



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

**“ELABORACIÓN DE UN INVENTARIO DE EMISIONES
ATMOSFÉRICAS DE FUENTES MOVILES DEL CANTON
AMBATO DEL AÑO 2019, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL
MODELO IVE.”**

Trabajo de Titulación

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTOR: CHRISTIAN GEOVANNY ROBALINO TORRES

DIRECTORA: Ing. MARÍA SOLEDAD NÚÑEZ MORENO, Msc.

Riobamba – Ecuador

2023

©2023, Christian Geovanny Robalino Torres

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica de del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, CHRISTIAN GEOVANNY ROBALINO TORRES, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 03 de febrero del 2023

A handwritten signature in purple ink, appearing to read 'Christian Geovanny Robalino Torres', written in a cursive style.

Christian Geovanny Robalino Torres
1804867289

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El Trabajo de Titulación; Tipo: Proyecto de Investigación, **“ELABORACIÓN DE UN INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS DE FUENTES MOVILES DEL CANTON AMBATO DEL AÑO 2019, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL MODELO IVE”**, realizado por el señor: **CHRISTIAN GEOVANNY ROBALINO TORRES**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Dr. Celso Guillermo Recalde Moreno. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-02-03
Ing. María Soledad Nuñez Moreno MSc. DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2023-02-03
Ing. María Rafaela Viteri Uzcátegui MSc. ASESORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		2023-02-03

DEDICATORIA

Con mucho amor dedico esta tesis realizada con esfuerzo y dedicación, a mis padres Carlos Robalino y Mariana Torres, por brindarme su apoyo y alentarme durante toda mi vida, y a pesar de las dificultades presentadas, estuvieron a mi lado, e hicieron de mí una persona perseverante capaz de alcanzar mis metas y sueños, y seguir adelante pese a las dificultades en el transcurso de la vida.

Christian

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer primero a Dios, todo lo puedo en él, y sé que es mi guía en cada momento.

A mis padres que han dado todo por mí, a mis hermanos Roberto, Maritza y Jessica y mi sobrino Santiago que me motivan e inspiran para continuar en cada momento.

Agradecer a cada persona colaboro con la realización de esta tesis e investigación.

A mi tutora Ing. Soledad Núñez por la inmensa paciencia, guía y tiempo invertido en la presentación de esta tesis, a Ud. gratitud.

A mi asesora Ing. Rafaela Viteri por inspirarme, enseñarme y brindarme su apoyo en cada momento de mi carrera. Gracias por todo y por su amistad

Al GAD AMBATO en especial a los Ingenieros Eduardo Montero y Javier Chanalata cuyo apoyo en la parte práctica de la tesis ha sido esencial.

A todos de corazón Dios les pague.

Christian

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
ÍNDICE DE SIGLAS.....	xiii
INDICE DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	6
1.1. Contaminación atmosférica.....	6
1.1.1. Fuentes de contaminación atmosférica.....	6
1.1.2. Principales contaminantes de la atmósfera:.....	7
1.1.3. Un inventario de emisiones:.....	8
1.1.4. Factor de emisión:.....	8
1.1.5. Corrección de concentración de emisiones:.....	8
1.1.6. Modelación:.....	8
1.1.7. Requisitos para modelación.....	9
1.1.7.1. Datos de la fuente.....	9
1.1.7.2. Datos de receptores:.....	9
1.1.8. Modelo Internacional de emisiones vehiculares IVE:.....	9
1.1.8.1. BIN.....	10
1.1.8.2. VSP.....	10
1.1.9. Situación actual de la calidad del Aire en la ciudad de Ambato:.....	11

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO.....	13
2.1. Tipo de Investigación.....	13
2.2. Diseño de la Investigación.....	13
2.2.1. No experimental.....	13
2.2.1.1. Identificaciones variables.....	13
2.2.1.2. Planteamiento de la hipótesis.....	13

2.2.1.3.	<i>Localización del Estudio</i>	13
2.2.2.	<i>Distribución de flota según IVE</i>	16
2.2.2.1.	<i>Metodología para determinar la composición vehicular</i>	17
2.2.2.2.	<i>Metodología para realizar las encuestas</i>	17
2.2.2.3.	<i>Metodología para estimar KVR</i>	17
2.2.3.	<i>Metodología para realizar un inventario de emisiones según el modelo IVE</i>	19
2.2.3.1.	<i>Planteamiento</i>	19
2.2.3.2.	<i>Proceso para obtener patrones de conducción</i>	19
2.2.3.3.	<i>Proceso para obtener el tamaño de la muestra</i>	20
2.2.4.	<i>Ingeniería del proyecto</i>	21
2.2.4.1.	<i>Requerimientos de tecnología, equipos y maquinaria</i>	21
2.2.4.2.	<i>Manejo de información GPS</i>	21
2.2.4.3.	<i>Manejo de la App SPEED VIEW GPS</i>	21
2.2.4.4.	<i>Manejo de la Aplicación Speed Emission Evaluation</i>	22
2.2.4.5.	<i>Estrés del Motor</i>	23
2.3.	<i>Selección de los sectores y rutas de la ciudad</i>	23
2.3.1.	<i>Selección de cámaras para medir la flota vehicular</i>	26
2.3.1.1.	<i>Vía Principal Sector A</i>	26
2.3.1.2.	<i>Vía secundaria Sector B</i>	26
2.3.1.3.	<i>Carretera dos carriles Sector C</i>	26

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
3.1.	Resultados	28
3.2.	Flota vehicular	28
3.2.1.	<i>Flota vehicular en el Sector A</i>	28
3.2.1.1.	<i>Flota vehicular del sector Yahaira</i>	29
3.2.1.2.	<i>Clasificación de la flota vehicular según su uso en el sector La Yahaira</i>	29
3.2.2.	<i>Flota Vehicular en el Sector B</i>	30
3.2.2.1.	<i>Flota vehicular de Sector B (13 de Abril)</i>	30
3.2.2.2.	<i>Clasificación de la flota vehicular según su uso en el sector B (13 de abril)</i>	31
3.2.3.	<i>Flota vehicular de Sector C</i>	31
3.2.3.1.	<i>Flota vehicular de Sector Francisco Flor</i>	32
3.2.3.2.	<i>Clasificación de la flota vehicular según su uso en el sector</i>	33
3.3.	Flota vehicular del centro de Ambato	33
3.3.1.	<i>Usos de la flota vehicular del centro de Ambato</i>	34

3.3.2.	<i>Flota vehicular total del centro de Ambato año 2022</i>	35
3.3.3.	<i>Flota vehicular total del centro de Ambato año 2022</i>	35
3.3.3.1.	<i>Intensidades por días de la semana</i>	36
3.3.3.2.	<i>Flota vehicular del año 2019</i>	36
3.3.3.3.	<i>Intensidades por días de la semana en el año 2019</i>	37
3.3.3.4.	<i>Comparación de intensidades entre el año 2019 y 2022</i>	38
3.4.	Distribución de tecnologías	38
3.4.1.	<i>Modelos de automotores</i>	39
3.4.2.	<i>Tamaño del motor</i>	39
3.4.3.	<i>Tipo de combustible</i>	40
3.4.4.	<i>Poseción de aire acondicionado</i>	41
3.4.4.1.	<i>Sistemas que posee el automotor</i>	42
3.5.	Características esenciales para el cálculo en IVE	42
3.5.1.	<i>Parámetros ambientales</i>	42
3.5.1.1.	<i>Características del Combustible</i>	43
3.5.2.	<i>Patrones de conducción</i>	43
3.5.2.1.	<i>Características de los automotores a utilizar en los recorridos con GPS</i>	43
3.5.2.2.	<i>Los patrones de conducción</i>	44
3.5.3.	<i>Obtención de bins</i>	45
3.5.4.	<i>Cálculo de KVR</i>	48
3.5.5.	<i>Cálculo de Factor de Emisión</i>	48
3.5.6.	<i>Velocidad Promedio</i>	49
3.5.7.	<i>Emisiones vehiculares según IVE</i>	50
3.5.8.	<i>Emisiones vehiculares en la ciudad de Ambato y comparación con la ciudad de Riobamba</i>	52
CONCLUSIONES		54
RECOMENDACIONES		55
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Niveles de valores VSP	10
Tabla 2-1:	Marco legal aplicable a la investigación	12
Tabla 1-2:	Honorable Consejo Provincial de Tungurahua:.....	15
Tabla 2-2:	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Ambato:	16
Tabla 3-2:	Tecnologías Predefinidas Según IVE.....	16
Tabla 4-2:	Técnicas estadísticas de clasificación:.....	17
Tabla 5-2:	Métodos de estimación de KVR.....	18
Tabla 6-2:	Características de la estación de calidad aire en el cantón Ambato Tabla 6	21
Tabla 7-2:	Cámaras y tipo de vías escogidas en Ambato	26
Tabla 1-3:	Tabla resumen de la Flota vehicular del sector Yahaira – Alta frecuencia	28
Tabla 2-3:	Tabla resumen de la Flota vehicular del sector 13 de Abril	30
Tabla 3-3:	Tabla resumen de la Flota vehicular del sector FRANCISCO FLOR.....	31
Tabla 4-3:	Tabla resumen de la Flota vehicular centro de AMBATO según la intensidad	33
Tabla 5-3:	Tabla resumen de las rutas y número de vehículos del centro de AMBATO ...	34
Tabla 6-3:	Tabla resumen de la Flota vehicular del centro de AMBATO.....	35
Tabla 7-3:	Tabla resumen de la Flota vehicular del centro de AMBATO.....	35
Tabla 8-3:	Tabla de la Flota vehicular del centro de AMBATO en el año 2019	36
Tabla 9-3:	Parámetros ambientales	42
Tabla 10-3:	Características de combustibles usados.....	43
Tabla 11-3:	Automotores a utilizar	43
Tabla 12-3:	Obtención de bins	45
Tabla 13-3:	Cálculo de KVR	48
Tabla 14-3:	Cálculo de Factor de Emisión	48
Tabla 15-3:	Cálculo de Emisiones vehiculares por kg/día según el modelo IVE	50
Tabla 16-3:	Cálculo de Emisiones vehiculares por kg/día en la ciudad de Esmeraldas	51

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1:	Estación de monitoreo Ambato	11
Ilustración 1-2:	Ubicación cantonal del área de influencia.....	14
Ilustración 2-2:	Esquema de metodología para elaborar un inventario de emisiones siguiendo el modelo de emisiones IVE.....	19
Ilustración 3-2:	Esquema para obtener patrones de conducción.....	19
Ilustración 4-2:	SPEED VIEW GPS	22
Ilustración 5-2:	SPEED VIEW GPS	23
Ilustración 6-2:	RUTA A (M MAYORISTA-PASO LATERAL-P INDUSTRIAL), alto ingreso	24
Ilustración 7-2:	Ubicación del RUTA B (13 DE ABRIL - YAHUIRA). sector comercio	24
Ilustración 8-2:	Ubicación del RUTA C (FICOA – SANTA MARIA) Bajo ingreso.....	25
Ilustración 9-2:	Ubicación de las cámaras en la semaforización inteligente	27
Ilustración 1-3:	Diagrama de barras comparando los días de la semana y el flujo vehicular de cada día.....	29
Ilustración 2-3:	Diagrama de circulo de anillos para comparar los diferentes usos de la flota vehicular en el sector A (Yahuirá).....	29
Ilustración 3-3:	Diagrama de barras comparando los días de la semana y el flujo vehicular de cada día del sector B (13 de abril).....	30
Ilustración 4-3:	Diferentes usos de la flota vehicular en el sector B (13 de abril).....	31
Ilustración 5-3:	Flujo vehicular de cada día del sector C (Francisco Flor).....	32
Ilustración 6-3:	Diferentes usos de la flota vehicular en el sector C (Francisco Flor).....	33
Ilustración 7-3:	Diferentes usos de la flota vehicular en el centro de AMBATO.....	34
Ilustración 8-3:	Flujo vehicular en el centro de AMBATO.....	36
Ilustración 9-3:	Intensidades por días de la semana en el año 2019 AMBATO	37
Ilustración 10-3:	Comparación de intensidades entre el año 2019 y 2022	38
Ilustración 11-3:	Edad promedio de automotores en AMBATO comparado a otras ciudades del mundo.....	39
Ilustración 12-3:	Distribución del tamaño del motor según las encuestas.....	40
Ilustración 13-3:	Uso de combustible en la ciudad de AMBATO.....	40
Ilustración 14-3:	Uso de aire acondicionado en automotores en AMBATO.....	41
Ilustración 15-3:	Tipo de sistemas que posee los automotores en la ciudad de Ambato.....	42
Ilustración 16-3:	Patrones de conducción de buses, motos, taxis y autos particulares.	44
Ilustración 17-3:	Rango altitudinal de las diferentes rutas.....	45
Ilustración 18-3:	Velocidades promedio de los automotores en la zona de estudio	49

Ilustración 19-3: Emisiones vehiculares por IVE en Riobamba kg/día.....	52
Ilustración 20-3: Emisiones vehiculares por IVE en la ciudad de Ambato en kg/día	52

ÍNDICE DE SIGLAS

EPA	Agencia de Protección del Medioambiente de Estados Unidos
CE-CERT	Centro para la Investigación y Tecnología Ambiental
ISSRC	Centro de Investigación de Sistemas Sustentables Internacionales
COV:	Compuestos Orgánicos Volátiles
(SO₂).	Dióxido de azufre
(CO₂)	Dióxido de carbono
(DCYGA)	Dirección de Control y Gestión Ambiental
(DTTM)	Dirección de Tránsito, Transporte y Movilidad
(EMCA)	Estación de Monitoreo de Calidad del Aire
(UCR)	Escuela de Ingeniería de la Universidad de California en Riverside
(GADMA)	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipalidad de Ambato
(GSSR)	Investigación de Sistemas Sustentables Globales
(INEC)	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
(LPCCA)	Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental
(MAE)	Ministerio del Ambiente
(MP)	Material Particulado
(PM₁₀)	Material Particulado 10
(PM_{2,5})	Material Particulado 2.5
(CH₄)	Metano
(IVE)	Modelo Internacional de Emisiones vehiculares en Ingles
(CO)	Monóxido de carbono
(SO_x)	Óxidos de azufre
(NO_x)	Óxidos de nitrógeno
(N₂O).	Óxido nitroso
(O₂)	Oxígeno
(OMS)	Organización Mundial de la Salud
(PNCA)	Plan Nacional de la Calidad del Aire
(SENPLADES)	Secretaría Nacional de Planificación
(TUSLMA)	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente

INDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** ENCUESTA
- ANEXO B:** RESULTADOS DE LA ENCUESTA
- ANEXO C:** CUADROS DE FLOTA VEHICULAR ALTA FRECUENCIA
- ANEXO D:** CUADROS DE FLOTA VEHICULAR MEDIA FRECUENCIA
- ANEXO E:** CUADROS DE FLOTA VEHICULAR BAJA FRECUENCIA
- ANEXO F:** OBTENCIÓN DE BINES
- ANEXO G:** FOTOS DE LA INVESTIGACIÓN
- ANEXO H:** FOTO RECOLECCIÓN DE DATOS EN CÁMARAS INTELIGENTES DEL
GADM AMBATO

RESUMEN

En la presente investigación se realizó un inventario de emisiones atmosféricas en la ciudad de Ambato en el año 2019 en base al modelo de software IVE; En este estudio se estimó los contaminantes primarios, material particulado, y gases de efecto invernadero. Para esto fue necesario la recolección de información en entidades pertinentes referentes al tránsito en la ciudad, y por el método de conteo directo in situ para establecer la flota vehicular de la ciudad en 4 puntos pertinentes: (Yahaira, 13 de abril, Francisco Flor y el Paso Lateral), cuya composición porcentual es de 8442 automotores por día. Además de la recolección de información a través de 200 encuestas sobre la tecnología de los automotores, paradas en frío, tipo de combustible usado, y otros parámetros que permiten calcular los factores de emisión. La actividad vehicular se midió con cuatro automotores correspondientes a cada categoría vehicular (motocicletas, taxis, buses y particulares) cada uno equipado con GPS. Los resultados obtenidos son ingresados en el modelo IVE para calcular los contaminantes (CO₂, CO, NO_x, SO_x, PM y COVs). Se obtuvo la emisión de un total 10896,31 kilogramos al día, en donde la mayor emisión es de CO₂ con 9924,16 kg/día, seguido de CO con 762.01 kg, VOC con 74,47 kg, NO_x 94.69 kg, SO_x con menor emisión de 1.20 kg/día, además de Material Particulado con una emisión de 39.68kg/día. En cuanto a los horarios punta de tránsito en Ambato se establece las 7 AM 12 PM Y 5 PM. A partir de los resultados se recomienda se ha complementado con otras fuentes de emisión como: vegetación, generadores eléctricos y el parque industrial, se establezca la dispersión de contaminantes, y que las entidades de tránsito se han más rigurosas con las revisiones vehiculares, y lograr disminuir el uso de tecnologías obsoletas.

