC
Modelo 1	1.88	61.58	0.04
Modelo 2	0.78	62.15	0.02
Modelo 3	1.19	54.27	0.03
Modelo 4	1.98	68.30	0.03
Modelo 5	2.89	53.07	0.05
Modelo 6	0.67	62.14	0.02
Modelo 7	1.29	61.48	0.02
Modelo 8	0.94	58.41	0.02
Modelo 9	1.63	60.98	0.03
Modelo 10	0.75	54.10	0.02
Modelo 11	2.40	85.16	0.04
Modelo 12	2.60	100.77	0.03
Modelo 13	2.40	104.97	0.03
Modelo 14	1.78	60.47	0.04
Modelo 15	2.08	68.10	0.03

Ralentí

La tabla 14 muestra los valores de Emisiones expresados (g/km) en ralentí, el modelo 5 genera mayor emisiones de CO, mientras que el modelo 12 genera mayor emisiones de CO₂, por último, el modelo 15 genera más emisiones de HC.

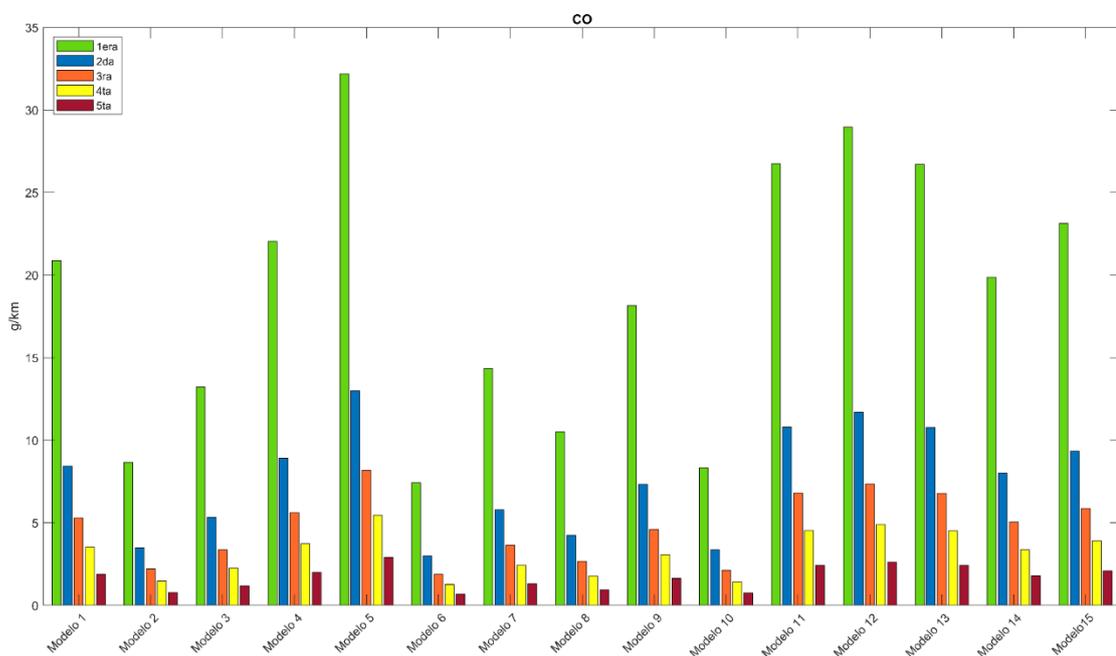
Tabla 14. Emisiones en (g/km) Ralentí
Fuente: Autor

Modelo	CO	CO ₂	HC
Modelo 1	17.41	642.18	0.45
Modelo 2	9.94	702.25	0.24
Modelo 3	18.78	547.58	0.33
Modelo 4	25.58	767.63	0.36
Modelo 5	42.71	592.19	0.65
Modelo 6	6.66	709.06	0.19
Modelo 7	10.14	651.12	0.25
Modelo 8	10.76	675.38	0.23
Modelo 9	17.11	618.01	0.34
Modelo 10	5.87	618.81	0.25
Modelo 11	27.57	935.91	0.49
Modelo 12	32.17	1270.50	0.35
Modelo 13	23.08	1064.76	0.27
Modelo 14	21.36	683.82	0.30
Modelo 15	29.13	747.25	0.48

RESULTADOS

Emisiones de Monóxido de carbono (CO)

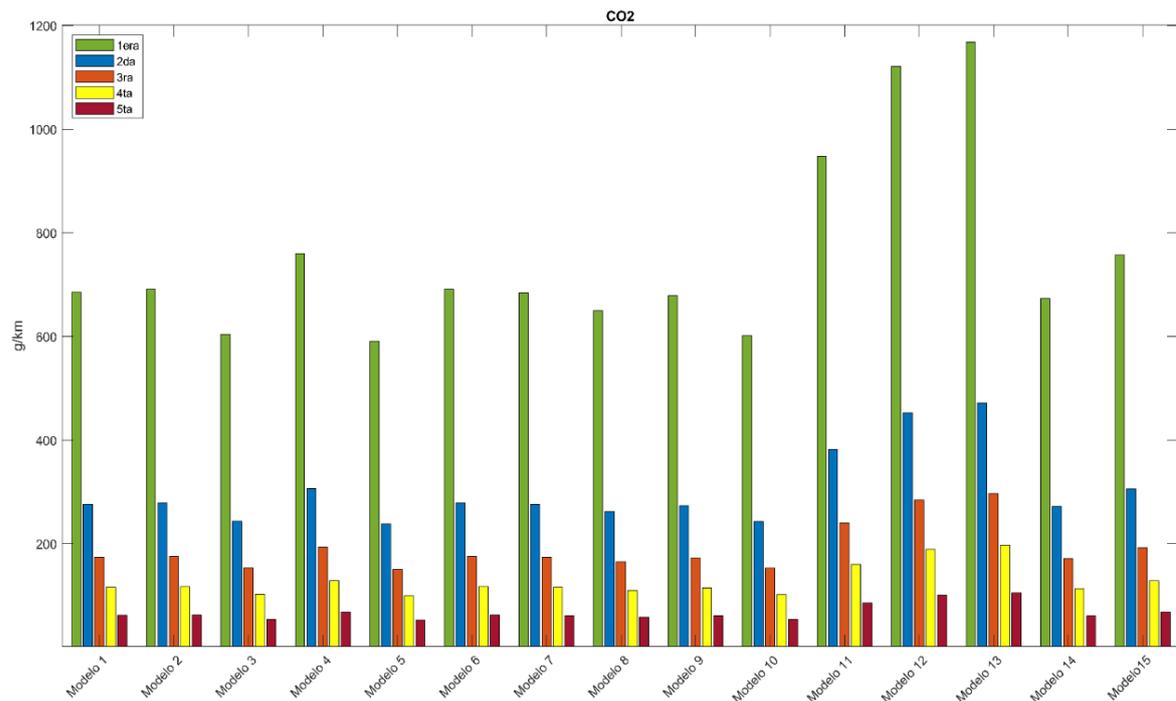
Como se puede observar en la gráfica 17, el vehículo que más emisión de monóxido de carbono (CO) expresado en (g/km) es el MODELO 5, estos valores de emisiones se ven reflejadas de manera más significativa en primera marcha con un valor de 32 (g/km), seguido de la MODELO 12, que igualmente se ven reflejadas de manera más significativa en primera marcha con un valor de 28 (g/km).



Gráfica 17. Emisiones CO (g/km) producidas en las distintas marchas
Fuente: Autor

Emisiones de Dióxido de carbono (CO₂)

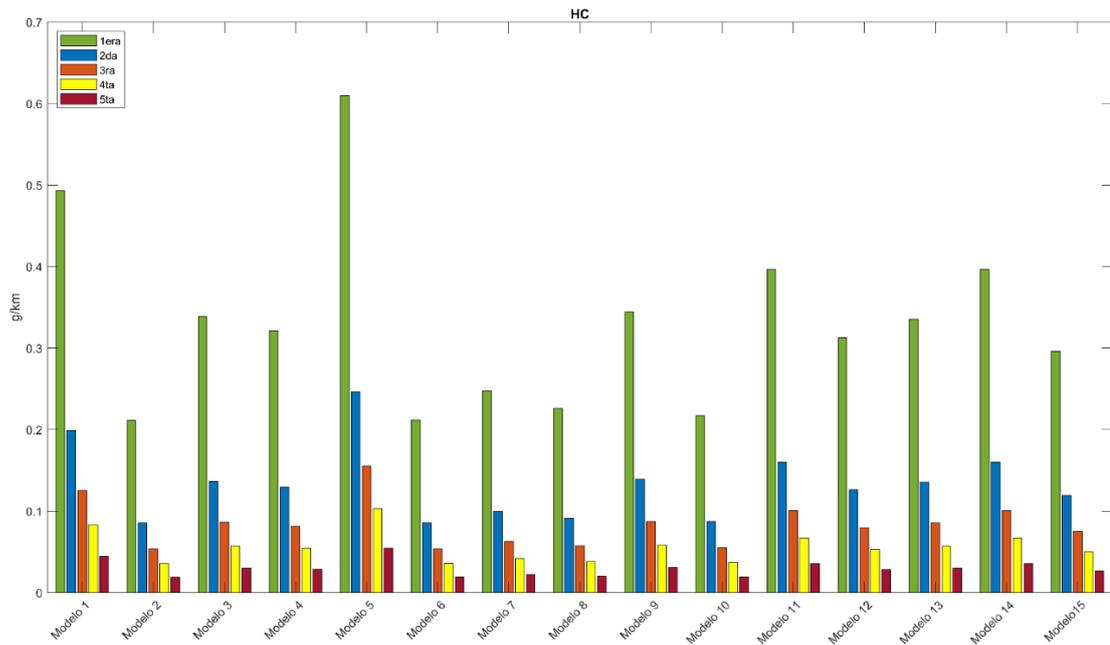
Como se puede observar en la gráfica 18, el vehículo que más emisión de dióxido de carbono (CO₂) expresado en (g/km) es el MODELO 13, estos valores de emisiones se ven reflejadas de manera más significativa en primera marcha con un valor de 1800 (g/km), seguido de la MODELO 12, que igualmente se ven reflejadas de manera más significativa en primera marcha con un valor de 1500 (g/km).



Gráfica 18. Emisiones de CO2 producidas en las distintas marchas
Fuente: Autor

Emisiones de Hidrocarburos no combustionados (HC)

Como se puede observar en la gráfica 19, el vehículo que más emisión de hidrocarburos no combustionados (HC) expresado en (g/km) es el MODELO 5, estos valores de emisiones se ven reflejadas de manera más significativa en primera marcha con un valor de 0.61 (g/km), seguido de la MODELO 1, que igualmente se ven reflejadas de manera más significativa en primera marcha con un valor de 0.49 (g/km).



Gráfica 19. Emisiones de HC producidas en las distintas marchas
Fuente: Autor

EMISIÓN ANUAL

Con 9.880 kilómetros recorridos en un auto anualmente en Loja y usando el porcentaje de recorrido se podrá calcular las emisiones promedio de un vehículo se obtiene los siguientes resultados.

Primera marcha

La tabla 15 muestra los valores de Emisiones expresados en (g) para primera marcha, de los cuales se destaca, el modelo 5 genera mayor emisiones de CO, mientras que el modelo 13 genera mayor emisiones de CO₂, por último, el modelo 1 genera más emisiones de HC.

Tabla 15. Emisiones (g) Primera marcha
Fuente: Autor

Modelo	CO	CO ₂	HC
Modelo 1	2041.90	66992.94	48.25
Modelo 2	845.69	67618.95	20.66
Modelo 3	1292.89	59041.86	33.15
Modelo 4	2155.23	74307.10	31.40
Modelo 5	3147.57	57739.69	59.67
Modelo 6	724.92	67610.12	20.72

Modelo	CO	CO2	HC
Modelo 7	1403.19	66893.58	24.18
Modelo 8	1027.20	63547.53	22.10
Modelo 9	1774.38	66347.61	33.68
Modelo 10	813.49	58857.11	21.22
Modelo 11	2616.45	92650.76	38.77
Modelo 12	2831.64	109631.17	30.57
Modelo 13	2610.74	114200.13	32.84
Modelo 14	1941.87	65794.51	38.81
Modelo 15	2261.33	74090.98	28.93

Segunda marcha

La tabla 16 muestra los valores de Emisiones expresados en (g) para segunda marcha, de los cuales se destaca, el modelo 5 genera mayor emisiones de CO, mientras que el modelo 13 genera mayor emisiones de CO2, por último, el modelo 1 genera más emisiones de HC.