Palabras clave: < MODELO INTERNACIONAL DE EMISIONES VEHICULARES EN INGLES (IVE)>, <SOFTWARE>, <AIRE>, <EMISIONES ATMOSFERICAS>, <INVENTARIO DE EMISIONES>.

0655-DBRA-UPT-2023



ABSTRACT

The objective of this study was to carry out an inventory of atmospheric emissions in Ambato in 2019 based on the IVE software model. This study estimated primary pollutants, particulate matter, and greenhouse gases. For this, it was necessary to collect information from pertinent entities regarding traffic in the city, and by the method of direct counting in situ to establish the vehicle fleet of the city in 4 pertinent points: (Yahaira, April 13, Francisco Flor y el Paso Lateral), whose percentage composition is 8442 vehicles per day. In addition to collecting information through 200 surveys on automotive technology, cold stops, type of fuel used, and other parameters that allow calculating emission factors. The vehicular activity was measured with four vehicles corresponding to each vehicle category (motorcycles, taxis, buses and individuals), each equipped with GPS. The results were entered into the IVE model to calculate the pollutants (CO₂, CO, NO_x, SO_x, PM and VOCs). The emission of a total of 10896.31 kilograms per day was obtained, where the highest emission is CO₂ with 9924.16 kg/day, followed by CO with 762.01 kg, VOC with 74.47 kg, NO_x 94.69 kg, SO_x with lower emission of 1.20 kg/day, in addition to Particulate Material with emission of 39.68 kg/day. The rush hour in Ambato is established at 7 AM, 12 PM and 5 PM. Based on the results, it is recommended to be complemented with other emission sources such as vegetation, electric generators and the industrial park; the dispersion of pollutants is established, and transit entities have become more rigorous with vehicle inspections and achieve reduced the use of obsolete technologies.

Keywords: <INTERNATIONAL VEHICLE EMISSIONS MODEL IN ENGLISH (IVE)>, <SOFTWARE>, <AIR>, <ATMOSPHERIC EMISSIONS>, <EMISSIONS INVENTORY>.



Ing. Paul Obregón. Mgs

0601927122

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, la contaminación atmosférica es generada por deficiencias de algunos aspectos relacionados con la planificación territorial de los asentamientos humanos, las industrias, la utilización de tecnologías obsoletas en las actividades productivas, transporte, mala calidad de los combustibles, explotaciones mineras a cielo abierto (Ministerio del Ambiente, 2010).

En los últimos años el desarrollo de la actividad industrial en el cantón Ambato ha sido evidente, siendo la cuarta ciudad más importante debido a su fortaleza productiva en la manufactura, que representa el 18% de su producción, esto genera una cantidad considerable de emisiones contaminantes a la atmósfera, que no sólo afecta al medio ambiente sino también de forma directa la salud y el bienestar de la población.

Actualmente el Ecuador no cuenta con datos precisos de las emisiones contaminantes producidas por el sector industrial, posee únicamente estimaciones de posibles cargas de contaminantes basadas en modelos desarrollados por organismos internacionales como el Banco Mundial y la OMS. La situación de la gestión ambiental de la calidad del aire en el país presenta profundas falencias, de acuerdo con estudios oficiales publicados por la SENPLADES en el año 2007 (FREIRE. S., 2017).

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC, 2010), esto indica que Ambato cuenta con 27 parroquias con una población de 356.009. Hay 399 buses urbanos por día en la ciudad, las cooperativas de trabajadores actuales son: Tungurahua, Unión Ambateña, Libertadores, Vía Flores, Quisapincha y Jerpazsol; Que producen emisiones contaminantes que contaminan la ciudad.

Por lo cual es necesario señalar también que el Estudio de Calidad del Aire de la Ciudad de Ambato 2007-2008 realizado por La municipalidad de Ambato, con el apoyo de PETROECUADOR y la Universidad Central del Ecuador, es el único registro de monitoreo de calidad del aire encontrado antes del monitoreo de partículas realizado desde 2014 por la comunidad de Ambato y la instalación de una estación automática de calidad de aire en 2016 (Tapia, 2019).

La Dirección de Control y Gestión Ambiental (DCYGA) del GADMA ha realizado monitoreos y estudios sobre Calidad del aire desde el 2007. A su vez, la DCYGA adquirió una Estación de Monitoreo de Calidad del Aire que está localizada en los altos del edificio matriz del GADMA que realiza el monitoreo en la zona. (FREIRE. S., 2017).

El modelo o software IVE es una herramienta que ayuda a las ciudades a crear inventarios de emisiones para adoptar estrategias más efectivas de control y gestión del transporte urbano.

Justificación

En la actualidad la estimación de las emisiones atmosféricas desde fuentes móviles de combustión es una necesidad en la gestión de la calidad del aire urbano, debido a que nos permite disponer de información clave de los tipos y cantidades de contaminantes emitidos, verificar los tipos de procesos y de tecnologías existentes en el área, e identificar los niveles de contaminación por sector industrial y por el sector del transporte, permitiéndonos determinar el impacto generado al recurso aire, el cual afecta visiblemente a la salud humana y al ecosistema. De esta manera, es posible contar con datos de la contribución de cada tipo de fuente generadora de contaminantes y además se dispone de una herramienta para estudiar la eficacia de las medidas de control y mitigación sobre la calidad del aire.

Muchas formas de contaminación atmosférica afectan a la salud humana y al ambiente en niveles locales hasta globales. Los países industrializados han hecho importantes avances hacia el control de contaminantes en las últimas décadas, pero la calidad del aire es mucho más grave en países en desarrollo y algunos de estos pueden trasladarse rápidamente por todo el mundo (PAHO, 2018) Para llevar a cabo el presente estudio se empleó información proporcionada por el GAD Municipal de Ambato (GADM AMBATO), la Agencia Nacional de Tránsito (ATM), Asociación de Empresas de Automotrices del Ecuador, y el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC)s, Dirección de Tránsito Transporte y Movilidad (DTTM) y el Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua ya que posee una estación de monitoreo automático que detecta contaminantes de monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SO_x) y óxidos de nitrógeno (NO_x) y para la medición de Material particulado (PM_{2.5}) se utiliza un muestreador semi-automático, para estimar las emisiones antropogénicas. El software que se emplea es el MODELO IVE, debido a que proporciona un método para estimar la concentración de contaminantes dispersos en el aire, así como la máxima concentración de contaminantes a cualquier distancia de la fuente y para cualquier elevación del terreno.

Los resultados de esta investigación permitirán construir un instrumento estratégico para investigaciones futuras, decisiones por parte de las autoridades competentes del control de las emisiones en esta zona productiva, con el fin de generar una adecuada gestión de la calidad del aire y facilitar la participación corresponsable del sector privado y de los gobiernos seccionales. El inventario de emisiones evaluó los siguientes contaminantes: Óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVNM), material particulado menor a

diez micrones (PM_{10}), material particulado menor a 2,5 micrones ($PM_{2,5}$). Se incluye también al monóxido de carbono (CO) y al dióxido de azufre (SO_2) y finalmente el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O).

Objetivos

Objetivo general

- Elaborar un Inventario de Emisiones Atmosféricas del cantón de Ambato, con año base 2019, considerando como fuentes de emisión móviles.

Objetivos específicos

- Catastrar las emisiones atmosféricas presentes en la ciudad de Ambato por fuentes móviles.
- Utilizar algoritmos ingenieriles y matemáticos con el fin de calcular los datos de emisión.
- Obtener información actualizada de las emisiones atmosféricas de la ciudad de Ambato, para la toma de decisiones en cuanto al manejo de la contaminación
- Comparar los resultados utilizando normas y parámetros nacionales e internacionales.

Antecedentes

El inventario mejorará la recopilación de información sobre emisiones atmosféricas y ayudará a evaluar la calidad del aire de la ciudad. Los inventarios de emisiones atmosféricas son herramientas de gestión del aire, es importante contar con datos precisos para estimar las emisiones reales. La cuantificación de los contaminantes emitidos por las fuentes de emisión. En nuestro país, los inventarios de emisiones se realizan en ciudades de más de 150.000 habitantes (Ministerio del Ambiente, 2014).

El Ministerio del Ambiente (MAE) ejecutó el Plan Nacional de la Calidad del Aire (PNCA), mediante el Proyecto 1 del Programa 1 del PNCA, el informe elaborado por el Dr. René Parra denominado “Inventario Nacional Preliminar de las Emisiones de Contaminantes del Aire, que incluyen las ciudad de Ambato y ciudades como: Riobamba, Santo Domingo, Latacunga, Manta, Ibarra, Portoviejo, Esmeraldas y Milagro”, donde se tomó como año base el 2010, con el fin de establecer la primera estimación de la cantidad de contaminantes atmosféricos, que se emiten tanto de fuentes naturales como antropogénicas. El informe focalizó la estimación de las emisiones anuales, como base para la futura generación de información a nivel diario y horario,

con alta resolución espacial (celdas de 0.9276 km de lado), por medio de unos dominios rectangulares dentro de los cuales se inscribe el territorio de los cantones. El inventario cuenta con los elementos necesarios para ser utilizado con objetivos de política y gestión ambiental. (PARRA, 2014)

La investigación realizada por Lozada Proaño Andrés presentada en octubre del 2016 titulada “Inventario de emisiones atmosféricas, de fuentes fijas y móviles basados en datos existentes, de la ciudad de Ambato, año 2015” llegó a la conclusión mediante un análisis estadístico que los niveles de contaminación son aceptables, provocados por diversas fuentes móviles y fijas, dando un total de 399 autobuses urbanos que representan el mayor número de emisiones y 23 empresas que por los datos del cuadro de emisiones no contribuyen con un porcentaje alto de contaminación (LOZADA, 2016)

En la Universidad de Cuenca, Moscoso Diana y colaboradores realizaron una investigación denominada “Inventario de emisiones atmosféricas provenientes de fuentes fijas de combustión del parque industrial del Cantón Cuenca- Ecuador” con el objetivo de cuantificar y estimar las emisiones atmosféricas de los contaminantes más representativos generados en fuentes fijas de procesos de combustión, entre sus resultados destaca que los rubros que aportan la mayor generación de carga contaminante de SO₂, NO_x y CO en el parque industrial de la ciudad, son: elaboración de papel, cartón, fabricación de cerámicos, tubos y productos galvanizados y Metalmecánica. Además que las emisiones dependen de la cantidad de fuentes fijas que posee la industria y del ritmo de producción . (MOSCOSO, 2018).

En la ciudad de Quito, Bladimir Ibarra y colaboradores realizaron una investigación titulada “Inventario de emisiones atmosféricas de Quito año 2003 y su distribución espacial y temporal”, lo que constituye el primer esfuerzo por identificar de manera detallada la contribución de cada una de las fuentes significativas al problema de la contaminación del aire, concluye que “El inventario realizado proporciona la información requerida para la simulación numérica de la calidad del aire de Quito y para la construcción de un sistema de gestión del inventario de emisiones orientado a obtener variados escenarios de emisión con sus respectivas variables (MOSCOSO VANEGAS, 2015).

Países como México y Colombia, poseen guías para la elaboración de inventarios de emisiones atmosféricas, con el objetivo de incentivar y promover el desarrollo de inventarios de emisiones atmosféricas, los cuales permiten conocer la cantidad y tipo de fuentes existentes, los contaminantes y la cantidad de contaminantes emitida, en un área geográfica y en un intervalo de tiempo determinados. Además de evaluar el desempeño ambiental, genera estrategias para la

prevención y control de la contaminación en la zona de estudio, y constituyen un insumo para el diseño de sistemas de monitoreo y control de emisiones como lo son los Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire (Ministerio del Ambiente, 2017).

PREV'AIR es el sistema establecido desde el 2003 en Francia por el “Ministère de l'Ecologie du Développement durable, des Transports et du Logement” (MEDDTL), para generar y distribuir mapas todos los días de las previsiones de la calidad aire, como resultado de simulaciones numéricas en diferentes escalas espaciales (PREV'AIR, 2011).

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Contaminación atmosférica

La atmósfera es considerada parte fundamental para el desarrollo de la vida en el planeta Tierra, debido a que está formada por distintos gases necesarios para la existencia de los seres vivos. La contaminación atmosférica desde hace mucho tiempo viene siendo un tema de análisis a nivel mundial por su presencia en todas las sociedades y afección a la salud humana. Se trata del aumento de la concentración de sustancias peligrosas (contaminantes atmosféricos) en un tiempo determinado en la atmósfera, provocando que no se cumpla con los procesos naturales de transformación, precipitación o dilución que se realizan en la atmósfera (Yassi, Kjellstrom, Kok & Guidotti, 2002). El crecimiento poblacional a nivel mundial es uno de los problemas más evidentes de la contaminación atmosférica debido a que conjuntamente con él se desarrolla un crecimiento industrial acelerado y en muchos casos deficiente y poco controlado (IDEAM, 2012). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) indica que existe un número alarmante de personas a nivel mundial que se encuentran expuestas a dosis por encima de los límites permisibles en ambientes abiertos, así como en ambientes laborales cerrados (Organización Mundial de la Salud, 2006).

1.1.1. Fuentes de contaminación atmosférica

Una fuente de emisión es una actividad, proceso u operación, que emite contaminantes atmosféricos con la intervención de los seres humanos (Ministerio del Ambiente, 2015).

Se las clasifica en dos tipos:

- **Fuente fija:** como su nombre lo expresa, es fija debido a que la fuente de emisión se encuentra en un lugar determinado e inamovible (Ministerio del ambiente [MAE], 2015).

Existen tres tipos diferentes como son, las fuentes puntuales que provienen básicamente de procesos industriales los cuales emanan gases mediante chimeneas, y la de generación de energía eléctrica. La fuente de área se la determina de esta manera ya que abarca una zona con múltiples fuentes fijas o áreas al aire libre en las cuales se genera contaminación atmosférica como por ejemplo las plantas de tratamiento de aguas residuales o los rellenos sanitarios. Por último, las fuentes naturales que son derivadas de procesos propios de la naturaleza como las erupciones volcánicas.

- **Fuente móvil:** fuente de emisión que debido al proceso que se lleva a cabo se encuentra en

movimiento constante emitiendo contaminantes atmosféricos en distintas zonas de la región. (Ministerio del ambiente, 2014).

1.1.2. Principales contaminantes de la atmósfera:

○ **Material Particulado (MP):**

Son sustancias sólidas o líquidas que se encuentran suspendidas en el aire formadas por polvo, polen, humo y hollín. Aunque la mayoría proceden principalmente del tráfico, ya que se generan por la combustión de motores. Se suelen distinguir por su tamaño, a las partículas más grandes se les llama PM₁₀ y a las partículas más pequeñas PM_{2,5} (LÍNEA VERDE, 2012).

○ **Monóxido de carbono (CO):**

Este gas es producto de la combustión incompleta de los combustibles al existir una cantidad insuficiente de oxígeno, dando como resultado CO en vez de CO₂. Los vehículos a motor y los procesos industriales son responsables de aproximadamente el 80% de estas emisiones a la atmósfera. Sin embargo, también se produce al interior del hogar por la combustión residencial de leña para calefacción, cocinas, humo de cigarrillo y calefones (Ministerio del Medio Ambiente, 2016).

○ **Óxidos de nitrógeno (NO_x):**

En general estos compuestos son formados durante los procesos de combustión, son precursores del ozono, y normalmente son eliminados de la atmósfera por deposición seca y húmeda. El NO_x más importante que se produce en la combustión es el NO. Sin embargo, al mismo tiempo es común que se emitan NO₂ y otros óxidos de nitrógeno los que pueden o no distinguirse en los datos disponibles de muestreos (MITE, 2020).

○ **Óxidos de azufre (SO_x):**

El dióxido de azufre (SO₂) y trióxido de azufre (SO₃) son los óxidos dominantes del azufre presentes en la atmósfera. Son producto de la combustión de combustibles fósiles, principalmente derivados del petróleo y carbón. Los óxidos de azufre pueden acelerar la corrosión de los materiales al formar primero ácido sulfúrico en la atmósfera o sobre la superficie de los metales (IDEAM, 2014).

○ **Compuestos Orgánicos Volátiles (COV):**

Las emisiones de estos compuestos proceden de distintas fuentes, como el transporte, industrias de disolventes, minería, vertederos, entre otros, además de fuentes biogénicas como la vegetación. Muchos de estos compuestos interactúan con otros componentes para producir niebla y contaminación por aerosoles en presencia de radiación solar (Ministerio del Medio

Ambiente, 2016).

○ **Ozono Troposférico:**

Es un gas tóxico y reactivo, de olor fuerte y color azul pálido formado por tres átomos de oxígeno. Es el oxidante fotoquímico más abundante. El ozono y los otros oxidantes fotoquímicos no se emiten directamente a la atmósfera si no que se forman por las reacciones químicas entre los hidrocarburos y los NO_x en presencia de luz solar. Por lo tanto, no se estima en los inventarios de emisiones (Ministerio del Medio Ambiente, 2016).

Bases conceptuales

1.1.3. Un inventario de emisiones:

Es un conjunto de datos que caracterizan y consolidan, mediante sumatoria, las emisiones de contaminantes atmosféricos, de acuerdo con la fuente, el tipo y cantidad de contaminantes emitidos en un área geográfica y en un intervalo de tiempo determinado. Los inventarios de emisiones son instrumentos indispensables en los procesos de gestión de calidad del aire y toma de decisiones, ya que son el punto de partida para la implementación, evaluación y ajuste de programas y estrategias de prevención, minimización y control para mejorar la calidad del aire (BRAVO, SOSA, 2013).

1.1.4. Factor de emisión:

Es un valor representativo cuyo objetivo es establecer la relación entre la cantidad de contaminación producida y la cantidad de materia prima procesada o número de unidades de producto producido. Normalmente se expresan como el peso del contaminante partido entre unidad de peso, distancia o duración de la actividad (GAITÁN M, CARDENAS P, 2017).

1.1.5. Corrección de concentración de emisiones:

Para la verificación del cumplimiento de los límites establecidos en esta Norma, las concentraciones de emisión medidas deben previamente corregirse, considerando el porcentaje de oxígeno (O₂) que se indique en cada caso (Ministerio del Ambiente, 2015).

1.1.6. Modelación:

Los modelos atmosféricos de dispersión de contaminantes son herramientas físico-matemáticas que permiten simular las condiciones reales de transporte y dispersión de los contaminantes como

producto de la interacción de las condiciones meteorológicas y las propias de las fuentes de emisión.

1.1.7. Requisitos para modelación

1.1.7.1. Datos de la fuente

Dentro de este tipo de información se tiene la ubicación de las fuentes fijas de emisión, así como el diámetro de la chimenea, velocidad y temperatura de salida de los gases. Existen modelos en los que se requiere datos suplementarios como datos del terreno o elevación de la fuente. (AVILÉS, RIVERA , 2018).

1.1.7.2. Datos meteorológicos

En los modelos gaussianos se requiere información meteorológica de la zona en la que se pretende hacer el estudio como la temperatura atmosférica y la velocidad del viento.

1.1.7.3. Datos de receptores:

Áreas de alta densidad poblacional o concentración máxima esperada a nivel del suelo. Los resultados obtenidos a partir del uso de este tipo de modelos por lo general son mapas que representan la concentración de contaminantes dispersos en el área por medio de gráficas de isóneas de concentraciones (AVILÉS, RIVERA , 2018).

1.1.8. Modelo Internacional de emisiones vehiculares IVE:

El modelo Internacional de Emisiones Vehiculares (IVE) fue diseñado para estimar las emisiones de vehículos motorizados y tiene como principal propósito el ser usado en países en vías de desarrollo. El modelo predice contaminantes atmosféricos locales, gases responsables del efecto invernadero y tóxicos. El desarrollo del modelo correspondió a un esfuerzo conjunto del Centro para la Investigación y Tecnología Ambiental (CE-CERT) de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de California en Riverside (UCR), Investigación de Sistemas Sustentables Globales (GSSR) y el Centro de Investigación de Sistemas Sustentables Internacionales (ISSRC). El financiamiento fue provisto por la Agencia de Protección del Medioambiente de Estados Unidos (EPA). (IVE, 2008).

Las tres variables que usa este modelo son:

- Factores de emisión

- Actividad vehicular
- Distribución de la flota vehicular

1.1.8.1. BIN

Uno de los parámetros más importantes para determinar la forma de conducción en la zona de influencia de estudio, estos se calculan a partir de tiempo, velocidad y altitud que se registran en el estudio, de acuerdo al modelo IVE se obtienen 20 categorías VSP y 60 bins de potencia en total. El software IVE puede determinar los bins de potencia a través del programa "Speed Emissions Evaluation" y se puede descargar en la misma página de IVE.

1.1.8.2. VSP

El término VSP proviene de (potencia específica vehicular por sus siglas en inglés) este es el esfuerzo del motor al que se hace referencia en el modelo IVE se relaciona con las revoluciones del motor y el tiempo en el cual el vehículo ha estado operando a un nivel de VSP más alto.

Y si son más altas sean las revoluciones y/o más alto sea el nivel de VSP durante 20 segundos antes de un evento, mayor será el nivel de estrés o esfuerzo, y por lo tanto mayores las emisiones generadas por el motor.

Tabla 1-1: Niveles de valores VSP

NIVEL (BIN)	VSP	
	INFERIOR	SUPERIOR
0	-80,0	-44,0
1	-44,0	-39,9
2	-39,9	-35,8
3	-35,8	-31,7
4	-31,7	-27,6
5	-27,6	-23,4
6	-23,4	-19,3
7	-19,3	-15,2
8	-15,2	-11,1
9	-11,1	-7,0
10	-7,0	-2,9
11	-2,9	1,2
12	1,2	5,3
13	5,3	9,4
14	9,4	13,6
15	13,6	17,7
16	17,7	21,8
17	21,8	25,9
18	25,9	30,0
19	30,0	1000,0

Fuente: (International Sustainable Systems Research Center 2008)

Patrones de Conducción

Los patrones se establecen a través de dos parámetros principales que son el VSP (Potencia específica vehicular) y el estrés del motor, estos se registran a través del sistema de posicionamiento global GPS, los patrones de conducción influyen en la cantidad de emisiones atmosféricas, a mayor estrés mayor contaminación, las partidas en frío generan más emisiones por que necesitan de mayor tiempo para trabajar a la temperatura ideal (ISSRC, 2017 págs. 18-19).

1.1.9. Situación actual de la calidad del Aire en la ciudad de Ambato:

El GAD Municipal de Ambato cuenta desde el año 2015 con la Estación de Monitoreo de Calidad del Aire (EMCA) ubicada en los altos del edificio Matriz del GADMA. Las coordenadas son 763947.09 mE y 9859636.13 mS. El método de medición de los contaminantes es continuo. (FREIRE. S., 2017 pág. 15)



Ilustración 1-1: Estación de monitoreo Ambato

Fuente: GAD AMBATO, 2018

Es importante señalar que el Ecuador, no tiene estaciones climáticas determinadas por localizarse en el trópico, por esto las emisiones se muestran en variaciones el año (VITERI, 2012 págs. 1-115).

Según la Dirección de Transporte y Movilidad en Ambato, el crecimiento es acelerado del parque automotor en la ciudad de Ambato es notorio con un total de 90223 vehículos matriculados en el año 2018 según la Dirección de Transporte y Movilidad. Las emisiones provenientes del parque automotor son los principales precursores en la formación de NO₂ y O₃ en la atmósfera en la ciudad.

Base Legal

Se emplea como instrumento de control la Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión misma que determina los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para

emisiones de contaminantes del aire hacia la atmósfera desde fuentes fijas de combustión y los métodos y procedimientos destinados a la determinación de las cantidades emitidas de contaminantes del aire desde fuentes móviles de combustión, constante en el cual se especifica en el Registro oficial No 387 del 04 de Noviembre del 2015 Acuerdo Ministerial 097, la cual forma parte del conjunto de normas técnicas ambientales para la prevención y control de la contaminación, misma que fue dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (Ministerio del Ambiente, 2015).

Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (LPCCA). Codificación 20. Registro Oficial 418 del 10 de septiembre de 2004. Establece las obligaciones específicas en función de la protección del suelo, agua y aire; y la conservación y mejoramiento del ambiente. Prohíbe descargar a la atmósfera, suelo y agua contaminantes que alteren su calidad y afecten a la salud humana y el medio ambiente. Para lo cual se analizó el Capítulo I: De la Prevención y Control de la Contaminación del Aire, donde los artículos que se aplican al presente estudio son: el art. 1, art. 2, art. 3, art. 4 y art. 5.

Tabla 2-1: Marco legal aplicable a la investigación

NORMA
CONSTITUCIÓN
Constitución de la República del Ecuador
TRATADOS INTERNACIONALES
Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono
Protocolo de Kioto
Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático
LEYES
Ley Orgánica de Régimen Municipal
Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental
REGLAMENTOS Y OTRAS NORMAS
Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TUSLMA)
Reglamento General de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial

Realizado por: Robalino Christian, 2023.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación se define tomando en cuenta varios parámetros tales como:

- De acuerdo con el método de investigación es cualitativo debido a que refleja la necesidad de medir y estimar magnitudes de los fenómenos a investigar, en este caso se midió la concentración de contaminantes atmosféricos como SO_x, NO_x, CO y material particulado (PM_{2.5}).
- Según el objetivo es aplicada dado que se busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la comunidad.
- En concordancia al nivel de profundización en el objeto de estudio es descriptiva, dado que exploró propiedades y características específicas de cualquier fenómeno que se analice.
- Según la manipulación de variables es no experimental, puesto que no se realiza manipulación de variables de forma deliberada, netamente sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para analizarlos.
- Conforme al periodo temporal es transversal ya que se recolectó los datos de un solo momento dado en este caso los datos de las emisiones del año 2019.

2.2. Diseño de la Investigación

2.2.1. *No experimental*

2.2.1.1. *Identificaciones variables*

Las variables son CO, NO_x, MP, SO_x, COV_s, y fueron medidos en ton/año o ton/día.

2.2.1.2. *Planteamiento de la hipótesis*

Los valores de emisión dependen del número de vehículos que circulaban en el área de influencia, el rendimiento vehicular (km/gal), el tipo y la calidad de combustible.

2.2.1.3. *Localización del Estudio*

El estudio se desarrolló en el cantón Ambato con coordenadas – 750370 m Este, 9852510

Norte, y se encuentra a 2577,1 metros sobre el nivel del mar, y la temperatura varía entre 14 y 19 grados centígrados (clima templado).

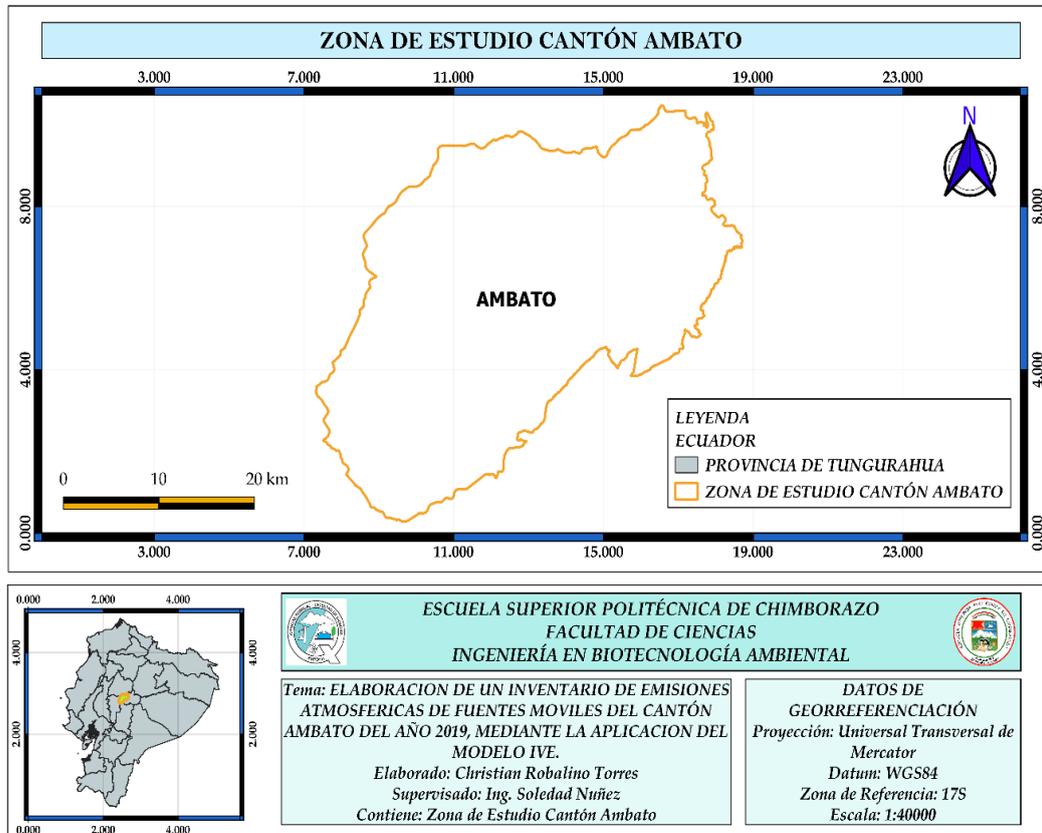


Ilustración 1-2: Ubicación cantonal del área de influencia

Realizado por: Robalino, Christian 2023

La investigación se delimitó al área urbana consolidada de la ciudad, con extensión de 11,55 km cuadrados.

Las parroquias urbanas son:

- La Matriz
- La Merced
- Atocha Ficoa
- Huachi Loreto
- San Francisco
- Huachi Chico

Además de estas parroquias urbanas de la ciudad fue tomada en cuenta la parroquia rural de Izamba por que contiene al Parque Industrial y es punto de entrada de la ciudad por la zona Norte.

Población de estudio

La población se obtuvo a través de investigación con las entidades pertinentes encargadas del tráfico en la ciudad de Ambato.

Tamaño de la muestra

Se determinó el tamaño de la muestra, a través de la investigación y aplicación de la metodología según el software IVE.

Metodología para obtención de la flota vehicular

La metodología para desarrollar la composición vehicular de Ambato en el año 2019 consistió en dos pasos; El primero se basó en la recolección de datos de las entidades públicas que utiliza la información proporcionada por el ente que rige la matriculación vehicular y que controlan el tráfico en la ciudad de Ambato, a su vez datos del INEC e identidades de la provincia. (En caso que la información solicitada no se encuentre actualizada). Se empleó el método de conteo directo, que radica en el análisis de grabaciones continuas del flujo vehicular activo en zonas específicas de la zona de influencia, y así clasificar las clases vehiculares más representativas (ISSRC, 2008). Luego se realizó la obtención de encuestas en puntos estratégicos de la zona de la localidad con el fin de obtener información respecto a las características del parque automotor.

Técnicas de recolección de datos

La recolección de datos se lo realizó mediante la revisión de documentos, registros públicos y archivos físicos o electrónicos, en este caso se obtuvo datos del Honorable Consejo Provincial de Tungurahua, Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Ambato, Agencia Nacional de Tránsito Ambato (ANT), Dirección de Transporte y Movilidad (DTTM) y del Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO).

Tabla 1-2: Honorable Consejo Provincial de Tungurahua:

EMPRESA de transporte	EMISIONES ATMOSFÉRICAS			
	NOx (ton/año)	CO (ton/año)	SO₂ (ton /año)	PM_{2.5} (ton/año)

Fuente: GAD municipal Ambato, 2020.

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

Tabla 2-2: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Ambato:

EMPRESA de transporte	EMISIONES ATMOSFÉRICAS			
	NOx (ton/año)	CO (ton/año)	SO ₂ (ton /año)	PM 2.5 (ton/año)

Fuente: GAD municipal Ambato, 2020.

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

2.2.2. Distribución de flota según IVE.

El software IVE requiere como insumo la distribución exacta de las tecnologías de flota vehicular.