Tabla 16. Emisiones (g) Segunda marcha
Fuente: Autor

Modelo	CO	CO2	HC
Modelo 1	4687.31	153786.74	110.76
Modelo 2	1941.33	155223.80	47.42
Modelo 3	2967.92	135534.51	76.10
Modelo 4	4947.47	170576.88	72.09
Modelo 5	7225.46	132545.29	136.98
Modelo 6	1664.10	155203.52	47.56
Modelo 7	3221.12	153558.67	55.50
Modelo 8	2358.00	145877.57	50.74
Modelo 9	4073.22	152305.36	77.31
Modelo 10	1867.43	135110.42	48.71
Modelo 11	6006.25	212685.97	89.00
Modelo 12	6500.23	251665.64	70.18
Modelo 13	5993.12	262154.00	75.39
Modelo 14	4457.69	151035.68	89.09
Modelo 15	5191.03	170080.78	66.42

Tercera Marcha

La tabla 17 muestra los valores de Emisiones expresados en (g) para tercera marcha, de los cuales se destaca, el modelo 5 genera mayor emisiones de CO y HC, mientras que el modelo 13 genera más emisiones de CO2.

Tabla 17. Emisiones (g) Tercera marcha
Fuente: Autor

Modelo	CO	CO2	HC
Modelo 1	10283.25	337384.79	242.98
Modelo 2	4258.99	340537.47	104.03
Modelo 3	6511.18	297342.15	166.96
Modelo 4	10853.99	374219.82	158.15
Modelo 5	15851.56	290784.26	300.51
Modelo 6	3650.78	340492.98	104.35
Modelo 7	7066.65	336884.44	121.76
Modelo 8	5173.09	320033.27	111.31
Modelo 9	8936.02	334134.86	169.60
Modelo 10	4096.85	296411.77	106.87
Modelo 11	13176.79	466600.77	195.26
Modelo 12	14260.51	552116.26	153.96
Modelo 13	13148.00	575126.12	165.40
Modelo 14	9779.50	331349.38	195.45
Modelo 15	11388.33	373131.44	145.72

Cuarta Marcha

La tabla 18 muestra los valores de Emisiones expresados en (g) para cuarta marcha, de los cuales se destaca, el modelo 5 genera mayor emisiones de CO y HC, mientras que el modelo 13 genera más emisiones de CO2.

Tabla 18. Emisiones (g) Cuarta marcha
Fuente: Autor

Modelo	CO	CO2	HC
Modelo 1	5384.71	176667.74	127.23
Modelo 2	2230.17	178318.61	54.47
Modelo 3	3409.50	155699.87	87.43
Modelo 4	5683.57	195955.99	82.81
Modelo 5	8300.49	152265.90	157.36
Modelo 6	1911.69	178295.32	54.64
Modelo 7	3700.37	176405.74	63.76
Modelo 8	2708.83	167581.82	58.29
Modelo 9	4679.25	174965.96	88.81
Modelo 10	2145.27	155212.69	55.96
Modelo 11	6899.88	244330.24	102.25
Modelo 12	7467.36	289109.46	80.62
Modelo 13	6884.80	301158.31	86.61
Modelo 14	5120.93	173507.37	102.34
Modelo 15	5963.37	195386.08	76.30

Quinta Marcha

La tabla 19 muestra los valores de Emisiones expresados en (g) para quinta marcha, de los cuales se destaca, el modelo 5 genera mayor emisiones de CO y HC, mientras que el modelo 13 genera más emisiones de CO₂.

Tabla 19. Emisiones (g) Quinta marcha
Fuente: Autor

Modelo	CO	CO ₂	HC
Modelo 1	10802.94	354435.53	255.26
Modelo 2	4474.23	357747.55	109.29
Modelo 3	6840.24	312369.23	175.40
Modelo 4	11402.53	393132.13	166.14
Modelo 5	16652.67	305479.91	315.70
Modelo 6	3835.28	357700.81	109.62
Modelo 7	7423.78	353909.90	127.92
Modelo 8	5434.53	336207.11	116.94
Modelo 9	9387.63	351021.36	178.17
Modelo 10	4303.90	311391.83	112.27
Modelo 11	13842.72	490181.83	205.13
Modelo 12	14981.21	580019.10	161.74
Modelo 13	13812.47	604191.83	173.75
Modelo 14	10273.74	348095.11	205.32
Modelo 15	11963.87	391988.75	153.08

Ralentí

La tabla 20 muestra los valores de Emisiones expresados en (g) para ralentí, de los cuales se destaca, el modelo 5 genera mayor emisiones de CO, mientras que el modelo 13 genera mayor emisiones de CO₂, por último, el modelo 1 genera más emisiones de HC.

Tabla 20. Emisiones (g) Ralentí
Fuente: Autor

Modelo	CO	CO ₂	HC
Modelo 1	85.996	3172.361	2.205
Modelo 2	49.109	3469.126	1.163
Modelo 3	92.788	2705.027	1.626
Modelo 4	126.350	3792.106	1.767
Modelo 5	211.004	2925.443	3.228
Modelo 6	32.902	3502.761	0.959
Modelo 7	50.112	3216.510	1.232

Modelo	CO	CO2	HC
Modelo 8	53.167	3336.387	1.149
Modelo 9	84.541	3052.961	1.685
Modelo 10	29.000	3056.937	1.249
Modelo 11	136.185	4623.395	2.437
Modelo 12	158.916	6276.251	1.710
Modelo 13	114.016	5259.894	1.336
Modelo 14	105.542	3378.093	1.501
Modelo 15	143.878	3691.412	2.354

CAPITULO V: EMISIONES TOTALES

TONELADAS DE EMISIONES ANUALES

Con los datos obtenidos anteriormente de la emisión anual de todos los vehículos analizados, se podrá calcular con la ecuación (16) la emisión total con el número de vehículos pertenecientes a los modelos seleccionados (Silverio et al., 2023).

$$\text{Ton: Emision anual} * \text{total de modelos de vehiculos} \quad (16)$$

Primera marcha

La tabla 21 muestra los valores de Emisiones expresados en (ton/año) para primera marcha de los cuales se destaca, el modelo 12 genera mayor emisiones de CO, mientras que el modelo 2 genera mayor emisiones de CO₂, por último, el modelo 1 genera mayor emisiones de HC.

Tabla 21. Emisiones totales (ton/año) Primera marcha
Fuente: Autor

MODELO	CO	CO ₂	HC
Modelo 1	2.59	85.08	0.06
Modelo 2	2.08	165.94	0.05
Modelo 3	0.63	28.93	0.02
Modelo 4	1.15	39.53	0.02
Modelo 5	0.99	18.07	0.02
Modelo 6	0.85	79.31	0.02
Modelo 7	0.85	40.60	0.01
Modelo 8	0.69	42.64	0.01
Modelo 9	1.08	40.54	0.02
Modelo 10	0.34	24.84	0.01
Modelo 11	1.20	42.34	0.02
Modelo 12	3.45	133.64	0.04
Modelo 13	0.63	27.41	0.01
Modelo 14	0.56	19.01	0.01
Modelo 15	0.73	24.01	0.01

Segunda Marcha

La tabla 22 muestra los valores de Emisiones expresados en (ton/año) para segunda marcha de los cuales se destaca, el modelo 12 genera mayor emisiones de CO, mientras que el modelo 2 genera mayor emisiones de CO₂, por último, el modelo 1 genera más emisiones de HC.

Tabla 22. Emisiones totales (ton/año) Segunda marcha
Fuente: Autor

MODELO	CO	CO ₂	HC
Modelo 1	5.95	195.31	0.14
Modelo 2	4.76	380.92	0.12
Modelo 3	1.45	66.41	0.04
Modelo 4	2.63	90.75	0.04
Modelo 5	2.26	41.49	0.04
Modelo 6	1.95	182.05	0.06
Modelo 7	1.96	93.21	0.03
Modelo 8	1.58	97.88	0.03
Modelo 9	2.49	93.06	0.05
Modelo 10	0.79	57.02	0.02
Modelo 11	2.74	97.20	0.04
Modelo 12	7.92	306.78	0.09
Modelo 13	1.44	62.92	0.02
Modelo 14	1.29	43.65	0.03
Modelo 15	1.68	55.11	0.02

Tercera Marcha

La tabla 23 muestra los valores de Emisiones expresados en (ton/año) para tercera marcha, de los cuales se destaca, el modelo 12 genera mayor emisiones de CO, mientras que el modelo 2 genera mayor emisiones de CO₂, por último, el modelo 1 genera más emisiones de HC.

Tabla 23. Emisiones totales (ton/año) Tercera marcha
Fuente: Autor

MODELO	CO	CO ₂	HC
Modelo 1	13.06	428.48	0.31
Modelo 2	10.45	835.68	0.26
Modelo 3	3.19	145.70	0.08
Modelo 4	5.77	199.08	0.08
Modelo 5	4.96	91.02	0.09

MODELO	CO	CO2	HC
Modelo 6	4.28	399.40	0.12
Modelo 7	4.29	204.49	0.07
Modelo 8	3.47	214.74	0.07
Modelo 9	5.46	204.16	0.10
Modelo 10	1.73	125.09	0.05
Modelo 11	6.02	213.24	0.09
Modelo 12	17.38	673.03	0.19
Modelo 13	3.16	138.03	0.04
Modelo 14	2.83	95.76	0.06
Modelo 15	3.69	120.89	0.05

Cuarta Marcha

La tabla 24 muestra los valores de Emisiones expresados en (ton/año) para cuarta marcha, de los cuales se destaca, el modelo 12 genera mayor emisiones de CO, mientras que el modelo 2 genera mayor emisiones de CO2, por último, el modelo 1 genera más emisiones de HC.

Tabla 24. Emisiones totales (ton/año) Cuarta marcha
Fuente: Autor

MODELO	CO	CO2	HC
Modelo 1	6.84	224.37	0.16
Modelo 2	5.47	437.59	0.13
Modelo 3	1.67	76.29	0.04
Modelo 4	3.02	104.25	0.04
Modelo 5	2.60	47.66	0.05
Modelo 6	2.24	209.14	0.06
Modelo 7	2.25	107.08	0.04
Modelo 8	1.82	112.45	0.04
Modelo 9	2.86	106.90	0.05
Modelo 10	0.91	65.50	0.02
Modelo 11	3.15	111.66	0.05
Modelo 12	9.10	352.42	0.10
Modelo 13	1.65	72.28	0.02
Modelo 14	1.48	50.14	0.03
Modelo 15	1.93	63.31	0.02

Quinta Marcha

La tabla 25 muestra los valores de Emisiones expresados en (ton/año) para quinta marcha, de los cuales se destaca, el modelo 12 genera mayor emisiones de CO,

mientras que el modelo 2 genera mayor emisiones de CO₂, por último, el modelo 1 genera más emisiones de HC.

Tabla 25. Emisiones totales (ton/año) Quinta marcha

Fuente: Autor

MODELO	CO	CO ₂	HC
Modelo 1	13.72	450.13	0.32
Modelo 2	10.98	877.91	0.27
Modelo 3	3.35	153.06	0.09
Modelo 4	6.07	209.15	0.09
Modelo 5	5.21	95.62	0.10
Modelo 6	4.50	419.58	0.13
Modelo 7	4.51	214.82	0.08
Modelo 8	3.65	225.59	0.08
Modelo 9	5.74	214.47	0.11
Modelo 10	1.82	131.41	0.05
Modelo 11	6.33	224.01	0.09
Modelo 12	18.26	707.04	0.20
Modelo 13	3.31	145.01	0.04
Modelo 14	2.97	100.60	0.06
Modelo 15	3.88	127.00	0.05

Ralentí

La tabla 26 muestra los valores de Emisiones expresados en (ton/año) en ralentí, de los cuales se destaca, el modelo 12 genera mayor emisiones de CO, mientras que el modelo 2 genera mayor emisiones de CO₂, por último, el modelo 2 genera más emisiones de HC.