El modelo contempla 7 categorías vehiculares, 1372 tecnologías predefinidas, estas tecnologías están agrupadas según los siguientes programas:

Tabla 3-2: Tecnologías Predefinidas Según IVE

TECNOLOGÍAS PREDEFINIDAS
Tamaño del vehículo (7 subcategorías incluyendo camiones)
Tipo de combustible (5 subcategorías)
Modelos para elaborar inventarios 65
Uso del vehículo (3 subcategorías)
Sistema de alimentación del combustible (3 subcategorías)
Sistemas de control de emisiones evaporativas (varias subcategorías)
Sistemas de control de emisiones por escape (varias subcategorías)

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

- Categoría vehicular: Es una combinación única de valores (IVE, 2008)
- Modelos de Emisión: Son ecuaciones desarrolladas, que no se relacionan directamente con un solo parámetro. Estos modelos de emisión requieren cálculos complejos o grandes volúmenes de datos para alimentarlos, es probable que se basen en computadoras, estos modelos están desarrollados para producir estimaciones más exactas que dependen de la calidad de los datos con que se alimente el modelo y de las suposiciones en que se base. Los modelos de emisión pueden clasificarse en tres tipos: adaptativos, mecánicos y de variable múltiple. Los primeros están basados en un paquete de cómputo que integra redes neurales, lógica confusa (“fuzzy”) y sistemas caóticos en un solo paquete (EPA, 2004).
- Factor de Emisión: Los factores de emisión se usan a menudo para calcular las emisiones cuando los datos de monitoreo de chimeneas específicos del sitio no están disponibles. Para entender mejor el factor de emisión es la relación entre la cantidad de contaminante emitido

a la atmósfera con una unidad de actividad. Los factores de emisión, en general, se pueden clasificar en dos tipos: los basados en procesos y los basados en censos. Por lo general, los primeros se usan para desarrollar estimaciones de emisiones de fuentes puntuales y a menudo se combinan con los datos de actividad recopilados de una encuesta o de un balance de materiales. Los factores de emisión basados en censos, por otro lado, se usan mucho para hacer estimaciones de emisiones de fuentes de área (EPA, 2016).

2.2.2.1. Metodología para determinar la composición vehicular

Las diferentes técnicas que se utilizan para determinar la composición vehicular son:

Tabla 4-2: Técnicas estadísticas de clasificación:

TÉCNICAS
Coeficiente de correlación
Distancia euclidiana
Distancia euclidiana al cuadrado
Estrategia de distancia n-orden de Minkowski
Método de agrupamiento estadístico de Ward

Fuente: IVE, 2008

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

2.2.2.2. Metodología para realizar las encuestas

Fue necesario la realización de encuestas para obtener la información del rendimiento, año, modelo, el tipo de combustible usado, medición de tacómetro, tecnologías de control de emisión y si poseen aire acondicionado.

La información fue recolectada en los principales parqueaderos de la zona de influencia como parqueaderos, paradas, y gracias a la Agencia Nacional de Tránsito (sede Ambato) se encuestó en los patios de la nueva Agencia de Tránsito en (Shuyurcu) alado de la feria de carros.

En el Anexo A se colocaron los modelos de encuestas, con los ítems necesarios para registrar la información pertinente.

2.2.2.3. Metodología para estimar KVR

- KVR: Cantidad de kilometraje vehicular recorrido, es un indicador de la actividad vehicular

y denota la intensidad de uso del vehículo o flota vehicular y se mide en (km/día, km/año) en un determinado período de tiempo (GÓNGORA, 2012).

- Métodos de estimación de KVR

Tabla 5-2: Métodos de estimación de KVR

MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE KVR	
Métodos basados en modelos de tráfico	Simulación de volumen de tráfico basado en la capacidad vial en zonas comerciales y residenciales utilizando softwares de ingeniería de tránsito
Métodos basados en mediciones de tráfico	<ul style="list-style-type: none"> • Lectura de odómetro • Medidas de densidad de tráfico
Métodos basados en No mediciones de tráfico	<ul style="list-style-type: none"> • Metodología de encuestas • Métodos de medición de ventas de combustibles (modelos matemáticos)

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

- Estimación de KVR

Se utilizó información respecto a la distancia anual recorrida por los vehículos y el número de registros vehiculares por categoría:

Usando la siguiente ecuación 1-2

Ecuación 1-2: Metodología de estimación de KVR

$$KVR(\text{km/día}) = \frac{N_p \times T_p}{F_p}$$

Fuente: (Wang et al., 2008)

$$T_p = O_{p,a+0.5} - O_{p,a-0.5}$$

N_p = Numero de vehículos de pasajeros, PC

T_p = Uso promedio de PC, km/día/vehículo

F_p = Fracción de PC, EN %

O_p = Millaje promedio acumulado de PC, km

a = Edad promedio de PC, en años

- Longitud de carreteras

Pueden ser proporcionadas por: (entes de control de transporte, uso de softwares, cartografía, obras públicas. etc.)

2.2.3. Metodología para realizar un inventario de emisiones según el modelo IVE

2.2.3.1. Planteamiento

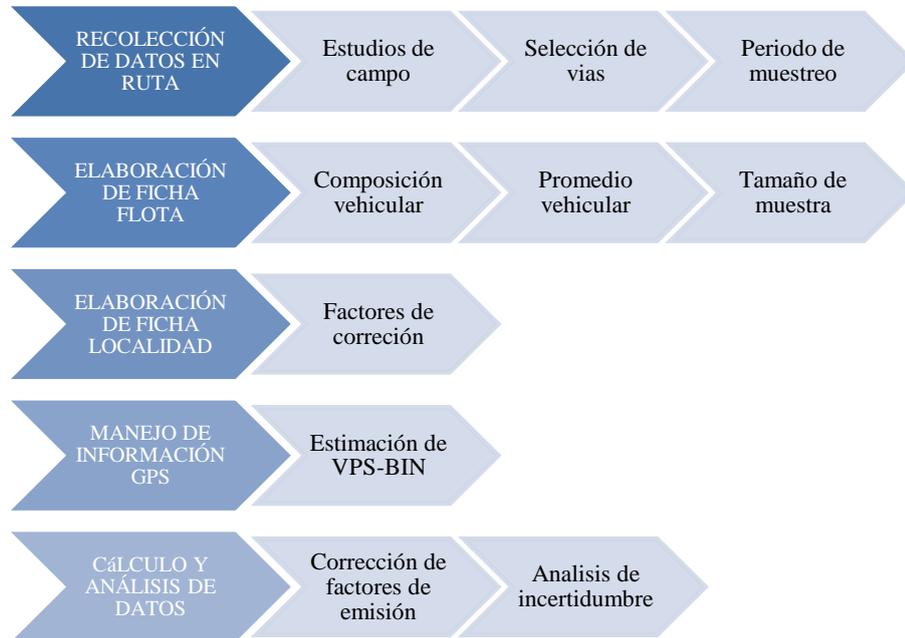


Ilustración 2-2: Esquema de metodología para elaborar un inventario de emisiones siguiendo el modelo de emisiones IVE

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

2.2.3.2. Proceso para obtener patrones de conducción



Ilustración 3-2: Esquema para obtener patrones de conducción

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

2.2.3.3. Proceso para obtener el tamaño de la muestra

- Recolección e interpretación de datos
- Reunir la información total de la cantidad total de vehículos
- Determinar el tamaño de la muestra usando la ecuación 2-3
- Seleccionar la cantidad de vehículos necesarios por cada categoría vehicular según la ecuación 3-2

Ecuación 2-2: Metodología para el cálculo del tamaño de la muestra.

$$n = \frac{Z^2 pq N}{NE^2 + Z^2 pq}$$

Fuente: TORRES, 2008

Donde:

N: población vehicular conocida

n: tamaño de la muestra

Z: nivel de confianza

p: variabilidad positiva

q: variabilidad negativa

E: precisión o errores

- Primero se determina el tamaño total de la población, se define la muestra n.
- Realizar la subdivisión de acuerdo a los criterios y definiciones
- Según la subdivisión será usada para el ajuste de factores de emisión
- Con esta subdivisión, se obtiene como resultado la cantidad total de grupos y así obtener la cantidad de vehículos por categoría con la siguiente ecuación 3-3

Ecuación 3-2 Cantidad de vehículos seleccionados por categoría

$$NE = n/Ng$$

Fuente: TORRES, 2008

Donde:

NE: Cantidad de vehículos por categoría

n: tamaño de la muestra

Ng: Número de grupos de la población

Sumados los miembros de todos los grupos se forma la muestra siendo significativa.

2.2.4. Ingeniería del proyecto

2.2.4.1. Requerimientos de tecnología, equipos y maquinaria

El equipo que nos permitió obtener los datos de las emisiones atmosféricas fue una estación automática de monitoreo de calidad de aire. Las características de la estación de monitoreo de calidad del aire son las siguientes:

Tabla 6-2: Características de la estación de calidad aire en el cantón Ambato

PARÁMETRO	CARACTERÍSTICA
Área de cobertura	El área de cobertura de la estación, en terrenos planos y con un patrón de viento estable, es de 5 km a la redonda de la estación.
Tipo de estación	Es una estación automática, actualmente la estación cuenta con sensores automáticos para la determinación de monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno, y un muestreador semiautomático para la medición de PM2.5.
Especificaciones técnicas de equipo	Marca: TELEDYNE API Año de fabricación: 2015 Origen: Estados Unidos

Fuente: GAD municipal Ambato, 2018.

Elaborado por: Robalino, Christian, 2023

2.2.4.2. Manejo de información GPS

La información que fue recolectada durante la investigación por el GPS Y VOCE, fue analizada y procesada para ser introducida al modelo IVE Dicha información permitió calcular los valores VSP-BIN que son útiles para la corrección de factores de emisión.

- Manejo y clasificación de información
- 1- Ordenar los valores a través de herramientas computacionales como MATLAB
 - 2- Existe un software exclusivo para calcular los valores VSP-BIN, desarrollado por la ISSCR y se llama "Speed Emission Evaluation"

2.2.4.3. Manejo de la App SPEED VIEW GPS

- Empezar configurando la app de acuerdo a los requerimientos de ruta e iniciar el rastreo.
- Los contadores registran el movimiento, hay que mantener activo el GPS durante todo el recorrido.

- Al finalizar la ruta, se selecciona (DETENER EL RASTREO), (GUARDAR y confirmar).
- Al volver al menú en Información de ruta, selecciona la ruta y compartirla con el icono de Excel.

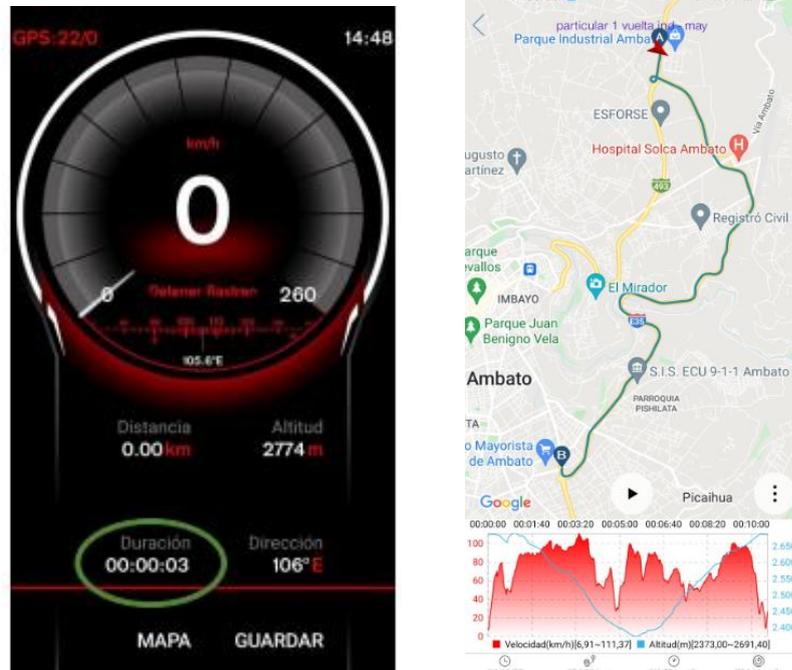


Ilustración 4-2: SPEED VIEW GPS

Fuente: Robalino Christian, 2023

2.2.4.4. Manejo de la Aplicación Speed Emission Evaluation

Es importante que desde los archivos descargados en la página de issrc.org existe un documento guía para usar en esta aplicación: con el siguiente procedimiento:

- Tabular los datos, y cambia el formato de salida y finalizar, cabe recalcar que la velocidad debe ser cambiada a millas por hora.
- Cuando los datos han sido ajustados de acuerdo al inicio y fin de ruta.
- Colocar el tiempo de duración de ruta.
- Guardar el archivo en formato “texto sin tabulaciones”
- El archivo se debe localizar en la carpeta DATA de “Emissions evaluation”
- Ejecutar el programa y Seleccionar el archivo y presionar CALCULATE SEL, si se desea calcular varios archivos seleccionar los archivos y presionar CALCULATE ALL.
- Los resultados deben multiplicarse por 100 para llegar a ser porcentajes (Estos datos deben ser escritos manualmente en el modelo IVE).
- La suma del porcentaje no da un 100% perfecto ese porcentaje faltante es el error de precaución que es necesario tomar en cuenta en el Modelo IVE.

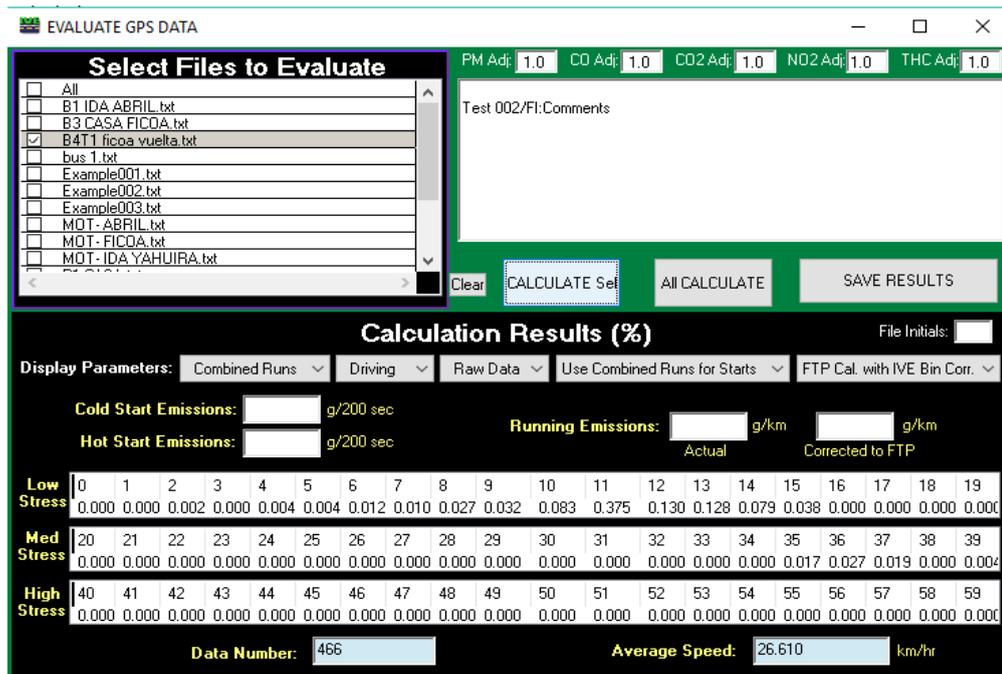


Ilustración 5-2: SPEED VIEW GPS

Fuente: (SPEED VIEW GPS, 2022)

2.2.4.5. Estrés del Motor

El estrés del motor usa la potencia específica del motor y las revoluciones del minuto, y así determinar el funcionamiento del motor en el tiempo de 20 segundos (AGUILAR, 2016 pág. 49).

El Estrés del motor es posible calcularlo a través de la ecuación 4-3.

Ecuación 4-2: Estrés del motor

$$ES = \text{índice RPM} + (0,08\text{ton/kW}) * \text{Potencia promedio}$$

Donde:

- Índice RPM es la velocidad dividida entre un factor de velocidad-potencia específica.
- Potencia promedio es igual a promedio ($VS_{Pt=5 \text{ seg a } 25 \text{ seg}}$) en kW/ton

2.3. Selección de los sectores y rutas de la ciudad

Los sectores escogidos son representativos en el tránsito de la ciudad, y han sido escogidos en coordinación con la Dirección de Tránsito, Transporte y Movilidad del GAD Municipalidad de Ambato (DTTM) son:

- Sector de Alto ingreso económico (M MAYORISTA-PASO LATERAL-P INDUSTRIAL)
- Sector Comercial (13 DE ABRIL - YAHUIRA)

- Sector de bajo ingreso económico (FICOA – SANTA MARIA)

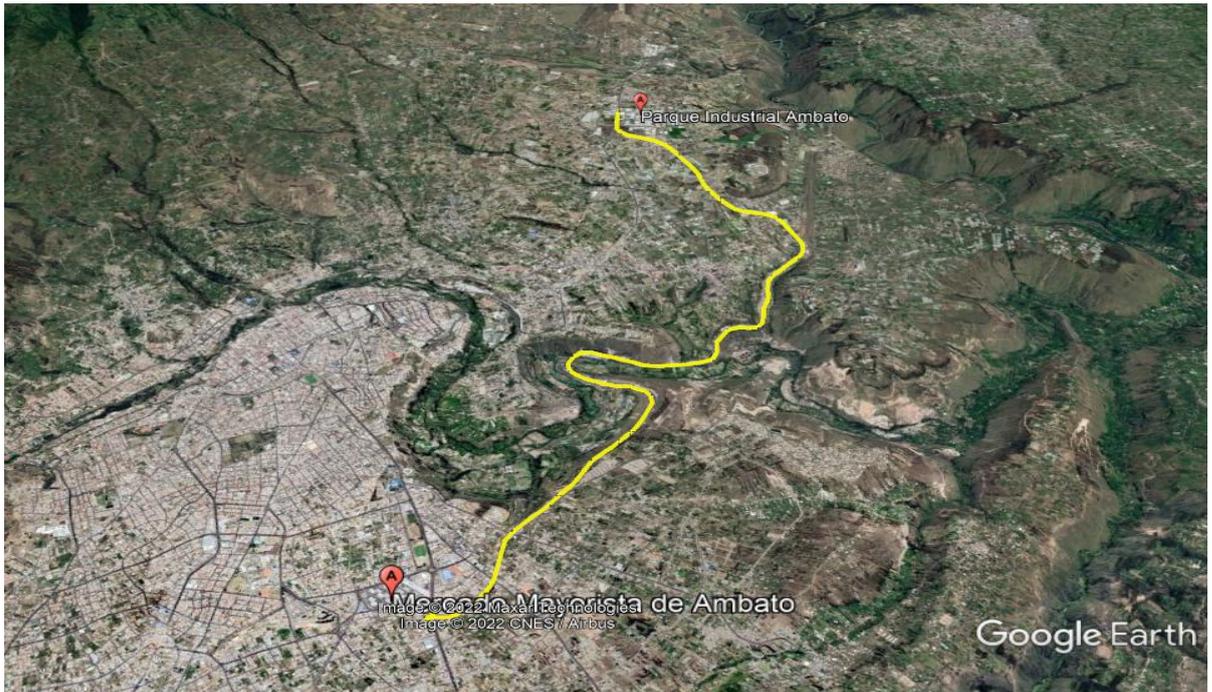


Ilustración 6-2: RUTA A (M MAYORISTA-PASO LATERAL-P INDUSTRIAL), alto ingreso

Realizado por: Robalino Christian, 2023

La ruta A nace desde el Mercado Mayorista hasta desembocar en el Parque Industrial Ambato, tomando el paso lateral, parte de la autopista E35 de 4 carriles, según el Ministerio de Transporte y Obras Públicas por esta ruta circulan alrededor de 12000 automotores (Obras Públicas, 2016), su longitud es de 12 km.

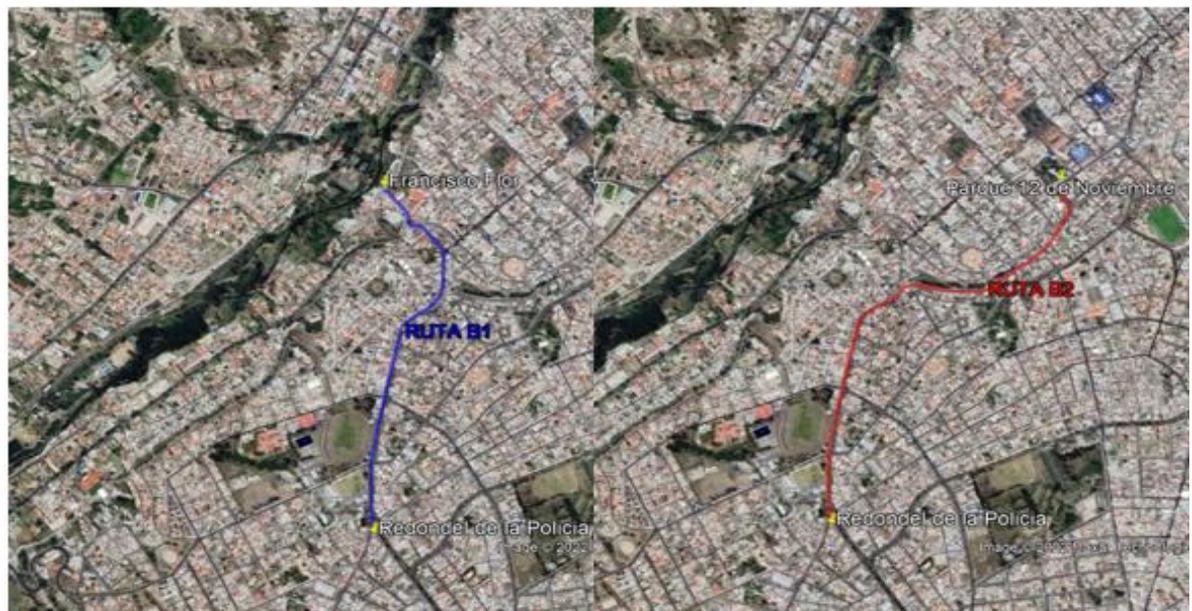


Ilustración 7-2: Ubicación del RUTA B (13 DE ABRIL - YAHUIRA). sector comercio

Realizado por: Robalino Christian, 2023

La importancia de esta ruta radica que parten del centro de Ambato es decir de la zona de comercio, la ruta 1 por la vía principal Yahaira partiendo desde la Francisco Flor hasta desembocar en la Av. Atahualpa hasta el redondel de la Policía, en cambio la ruta 2 que parte desde el redondel de la Policía, continúa la Av. Atahualpa toma la vía Secundaria 13 de Abril , por esta vía transitan diferentes líneas de buses y taxis, esta vía termina en el parque 12 de Noviembre cerca del mercado central de la ciudad.

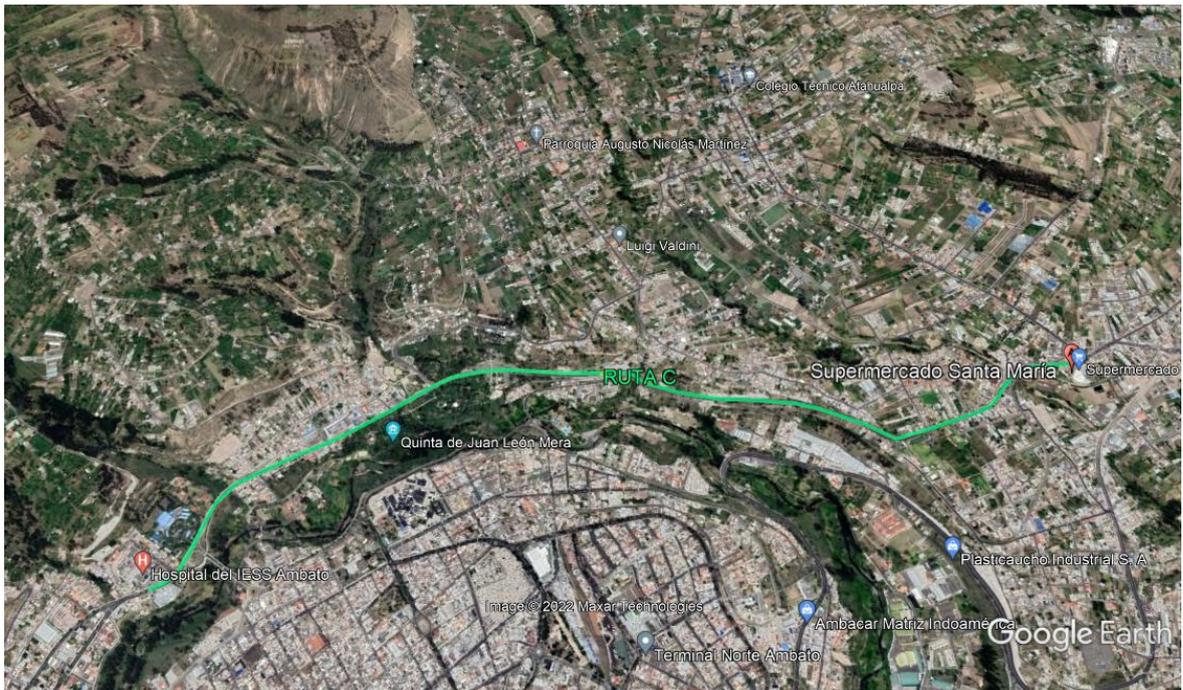


Ilustración 8-2: Ubicación del RUTA C (FICOA – SANTA MARIA) Bajo ingreso

Realizado por: Robalino Christian, 2023

La ruta C comienza en la calle Francisco Flor de dos carriles, hasta llegar al supermercado Santa María en la entrada a Atahualpa.

Composición de la flota vehicular utilizando las cámaras de video

De acuerdo a los sectores escogidos y con la asesoría de la (DTTM) se procedió a utilizar las cámaras de Semaforización inteligente del Municipio de Ambato, Las cámaras inteligentes tienen la capacidad de realizar el conteo en cada vía por hora, es decir el número de vehículos por hora. A través del conteo individual se identificó la clasificación vehicular por uso del vehículo y horas con mayor afluencia de tránsito en la zona centro de la ciudad.

El horario de registro de video es de 06:00 AM a 13:00 PM y en la tarde con horario de 13:00 PM a 20:00 PM, partiendo: lunes (fecha) en la tarde, Martes en la mañana, Miércoles en la tarde, Jueves en la mañana, Viernes en la tarde y Sábado en horario de 08:00 a 15:00, los horarios son

escogidos de acuerdo a mayor influencia de tránsito en los sectores de influencia.

2.3.1. Selección de cámaras para medir la flota vehicular

Gracias al acceso a las cámaras de semaforización inteligente se pudo establecer tres sectores de mayor importancia: como (YAHUIRA) Sector A, la vía secundaria (13 DE ABRIL) sector B y el sector C (FRANCISCO FLOR- BOLÍVAR), además de datos conocidos de la autopista del (PASO LATERAL).

Tabla 7-2: Cámaras y tipo de vías escogidas en Ambato

CÁMARAS Y RUTAS ESCOGIDAS		
TIPO DE VÍA	NOMBRE	TIEMPO
VÍA PRINCIPAL	YAHUIRA	1 SEMANA
VÍA SECUNDARIA	13 DE ABRIL	1 SEMANA
CARRETERA 2 CARRILES	FRANCISCO FLOR	1 SEMANA
AUTOPISTA	PASO LATERAL	1 SEMANA

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

2.3.1.1. Vía Principal Sector A

SECTOR A

Está cámara ubicada al inicio de la calle Yahuirá y donde empieza la av. Sur Cevallos, la cámara fue escogida porque desemboca en la Av. más importante de Ambato del centro de la ciudad la av. Cevallos, por esta ruta circulan automotores particulares, taxis y motos en su mayoría.

2.3.1.2. Vía secundaria Sector B

SECTOR B

En la cámara del sector B ubicada en la calle 13 de Abril que nace desde el parque 12 de Noviembre y desemboca en la Av. Atahualpa, esta cámara fue escogida por que se encuentra en el sector comercial de la ciudad y el tráfico es de mayor intensidad por que circulan diferentes líneas de buses como: Los Libertadores, Unión y Tungurahua.

2.3.1.3. Carretera dos carriles Sector C

SECTOR C

La cámara del sector C se encuentra al comienzo de la calle Francisco Flor de dos carriles, es de

importancia porque es una vía de acceso al sector Ficoa sector Norte uniéndose con el Centro de Ambato, el tráfico que cruza por esta calle es de menor intensidad y mayor fluidez, de manera que circulan por esta calle de mayor intensidad taxis y particulares.

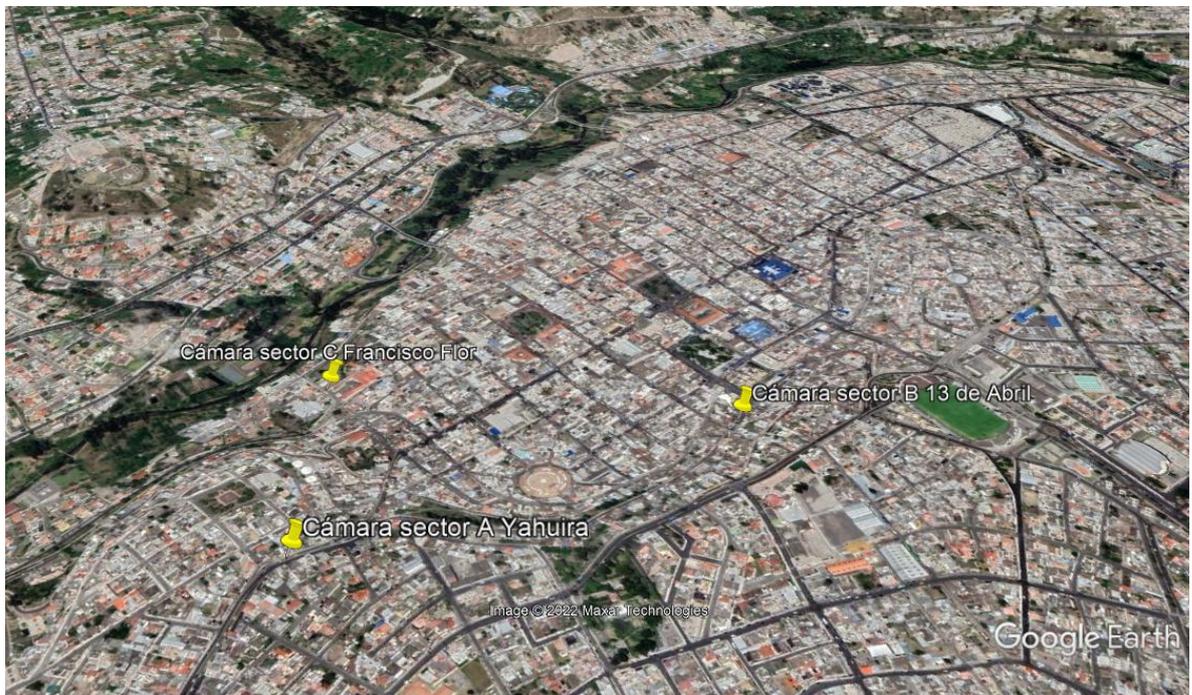


Ilustración 9-2: Ubicación de las cámaras en la semaforización inteligente

Realizado por: Robalino Christian, 2023

El sistema de semaforización inteligente en Ambato existe desde el año 2013 y emplea el sistema de semáforo inteligentes que por medio de sensores y datos detectan el flujo vehicular en la zona centro de la ciudad, liberando por medio de un software el flujo y tiempos de semaforización para despejar las aglomeraciones, estos pueden ser modificados a través de un centro de control ubicado en el municipio en coordinación con los agentes de tránsito.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

Según la metodología escogida se alcanzó los siguientes resultados de la actividad vehicular, tecnologías y distinción de la flota vehicular, factores que afectan el tránsito en la ciudad, y las rutas de los sectores socio económicos alto, medio y bajo, y por lo cual se obtuvo las emisiones de las fuentes móviles del cantón Ambato.

3.2. Flota vehicular

3.2.1. Flota vehicular en el Sector A

SECTOR A

Tabla 1-3: Tabla resumen de la Flota vehicular del sector Yahaira – Alta frecuencia

DÍAS	FLOTA VEHICULAR DEL SECTOR YAHUIRA					TOTAL
	PROMEDIO LUNES A SÁBADO					
	TAXIS Y PASAJEROS	BUS	PARTICULAR	PESADO	MOTO	
LUNES	963	7	3135	31	377	4513
MARTES	1003	13	2830	45	312	4203
MIÉRCOLES	862	14	2091	36	289	3292
JUEVES	716	13	1861	22	244	2856
VIERNES	949	14	3118	65	585	4731
SABADO	849	11	2381	19	281	3541
TOTAL	5342	72	15416	218	2088	23136

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

En el sector Yahaira de Alto ingreso económico existe un alto tráfico de automotores particulares con 15416, seguido de taxis con 5342 vehículos, los automotores con menor influencia en el sector son los buses, su ruta no transita por la zona, pero algunos buses se desvían o si no están en ruta usan esta autopista ya que conecta el sector Sur con el centro de Ambato.