Tabla 26. Emisiones totales (ton/año) Ralentí

Fuente: Autor

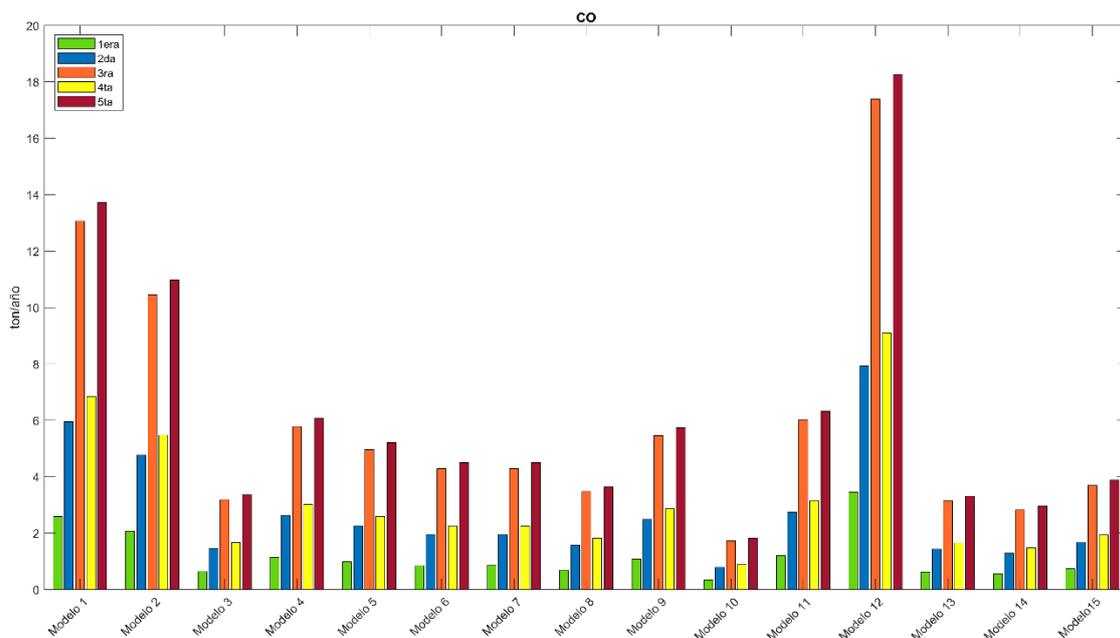
MODELO	CO	CO ₂	HC
Modelo 1	0.1092	4.0289	0.0028
Modelo 2	0.1205	8.5132	0.0029
Modelo 3	0.0455	1.3255	0.0008
Modelo 4	0.0672	2.0174	0.0009
Modelo 5	0.0660	0.9157	0.0010
Modelo 6	0.0386	4.1087	0.0011
Modelo 7	0.0304	1.9524	0.0007
Modelo 8	0.0357	2.2387	0.0008
Modelo 9	0.0517	1.8654	0.0010
Modelo 10	0.0122	1.2900	0.0005
Modelo 11	0.0622	2.1129	0.0011

MODELO	CO	CO2	HC
Modelo 12	0.1937	7.6507	0.0021
Modelo 13	0.0274	1.2624	0.0003
Modelo 14	0.0305	0.9763	0.0004
Modelo 15	0.0466	1.1960	0.0008

RESULTADOS

Emisiones de Monóxido de carbono (CO)

Como se puede observar en la gráfica 20, el vehículo que más emisiones anuales de monóxido de carbono (CO) expresado en (ton/año) es el MODELO 12, las cuales se ven reflejadas de manera más significativa en tercera y quinta marcha, seguido del Modelo 1, que igualmente mantiene la mayor cantidad de emisiones en tercera y quinta marcha.

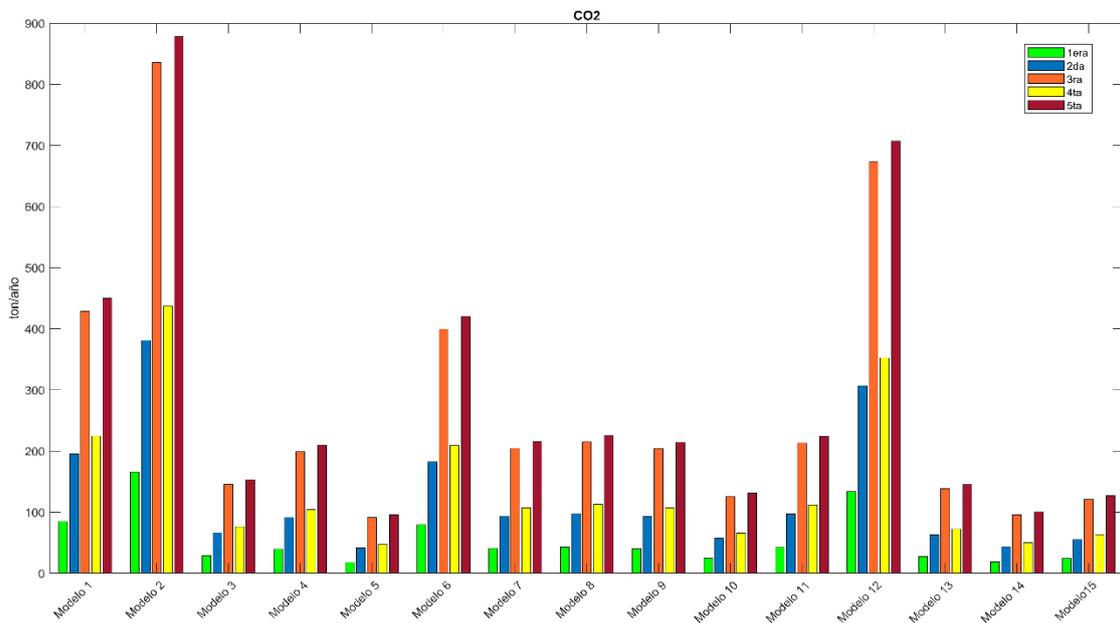


Gráfica 20. Emisiones CO2 (ton/año) producidas anualmente
Fuente: Autor

Emisiones de Dióxido de carbono (CO2)

Como se puede observar en la gráfica 21, el vehículo que más emisiones anuales de dióxido de carbono (CO2) expresado en (ton/año) es el MODELO 2, las cuales se ven reflejadas de manera más significativa en tercera y quinta marcha, seguido del

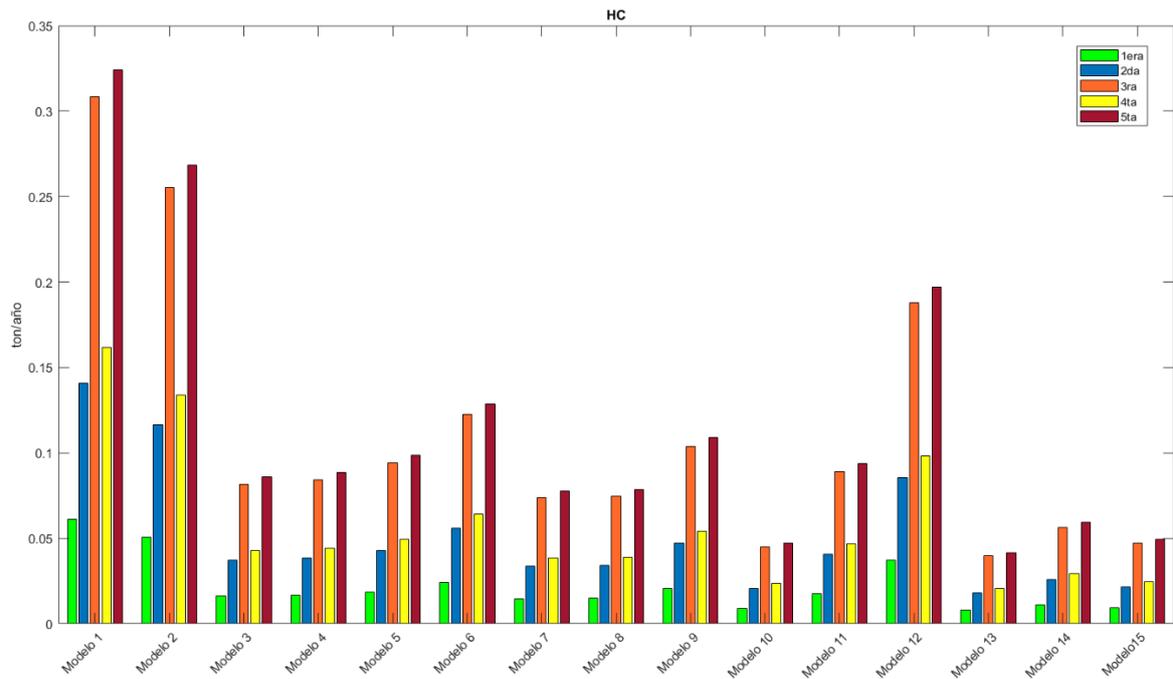
Modelo 12, que igualmente mantiene la mayor cantidad de emisiones en tercera y quinta marcha.



Gráfica 21. Emisiones de CO2 (ton/año) producidas Anualmente
Fuente: Autor

Emisiones de Hidrocarburos no combustionados (HC)

Como se puede observar en la gráfica 22, el vehículo que más emisiones anuales de Hidrocarburos no combustionados (HC) expresado en (ton/año) es el MODELO 1, las cuales se ven reflejadas de manera más significativa en tercera y quinta marcha, seguido del Modelo 2, que igualmente mantiene la mayor cantidad de emisiones en tercera y quinta marcha.



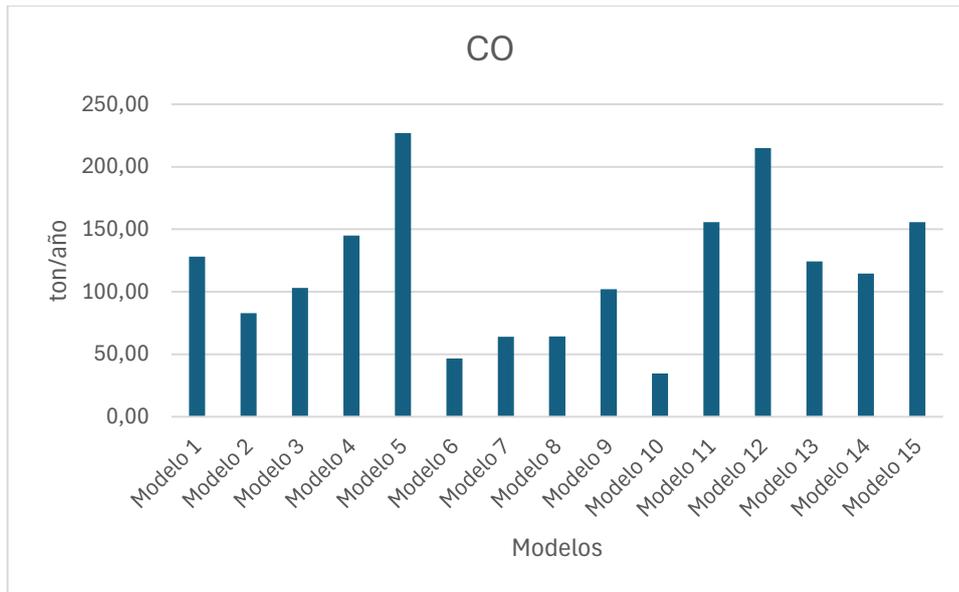
Gráfica 22. Emisiones de HC (ton/año) producidas Anualmente
Fuente: Autor

CONTAMINACIÓN ANUAL DE VEHÍCULOS

Para obtener los valores de las emisiones anuales se utiliza la ecuación (17) que se genera por la suma de todas las emisiones de cada marcha del vehículo por la cantidad de vehículos que circulan en la ciudad (Silverio et al., 2023).

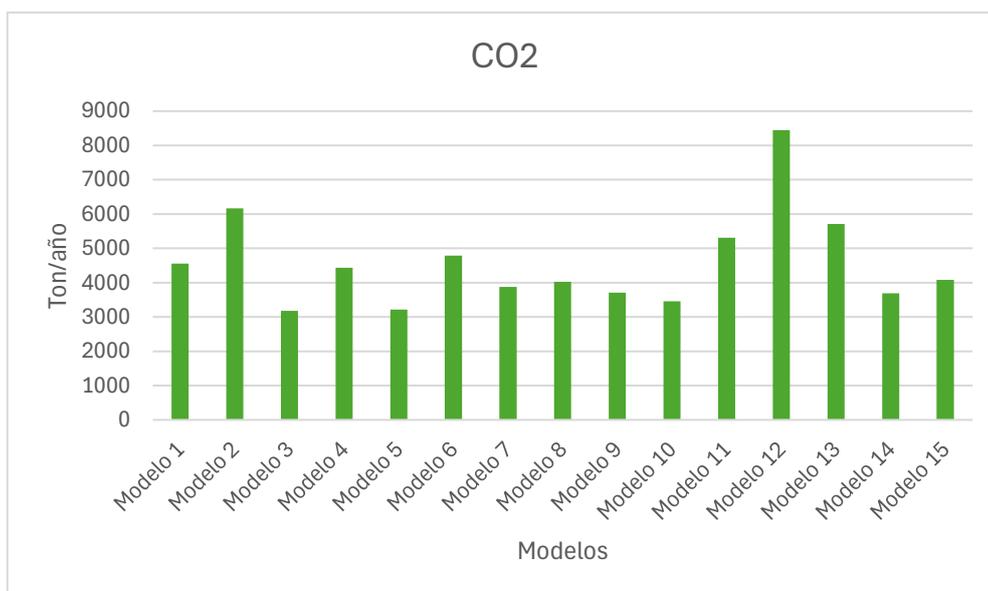
$$Ton: (\text{sumatoria de emisiones en marchas}) * \text{total de modelos de vehiculos} \quad (17)$$

Se puede observar en la gráfica 23, la suma de todas las emisiones de cada marcha del vehículo, con lo que se obtiene la contaminación anual promedio de cada vehículo. El modelo 5 es el vehículo que mayor cantidad de emisión de CO produce anualmente, seguido del modelo 12, estos valores se ven afectados directamente por la cantidad de modelos que existen circulando en el año de análisis.