3.2.1.1. Flota vehicular del sector Yahaira

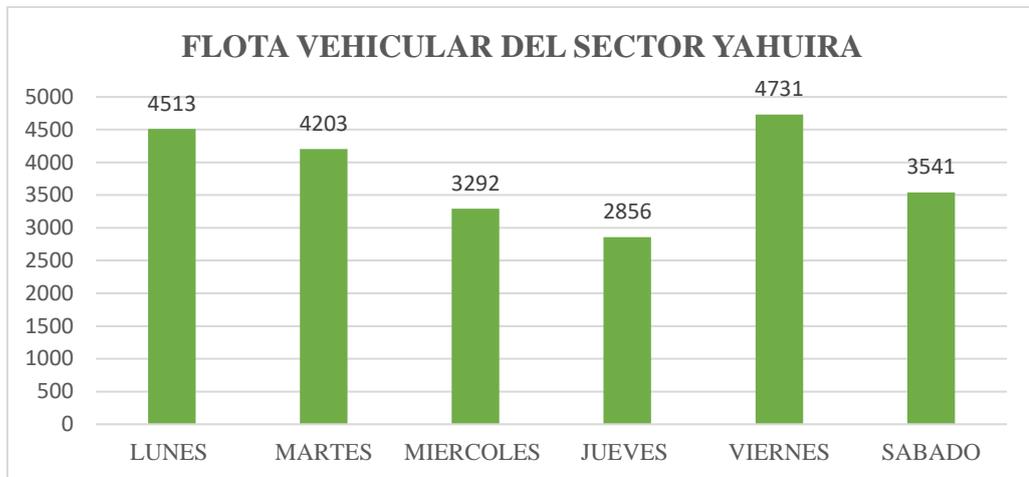


Ilustración 1-3: Diagrama de barras comparando los días de la semana y el flujo vehicular de cada día

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

A través de esta figura 1-3 se interpreta el flujo vehicular durante la semana de investigación, el día de mayor flujo es el viernes con 4731 vehículos debido a que en el horario de la tarde salen de sus trabajos, al ser último día laboral existe mayor tránsito vehicular y acumulación de peatones en las vías, los días de menor influencia son miércoles y jueves con menor flujo de particulares, pero aumento de taxis y buses en la ciudad.

3.2.1.2. Clasificación de la flota vehicular según su uso en el sector La Yahaira

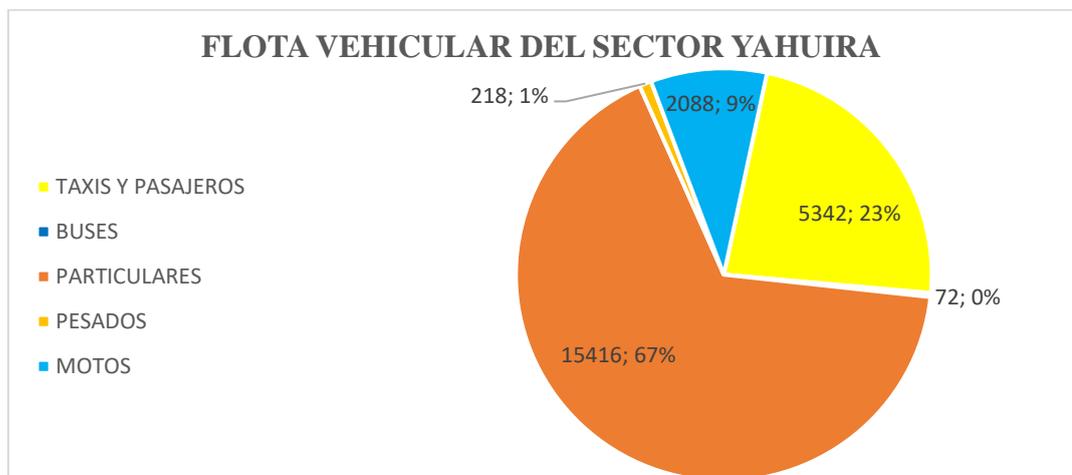


Ilustración 2-3: Diagrama de circulo de anillos para comparar los diferentes usos de la flota vehicular en el sector A (Yahaira)

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

De acuerdo a este diagrama 2-4 se identifica como se divide las proporciones de uso de automotores en el sector A (Yahaira), el 67% de automotores son particulares, el 23 % son taxis pasajeros en esta proporción se toma en cuenta taxis y camionetas de pasajeros, tanto buses como automotores pesados tienen mínima influencia en el registro por lo que no alcanzan ni el 1% de la flota vehicular.

3.2.2. Flota Vehicular en el Sector B

Tabla 2-3: Tabla resumen de la Flota vehicular del sector 13 de Abril

PROMEDIO LUNES A SÁBADO						
DÍAS	TAXIS Y PASAJEROS	BUSES	PARTICULARES	PESADOS	MOTOS	TOTAL
LUNES	503	518	1040	37	157	2255
MARTES	715	381	1039	22	199	2356
MIÉRCOLES	571	427	1049	31	149	2227
JUEVES	600	402	1091	29	169	2291
VIERNES	742	412	1326	32	213	2725
SÁBADO	652	468	878	20	266	2284
TOTAL	3783	2608	6423	171	1153	14138

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

En el Sector B existe mayor variedad de uso de automotores, en la avenida 13 de abril posee rutas de autobuses como: Libertadores, Tungurahua y Vía Flores: aumentando el tráfico en la zona de influencia por recoger y dejar pasajeros, a su vez el servicio de taxis y pasajeros con 3783 unidades, usa esta ruta por ser más ligera que la del sector A.

3.2.2.1. Flota vehicular de Sector B (13 de Abril)

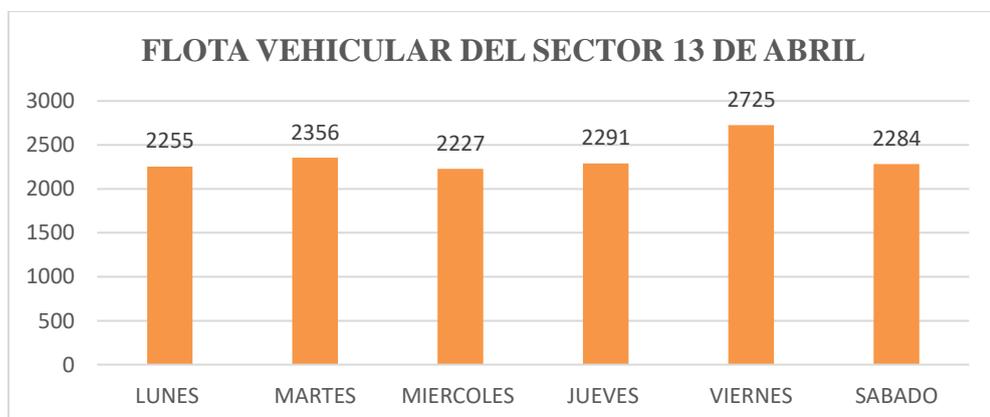


Ilustración 3-3: Diagrama de barras comparando los días de la semana y el flujo vehicular de cada día del sector B (13 de abril).

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

En concordancia con el diagrama de barras de la fig. 3-4 en el segundo sector se puede observar un comportamiento casi lineal demostrando una intensidad de tráfico similar en los días registrados de la semana, excepto el día viernes con mayor parque automotor llegando a 2725 automotores en comparación con los demás y el día con menor intensidad es el miércoles con 2227. Esta zona es de gran importancia porque une el Norte con el centro de Ambato, llegando al parque 12 donde es la parada de mayoría de autobuses de la ciudad para cada parroquia y destino, lo que nos demuestra que la población usa el transporte público en varias ocasiones durante el día.

3.2.2.2. Clasificación de la flota vehicular según su uso en el sector B (13 de abril)

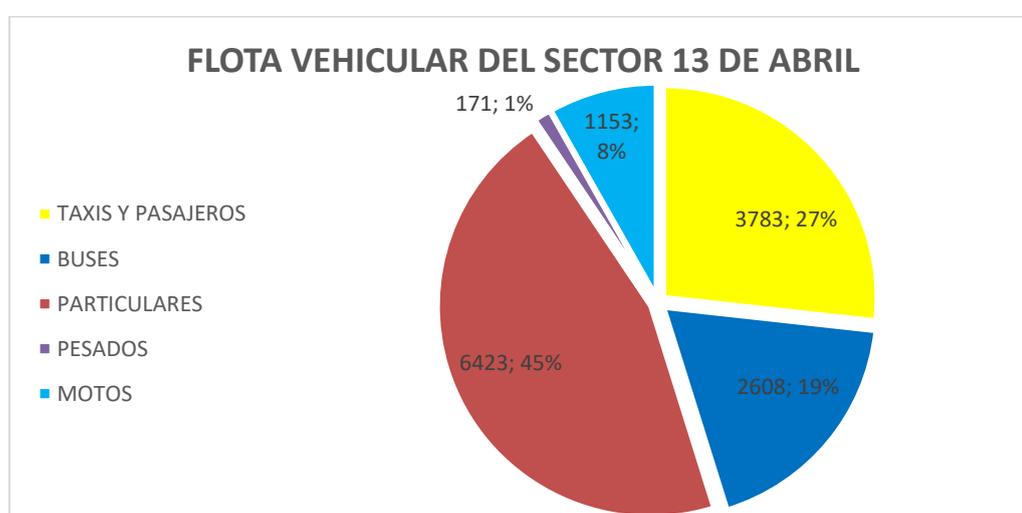


Ilustración 4-3: Diferentes usos de la flota vehicular en el sector B (13 de abril).

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

De acuerdo la fig. 4-3, se puede comparar los diferentes usos de los vehículos en el SECTOR B, los automóviles particulares siguen predominando, aunque el sector de taxis y pasajeros llega a un alto 27% de la población de la zona, en referencia a otros sectores el sector de motos llega al 8% con mayor tráfico en balance con los otros sectores de estudio de Ambato.

3.2.3. Flota vehicular de Sector C

Tabla 3-3: Tabla resumen de la Flota vehicular del sector FRANCISCO FLOR

FLOTA VEHICULAR DEL SECTOR FRANCISCO FLOR						
PROMEDIO LUNES A SÁBADO						
DÍAS	TAXIS Y PASAJEROS	BUSES	PARTICULARES	PESADOS	MOTOS	TOTAL
LUNES	699	27	1326	37	237	2326
MARTES	598	17	1212	83	327	2237

MIÉRCOLES	617	24	1135	124	400	2300
JUEVES	480	13	1507	57	287	2344
VIERNES	507	14	1438	59	332	2350
SÁBADO	543	9	1020	30	214	1816
TOTAL	3444	104	7638	390	1797	13373

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

En el sector C (Francisco Flor), es de baja frecuencia vehicular y con un comportamiento de tránsito fluido, este sector se caracteriza por ser de mayor fluidez en el tránsito, existe mayor número de motos comparado a los demás sectores, y el número de taxis es similar al sector B, no existe rutas de buses en el sector sin embargo algunos transitan, además de buses escolares, en comparación con otros sectores el número de automotores pesados con 390.

3.2.3.1. Flota vehicular de Sector Francisco Flor

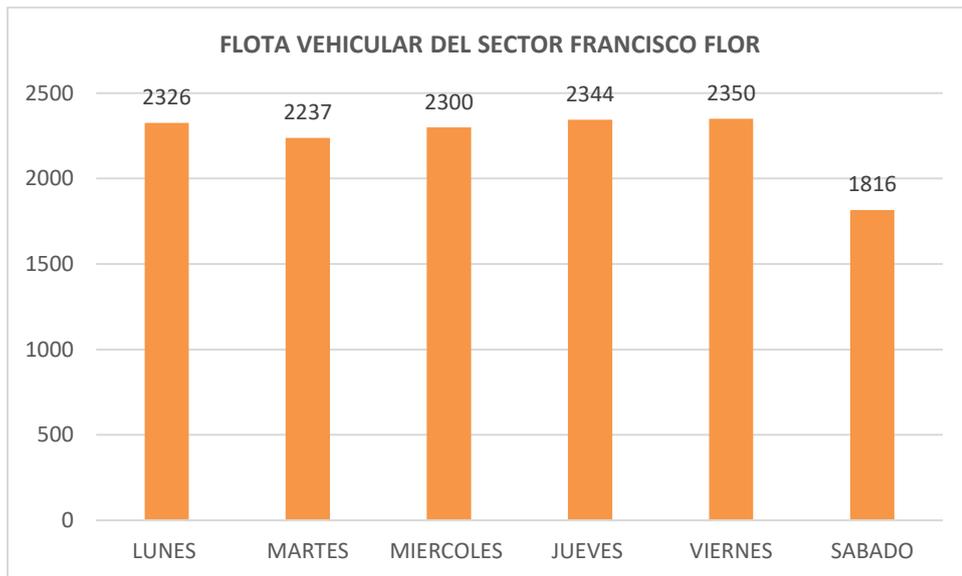


Ilustración 5-3: Flujo vehicular de cada día del sector C (Francisco Flor).

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

En el sector C de baja frecuencia, el tráfico es similar de lunes a viernes con ligeros intervalos de 20 automotores por día, en concordancia con los demás sectores de la ciudad el día viernes tiene mayor aglomeración de vehículos, en cambio el día sábado tiene menor tráfico convirtiéndose una vía de uso rápido y por lo cual presenta mayor velocidad de los vehículos.

3.2.3.2. Clasificación de la flota vehicular según su uso en el sector

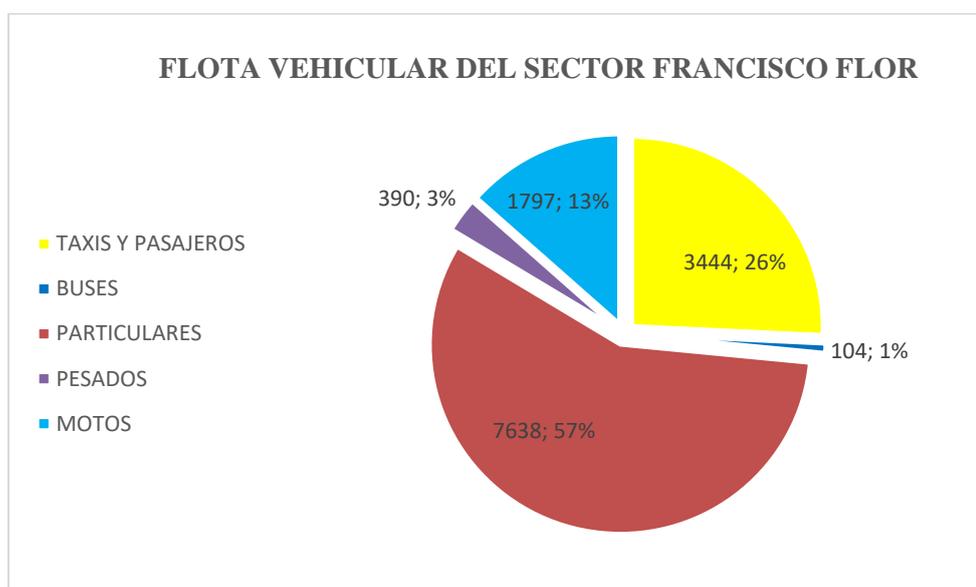


Ilustración 6-3: Diferentes usos de la flota vehicular en el sector C (Francisco Flor).

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

La flota vehicular del sector C (Francisco Flor) posee diferencias muy notorias en referencia con los otros sectores, el transporte pesado llega a su porcentaje más alto de 3%, a su vez que el sector de motos sube al 13%, esto ocurre porque la vía es de rápido flujo vehicular, y parte desde un sector no céntrico y de comercio lo que aumenta la fluidez de la zona de influencia.

3.3. Flota vehicular del centro de Ambato

Tabla 4-3: Tabla resumen de la Flota vehicular del centro de AMBATO según la intensidad

FLOTA VEHICULAR DEL CENTRO DE AMBATO						
PROMEDIO LUNES A SÁBADO						
INTENSIDAD	TAXIS Y PASAJEROS	BUSES	PARTICULARES	PESADOS	MOTOS	TOTAL
ALTA	5342	72	15416	218	2088	23136
MEDIA	3783	2608	6423	171	1153	14138
BAJA	3444	104	7638	390	1797	13373
TOTAL	12569	2784	29477	779	5038	50647

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

A partir de la tabla resumen 4-3 se identifica las diferencias entre los sectores escogidos, el de alta intensidad posee una gran variedad de automotores particulares, con un alto flujo de taxis llegando a

los 5342, el número total de automotores de alta intensidad llega a duplicar el total de los demás sectores. En el segundo sector de intensidad media se comporta tal y como un centro de mercadeo, puesto que une el centro desde el parque 12 de Noviembre, al Sur al llegar a la avenida Atahualpa, con un flujo intermedio pero gran afluencia de público en transporte de autobuses llegando a 2608 automotores a diésel: y por último el sector C de baja intensidad, el tránsito es más fluido y con mayor velocidad por parte de los automotores.

3.3.1. Usos de la flota vehicular del centro de Ambato

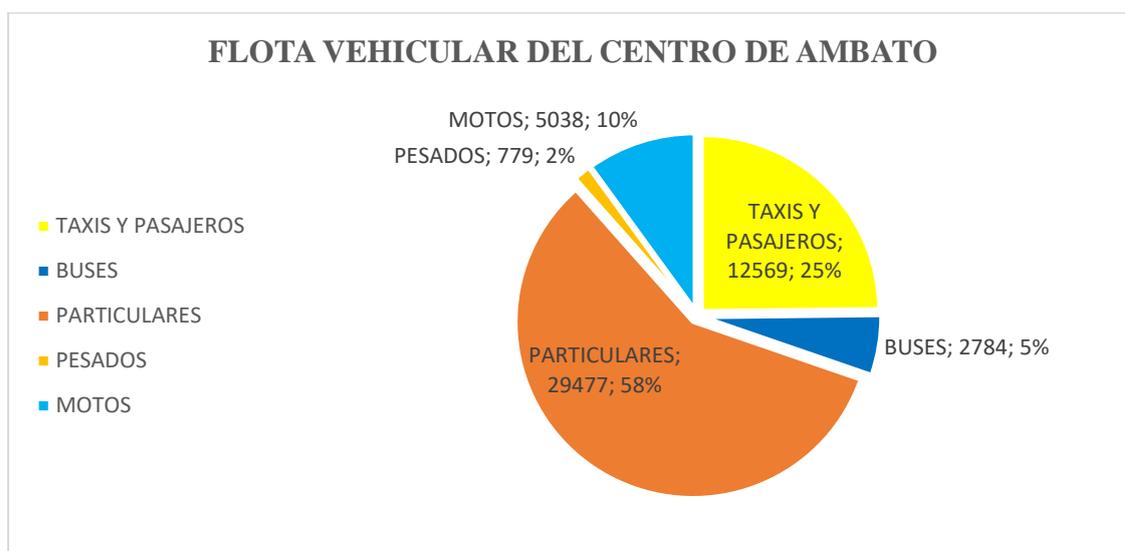


Ilustración 7-3: Diferentes usos de la flota vehicular en el centro de AMBATO

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

En el siguiente diagrama 7-3 se diferencia los usos de los automóviles en Ambato, 29477 son particulares lo que demuestra el crecimiento del parque automotor privado, los taxis son de gran importancia en la ciudad ya que es la segunda proporción con el 25% del transporte en la ciudad con un comportamiento similar en los 3 sectores, el total de autobuses es de 2784 que corresponde al 5% los mismo que en su mayoría circulan en el sector B, los automotores pesados son de menor proporción en el centro de Ambato, su circulación radica en el sector norte y Sur de la ciudad.

Tabla 5-3: Tabla resumen de las rutas y número de vehículos del centro de AMBATO

RUTAS ESCOGIDAS		
TIPO DE VÍA	NOMBRE	Nro. de Vehículos por día
VÍA PRINCIPAL	YAHUIRA	4627
VÍA SECUNDARIA	13 DE ABRIL	2827
CARRETERA 2 CARRILES	FRANCISCO FLOR	2574

AUTOPISTA	PASO LATERAL	12000
------------------	---------------------	-------

Realizado por: Robalino, Christian, 2022

3.3.2. Flota vehicular total del centro de Ambato año 2022

Tabla 6-3: Tabla resumen de la Flota vehicular del centro de AMBATO

FLOTA VEHICULAR DEL CENTRO DE AMBATO							
CLASIFICACIÓN	LUNES	MARTE	MIÉRCOLES	JUEVE	VIERNE	SÁBADO	TOTAL
TAXIS Y PASAJEROS	2165	2316	2050	1796	2198	2044	12569
BUSES	552	411	465	428	440	488	2784
PARTICULARES	5501	5081	4275	4459	5882	4279	29477
PESADOS	105	150	191	108	156	69	779
MOTOS	771	838	838	700	1130	761	5038
TOTAL	9094	8796	7819	7491	9806	7641	50647

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

La tabla 6-3 nos demuestra cómo varían las intensidades de tráfico según su uso de acuerdo al día de la semana, probando que los días intermedios de la semana existe menor intensidad, y los días lunes y viernes por feria, comercio y transporte dentro y fuera de la ciudad aumenta: los fines de semana el centro de Ambato disminuye el tráfico, el flujo de automotores particulares se reduce por motivos de descanso o viajes fuera de la ciudad.

3.3.3. Flota vehicular total del centro de Ambato año 2022

Tabla 7-3: Tabla resumen de la Flota vehicular del centro de AMBATO

FLOTA VEHICULAR DEL CENTRO DE AMBATO							
CLASIFICACIÓN	LUNES	MARTE	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNE	SÁBADO	TOTAL
TAXIS Y PASAJEROS	2165	2316	2050	1796	2198	2044	12569
BUSES	552	411	465	428	440	488	2784
PARTICULARES	5501	5081	4275	4459	5882	4279	29477
PESADOS	105	150	191	108	156	69	779
MOTOS	771	838	838	700	1130	761	5038
TOTAL	9094	8796	7819	7491	9806	7641	50647

Realizado por: Robalino, Christian, 2022

Se puede interpretar la tabla 7-3, que los automotores particulares tienen mayor presencia en la ciudad con 29477 vehículos, las líneas de buses circulan solo por el sector A y B con un total de 2784 unidades, los taxis son más utilizados en el sector A de mayor intensidad por ser el centro financiero con una intensidad de 5342 unidades, de las 12569 unidades que existen en la ciudad de Ambato.

3.3.3.1. Intensidades por días de la semana

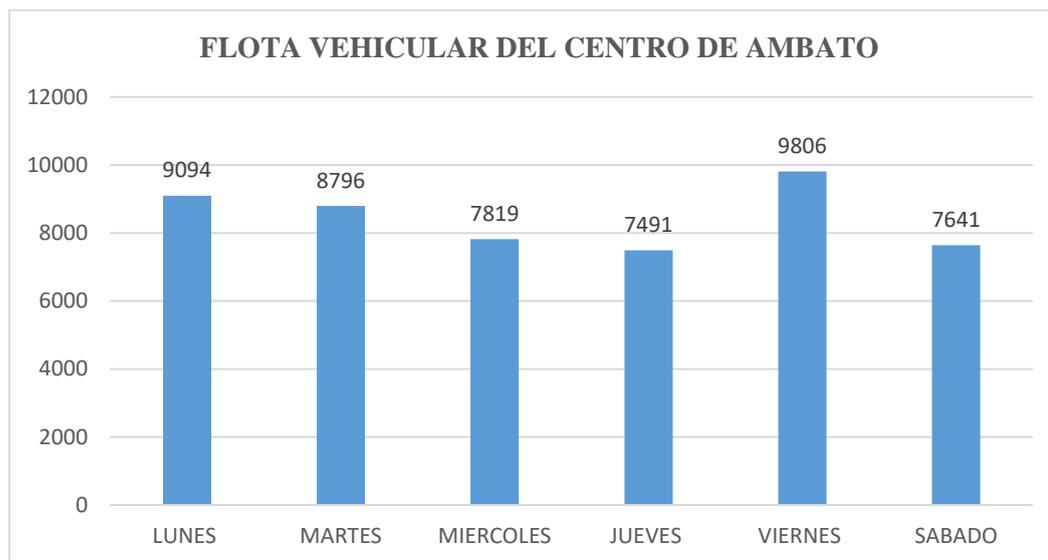


Ilustración 8-3: Flujo vehicular en el centro de AMBATO

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

3.3.3.2. Flota vehicular del año 2019

Tabla 8-3: Tabla de la Flota vehicular del centro de AMBATO en el año 2019

FLOTA VEHICULAR DEL CENTRO DE AMBATO TOTAL AÑO 2019				
DÍAS	ALTA	MEDIA	BAJA	TOTAL
LUNES	5143	2681	2577	10401
MARTES	5232	2859	3096	11187
MIÉRCOLES	4744	2388	1942	9074
JUEVES	3340	1852	1447	6639
VIERNES	4807	2974	2776	10557
SÁBADO	5070	2521	2342	9933
TOTAL	28336	15275	14180	57791

Fuente: GAD municipal Ambato, 2019

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

En concordancia con los datos según el GAD municipal Ambato a través las cámaras inteligentes

en la semaforización, demuestra la diferencia de población vehicular en el año 2019 y el 2022 con una flota vehicular de 57791 automotores, los días lunes, martes y viernes poseen mayor afluencia de tránsito por ser días de feria, ingreso de estudiantes y comercio en el centro de la ciudad.

Se puede deducir a partir del ANEXO C que tienen horarios bien marcados y que son cotidianos en los 3 sectores de la ciudad: por ejemplo, en el sector A de alta intensidad existe horarios punta como son a las 7:00 AM, 12:00 y 17:00 horas en la que la población regresa a sus hogares del horario laboral y escolar.

3.3.3.3. Intensidades por días de la semana en el año 2019

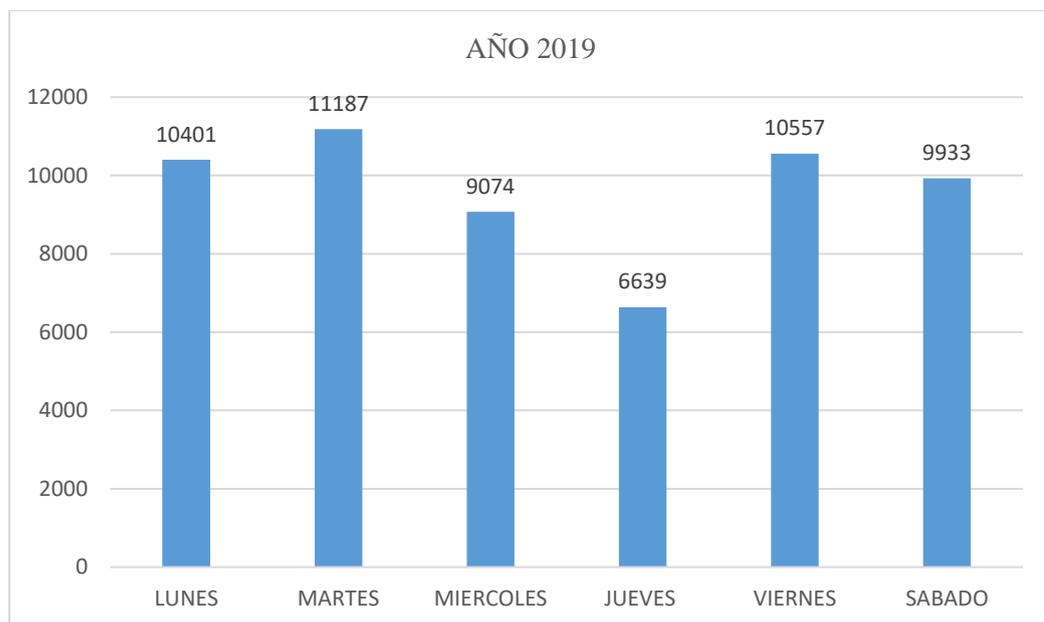


Ilustración 9-3: Intensidades por días de la semana en el año 2019 AMBATO

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

En el año 2019 existe un mayor porcentaje o aumento de la flota vehicular por que no existían medidas de restricción de circulación, el flujo era constante por la educación, actividad socioeconómica, y el trasladarse hacia los trabajos se realizaba con normalidad, en ciertas horas pico existe aglomeración y aun con la semaforización inteligente, es difícil mantener la fluidez en el centro de la ciudad.

3.3.3.4. Comparación de intensidades entre el año 2019 y 2022

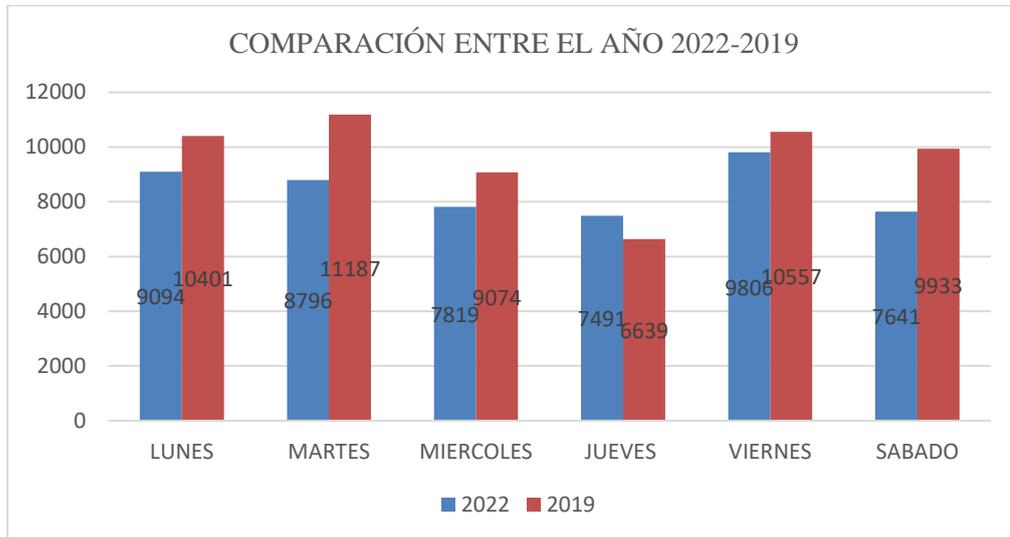


Ilustración 10-3: Comparación de intensidades entre el año 2019 y 2022

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

En comparación al año 2019 el transporte, el número de automotores es mayor y eso se debe a varios factores que representan un cambio en la actualidad:

- Aunque el parque automotor privado aumentó, la llegada de la pandemia significa un gran cambio en la actualidad, el Centro de Operaciones de Emergencia COE ha tomado medidas que reducen el uso del transporte.
- Las clases son semipresenciales lo que reduce significativamente el transporte en horas pico (7:00 am a 8:00 am) y horas de salida como (12 a 2:00 pm).
- La empresa pública trabaja con el 60% presencial y el 40 % semipresencial con teletrabajo, esto implica reducción de uso de transporte público y privado.
- Reducción de aforo en espacios públicos, y transporte masivo al 75% de su capacidad. Con estos antecedentes la gente prefiere movilizarse en transporte privado como automotores particulares y taxis.

3.4. Distribución de tecnologías

Para determinar las tecnologías, se encuestó a 200 automotores, gracias al Centro de Revisión Técnica Vehicular (CRTV), con ayuda de su base de datos y los ingenieros mecánicos en la encuesta y revisión de cada vehículo, siguiendo la distribución de uso de automotores de la tabla 7-4: La encuesta contiene 16 preguntas que buscan interpretar la distribución de tecnología en los

automotores en Ambato.

3.4.1. Modelos de automotores

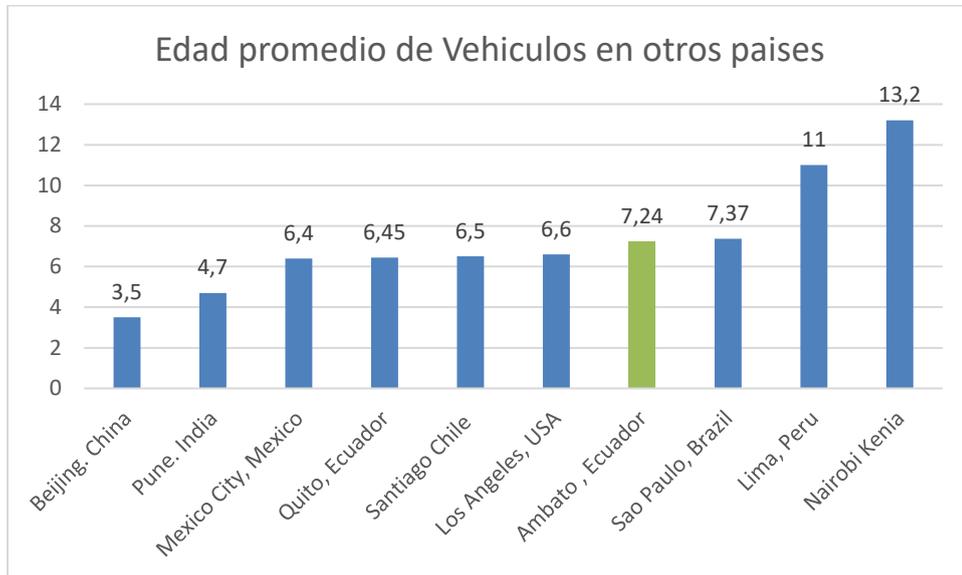


Ilustración 11-3: Edad promedio de automotores en AMBATO comparado a otras ciudades del mundo.