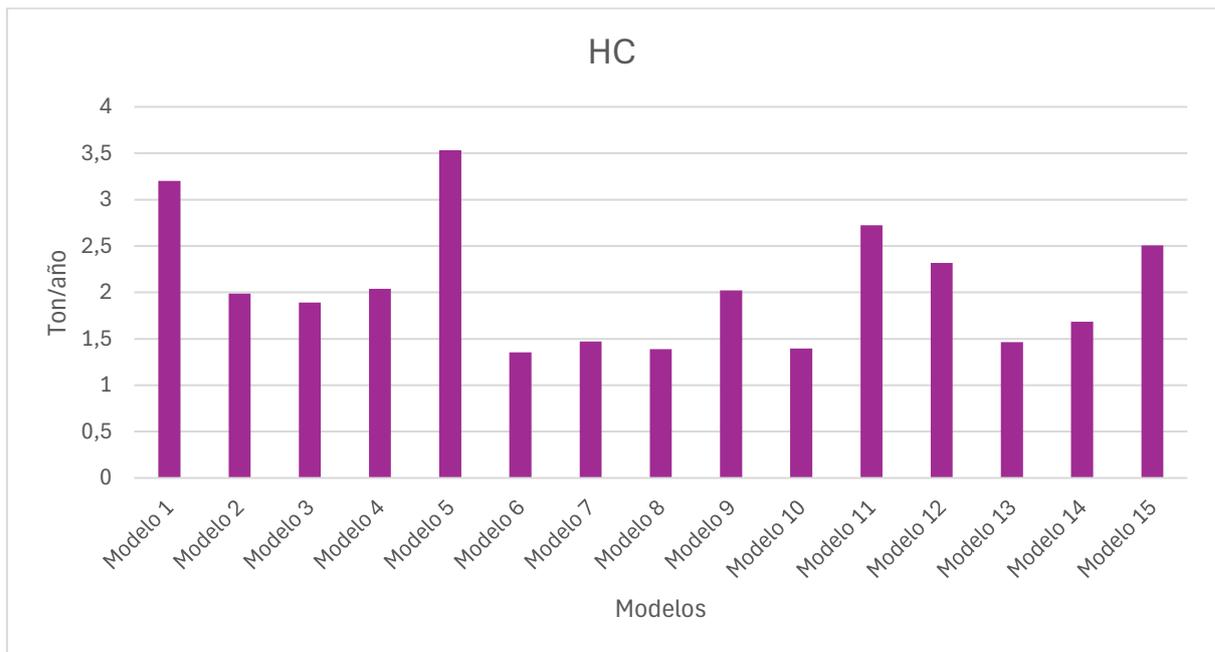
Gráfica 23. Emisiones totales de CO (ton/año) producidas Anualmente.
Fuente: Autor

Se puede observar en la gráfica 24, la suma de todas las emisiones de cada marcha del vehículo, con lo que se obtiene la contaminación anual promedio de cada vehículo. El modelo 12 es el vehículo que mayor cantidad de emisión de CO₂ produce anualmente, seguido del modelo 2, estos valores se ven afectados directamente por la cantidad de modelos que existen circulando en el año de análisis.



Gráfica 24. Emisiones totales de CO₂ (ton/año) producidas Anualmente.
Fuente: Autor

Se puede observar en la gráfica 25, la suma de todas las emisiones de cada marcha del vehículo, con lo que se obtiene la contaminación anual promedio de cada vehículo. El modelo 5 es el vehículo que mayor cantidad de emisión de HC produce anualmente, seguido del modelo 1, estos valores se ven afectados directamente por la cantidad de modelos que existen circulando en el año de análisis.



Gráfica 25. Emisiones totales de HC (ton/año) producidas Anualmente.
Fuente: Autor

CONCLUSIONES

En conclusión, realizar un estado del arte sobre la estimación de emisiones es fundamental para sustentar el desarrollo de la investigación. Analizar investigaciones previas permite identificar las metodologías a aplicar. Este proceso de revisión exhaustiva no solo garantiza la calidad y relevancia de la investigación, sino que también contribuye al avance del conocimiento en la mitigación de emisiones que puede generar el parque automotor.

Los valores máximos de emisiones que generan los vehículos por lo general se emiten cuando el Automotor se revoluciona es decir marchas bajas como primera y segunda marcha, también influirá directamente el estilo de conducción ya que, al adoptar un estilo de conducción agresivo, como aceleraciones bruscas, frenadas repentinas y altas velocidades constantes, el motor del vehículo trabaja más duro y consume más combustible de manera ineficiente.

La cantidad de emisiones contaminantes que puede generar un vehículo depende de sus características como el año de fabricación y otros factores como la cantidad de los vehículos que circulen en un medio, tomando en cuenta los 15 vehículos más populares que se encuentran en la ciudad de Loja en el año de análisis y las características de ese año. El vehículo que más genera emisiones de Monóxido de carbono (CO) anualmente es la Marca A con el Modelo 5 con 227 toneladas anuales, mientras que el vehículo que menos emisiones de Monóxido de carbono (CO) genera es la Marca A con el modelo 10 con 34.58 toneladas anuales. El vehículo que más genera emisiones de Dióxido de carbono (CO₂) anualmente es la Marca D con el Modelo 12 con 8.449 toneladas anuales, mientras que el vehículo que menos emisiones de Dióxido de carbono (CO) genera es la Marca A con el modelo 5 con 3.219 toneladas anuales. Por último, el vehículo que más genera emisiones de Hidrocarburos no combustionados (HC) anualmente es la Marca A con el modelo 5 con 3.5 Toneladas anuales, mientras que el vehículo que menos emisiones de

Hidrocarburos no combustionados (HC) genera es la Marca A con el modelo 6 con 1.35 toneladas anuales.

BIBLIOGRAFÍA

- Argota, G. (2018). Ética Ecológica: Una Reconfiguración Cultural Del Sentido De La Naturaleza. *Utopia y Praxis Latinoamericana*, 23(83), 183–193.
- Arroyo, M., & Ramírez, A. (2020). Dióxido de carbono, sus dos caras. *Anales de Química*, 116(2), 81–87. www.rseq.org82
- Asamblea Nacional. (2008). Constitución del Ecuador (análisis) | Análisis de la Constitución de la República del Ecuador. *Iusrectusecart*, 449, 1–219. www.lexis.com.ec
- Caizaluisa D. (2016). *La contaminación del aire por emisión de gases tóxicos vulnera el Derecho del Buen Vivir, en el Distrito Metropolitano de Quito Barrio Los Dos Puentes, durante el año 2014*. 116.
- Cedeño, L., Antonio, E., Carlos, J., Zurita, P., Belén, D., Milla, L., César, J., Antonio, E., Cedeño, L., Rocha-hoyos, J. C., Peralta, D. B., César, J., & Milla, L. (2018). Evaluación de emisiones de gases en un vehículo liviano a gasolina en condiciones de altura . Caso de estudio Quito , Ecuador (Evaluation of gas emissions in light gasoline vehicles in height conditions . Case study Quito , Ecuador). *Enfoque UTE*, 9(2), 149–158. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=572262061014>
- EX-IEOS. (1992). Instituto Ecuatoriano de Normalizacion. *Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2002*. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1338-3.pdf>
- Franco Intriago, M. E., & Loor Moncayo, S. A. (2021). La ética del control de la contaminación ambiental automotriz en el Ecuador. *Journal of Economic and Social Science Research*, 1(1), 1–14. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v1/n1/16>
- Gobierno Electrónico. (2023). *Revisión técnica vehicular*.

- González, M. A. G., Israde, M. R. R., & Guerra, D. R. V. (2012). *Universidad Autónoma del Estado de México*. 12, 8–9.
http://veterinaria.uaemex.mx/_docs/61_ARCHO_PRACTICAS DE TERAPEUTICA QUIRURGICA.pdf
- Oceana. (2023). *Fuentes de emisiones de gases contaminantes - Oceana Europe*. 1–3.
<https://europe.oceana.org/es/que-hacemos-cambio-climatico-y-energias-renovables-cambio-climatico-mas-informacion-fuentes-de-emisiones-de-gases-contaminant/>
- Páez Pérez, C. (2009). *GESTIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA URBANA: EL CASO DE QUITO*. 1–17.
<http://www.flacsoandes.edu.ec/web/imagesFTP/10088.ContaminacionQuito.pdf>
- Porras, A. (2017). Conceptos básicos de estadística Autor : Diplomado en análisis de información geoespacial. *Conacyt*, 1, 9.
[https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/157/1/13-Conceptos Básicos de Estadística - Diplomado en Análisis de Información Geoespacial.pdf](https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/157/1/13-Conceptos%20Básicos%20de%20Estadística%20-%20Diplomado%20en%20Análisis%20de%20Información%20Geoespacial.pdf)
- Rivera-Campoverde, N. D., Muñoz-Sanz, J. L., & Arenas-Ramirez, B. D. V. (2021). Estimation of pollutant emissions in real driving conditions based on data from OBD and machine learning. *Sensors*, 21(19), 1–16.
<https://doi.org/10.3390/s21196344>
- Rojas Marín, J. F., & Herrera Murillo, J. (2020). Modelos de estimación de emisiones vehiculares como herramienta para mejorar la calidad del aire José Félix Rojas Marín Jorge Herrera Murillo. *Revista Trimestral Sobre La Actualidad Ambiental*, 26–32.
- Servicio Ecuatoriano de Normalización. (2016). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2656 - Clasificación vehicular*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2656-1.pdf

Silverio, A., Nickolas, W., Puzma, Á., & Fernando, J. (2023). *Modelo de estimación de emisiones basado en características constructivas de vehículos M1, caso Cuenca-Ecuador*.

T. Teddy Canelas Verduguez. (2008). Capítulo 3 Medidas De Posición. *Estadística*, 1–20.
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4466/Canelas.PDF?sequence=3&isAllowed=y>

Tirado Rebaza, L. U. M., Tirado Paz, E. D., Tirado Rebaza, I. A., Mena Choque, F., & Montánchez Picardo, E. G. (2021). Análisis y evaluación de los niveles de CO y CO₂ en la ciudad de Tacna en relación con el parque automotor y los estándares de calidad ambiental del aire. *Arquitek*, 20, 21–33.
<https://doi.org/10.47796/ra.2021i20.549>

USEPA. (2002). User's Guide to MOBILE6.1 and MOBILE6.2: Mobile Source Emission Factor Model. *Air and Radiation*, 1(October), 264.
<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/P1001DSD.txt?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=2000 Thru 2005&Docs=&Query=&Time=&EndTime=&SearchMethod=1&TocRestrict=n&Toc=&TocEntry=&QField=&QFieldYear=&QFieldMonth=&QFieldDay=&UseQField=&IntQFieldOp=0&ExtQFieldOp=>

ANEXOS

La tabla 27. Muestra los diferentes modelos de vehículos que circulan en la ciudad de Loja.

Tabla 27. Modelos de vehículos
Fuente: Autor

Modelo	Vehículo
Modelo 1	ACCENT 1.6
Modelo 2	AVEO ACTIVO 1.6
Modelo 3	ACCENT 1.4
Modelo 4	CORSA EVOLUTION 1.8
Modelo 5	CORSA EVOLUTION 1.4 ACTIVO
Modelo 6	AVEO EMOTION 1.6
Modelo 7	COROLLA 1.6
Modelo 8	AVEO FAMILY 1.5
Modelo 9	ALLEGRO SEDAN 1.6
Modelo 10	AVEO ACTIVO 1.4
Modelo 11	BT-50 CD 2.2
Modelo 12	BT-50 CD ACTION 2.6
Modelo 13	HILUX CD 2.7
Modelo 14	ACCENT VERNA 1.6
Modelo 15	COROLLA 1.8

La tabla 28. Muestra las diferentes marcas de vehículos que circulan en la ciudad de Loja.

Tabla 28. Marcas de Vehículos
Fuente: Autor

Modelo	Vehículo
A	CHEVROLET
B	HYUNDAI
C	TOYOTA
D	MAZDA