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

En base al diagrama la edad de la fig. 11-3, la edad promedio en la ciudad de Ambato tiende a la media en las ciudades latinoamericanas, por ejemplo, Quito según (Guadalupe, 2016) es una edad de 6.45 años, siendo un año más modernos que Ambato al ser la capital del país, en cambio la ciudad de Lima siendo capital del Perú tiene automotores con edad más antigua de 11 años por su situación económica.

En concordancia con los resultados de la encuesta en el Anexo B, se deduce que la edad promedio de los automotores en Ambato es de 7.240 años este valor tiene concordancia con la edad promedio de Quito que es de 6.45 años y de otras ciudades de Latinoamérica tal y como Santiago de Chile y México D.F que tiene una edad promedio entre 6 y 7 años de antigüedad.

3.4.2. Tamaño del motor

La distribución de automotores según su tamaño de motor indica que el que predomina son los motores entre 1300 a 2000 cc.

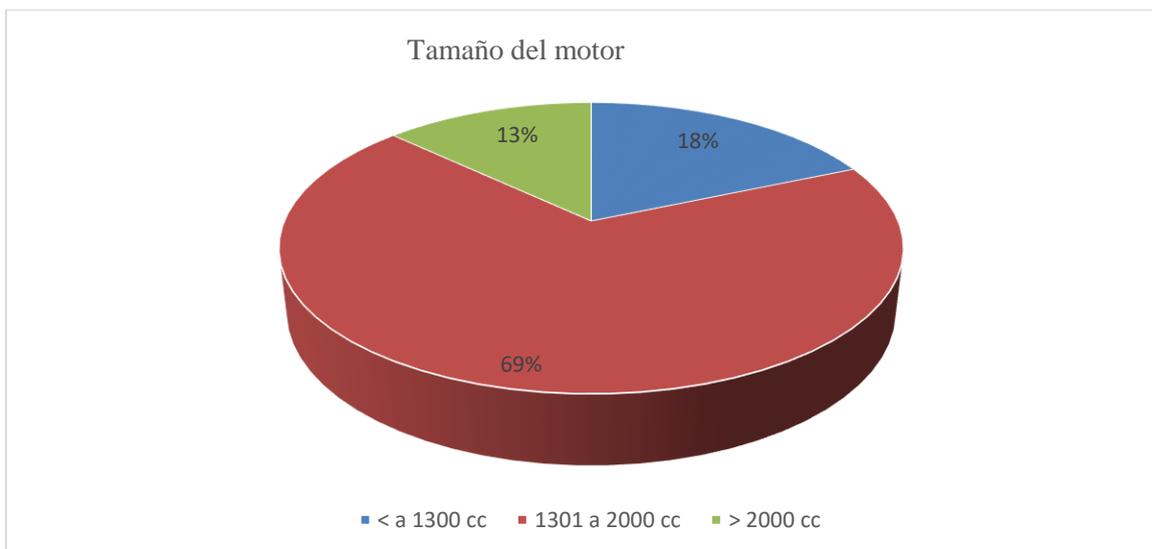


Ilustración 12-3: Distribución del tamaño del motor según las encuestas.

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

Según la distribución del tamaño de los motores en referencia a la fig. 12-3, los automóviles de mayor uso se identifican que el motor que más se usa es de 1400 cc siendo predominantes automóviles de carga mediana en la ciudad, al igual que son los de mayor predominancia en la modalidad de taxi.

3.4.3. Tipo de combustible

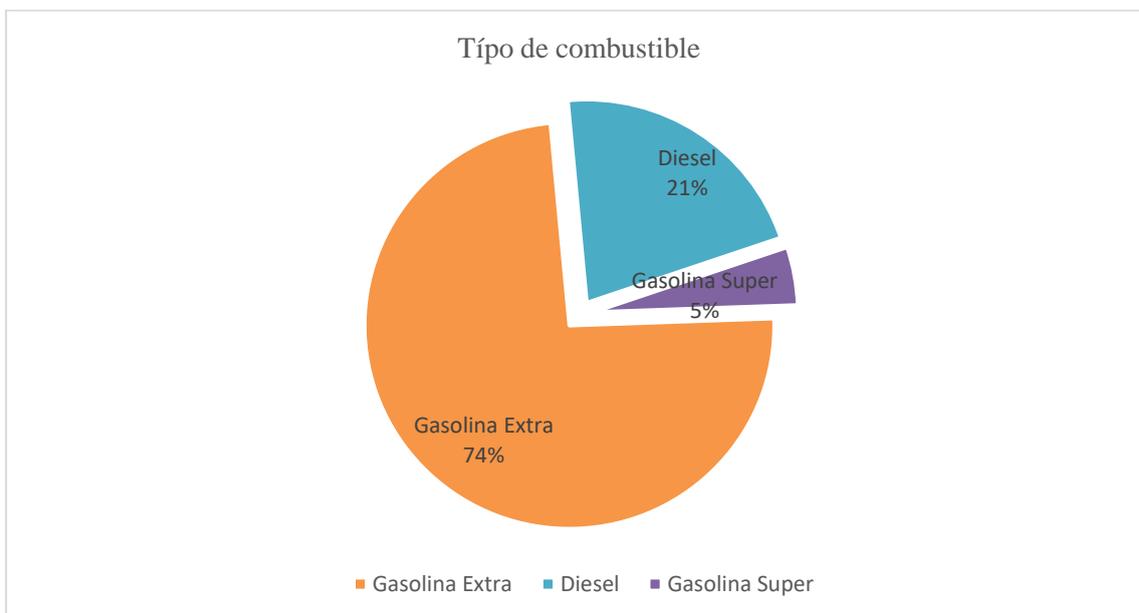


Ilustración 13-3: Uso de combustible en la ciudad de AMBATO

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

De acuerdo a los datos recolectados se determina que el 74.1% usa Gasolina extra, el diésel llega

al 21,3% y Gasolina Súper el 4,6%, de los 200 carros encuestados ninguno utiliza sistemas híbridos. El combustible de mayor consumo es la gasolina extra en el Ecuador de acuerdo a que es el combustible con menor costo en dos con cuarenta el galón fijado. En el caso de la ciudad de Ambato los sistemas híbridos casi no son utilizados.

3.4.4. *Poseión de aire acondicionado*

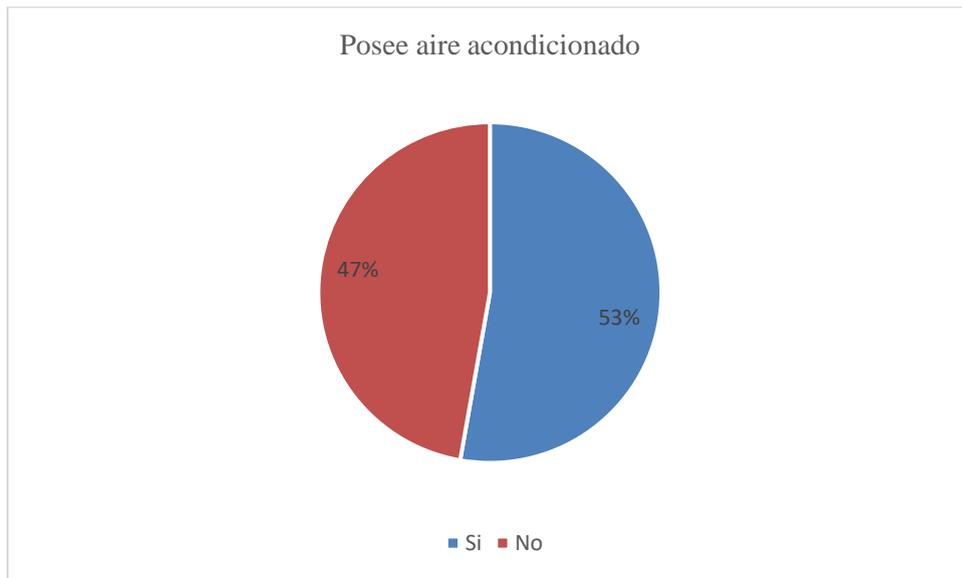


Ilustración 14-3: Uso de aire acondicionado en automotores en AMBATO

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

Siguiendo la figura 14-3 en la ciudad de Ambato, el 47 por ciento no posee aire acondicionado es un porcentaje elevado a nivel del Ecuador, el 53 por ciento cuenta con aire acondicionado, pero no significa que lo usen todo el tiempo pese al clima frío que posee la ciudad de 16 grados centígrados promedio.

3.4.4.1. Sistemas que posee el automotor

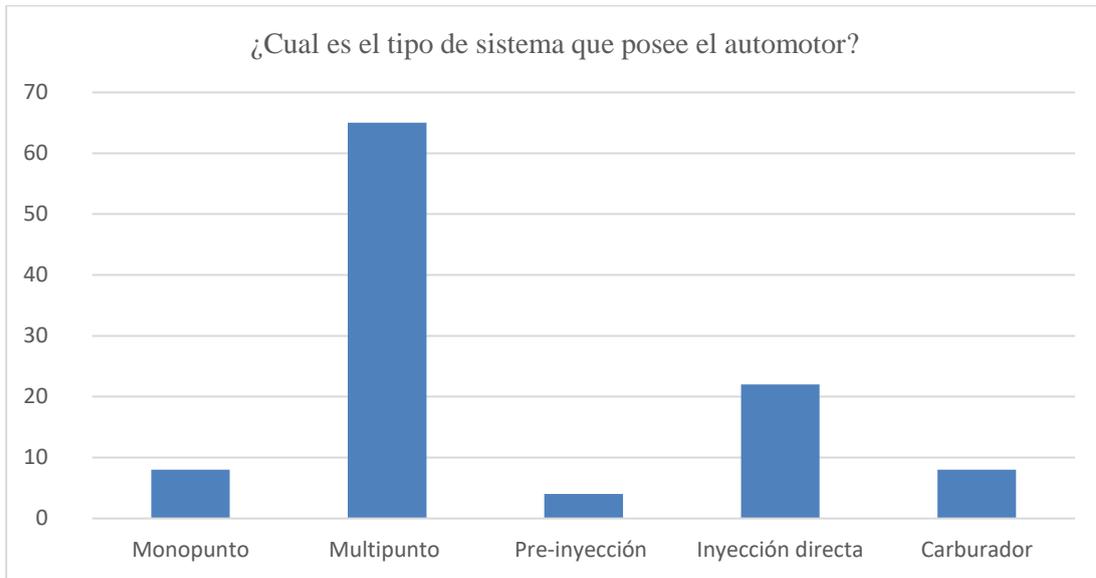


Ilustración 15-3: Tipo de sistemas que posee los automotores en la ciudad de Ambato.

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

En la figura 15-3, se interpreta que al ser el sistema multipunto un sistema más eficiente es mayor uso por los automóviles en la actualidad, eso incluye taxis y autos particulares, influye la edad promedio de los automotores al ser de menor antigüedad, existen pocas unidades con sistema multipunto, los automotores a diésel poseen el sistema de inyección directa, en cambio según las encuestas el sistema de preinyección.

3.5. Características esenciales para el cálculo en IVE

3.5.1. Parámetros ambientales

El modelo IVE necesita de diferentes correcciones para poder ajustar los valores de las emisiones vehiculares, estos ajustes permiten un mejor rendimiento de corrección de valores.

Tabla 9-3: Parámetros ambientales

PARÁMETROS AMBIENTALES	
VARIABLES	VALORES
Humedad relativa	73.2 %
Temperatura Ambiente	16 grados centígrados
Pendiente de la zona	0 porque la pendiente es tomada en cuenta en los patrones de conducción
Altura	2577 msnm

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

3.5.1.1. Características del Combustible

Tabla 10-3: Características de combustibles usados

Características del combustible					
TIPOS	MEZCLA	Azufre	Plomo	Benceno	Oxigenados
GASOLINA	Moderada/pre mezcla	Alto (600 ppm)	Ninguno	Moderado (1,50%)	2,5 %
DIESEL	Moderado	Moderado (500 ppm)			

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

3.5.2. Patrones de conducción

3.5.2.1. Características de los automotores a utilizar en los recorridos con GPS

Tabla 11-3: Automotores a utilizar

CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS	FOTOGRAFÍA
PARTICULARES	Modelo: Volkswagen t Cross 2021 Peso: 1117 kg Cilindraje: 1.5 98 Kilometraje: 50000 km Inyección Multipunto	
MOTOS	Modelo: HONDA Tornado 2014 Peso: 134 kg Cilindraje: 250cc Kilometraje: 72518 km Pre inyección	
TAXIS	Modelo: CITROEN C Elicee 2016 Peso: 980 kilos Cilindraje: 1.587 Kilometraje: 430000 km	
BUSES	Modelo: Hino AK Peso: 9000 kg Cilindraje: 5123 cc Kilometraje: 404761 km Inyección directa	

Realizado por: Robalino, Christian, 2022

Los automotores escogidos según su uso son un Volkswagen T Cross que representa a los autos particulares, SUV, y camionetas; en motos es usada la Honda Tornado proporcionada para el estudio gracias a la Dirección de Tránsito, Transporte terrestre y Seguridad vial para medir su patrón de conducción dentro del centro de Ambato, en Taxis es seleccionado el modelo Citroën C Elicee de la Coop. Ambateña, por último, en representación de los Buses Vía Flores fue escogido un bus Hino AK, en representación de los automotores pesados no fue escogido ninguno porque según la tabla 11-5 solo alcanza el 2% de la flota por lo que no es representativo para el estudio.

3.5.2.2. Los patrones de conducción

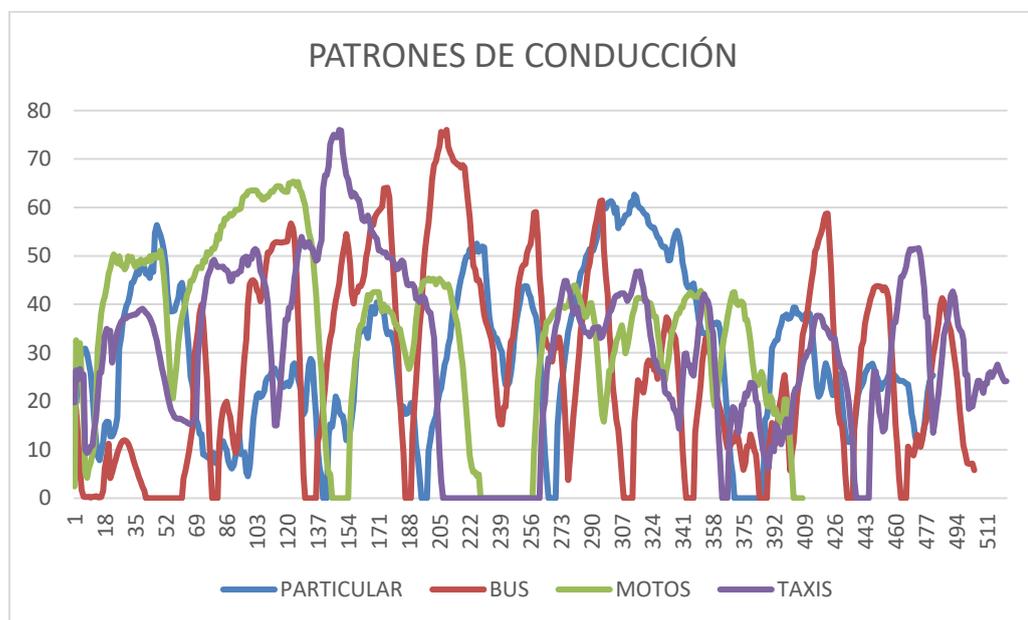


Ilustración 16-3: Patrones de conducción de buses, motos, taxis y autos particulares.

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

Al analizar las diferentes curvas de los patrones de conducción en la ciudad de Ambato, de la figura 16-3 es posible identificar que las altas curvas representan la aceleración y conducción agresiva, las frenadas representan los descensos, hasta llegar a detenerse por completo en semáforos u obstáculos. (SALAMANCA, 2016), se observa como la categoría de los taxis son los que más aceleran y su conducción es agresiva, en cambio los buses tienen mayor número de partidas y frenadas completas.

3.5.2.3. Rango Altitudinal

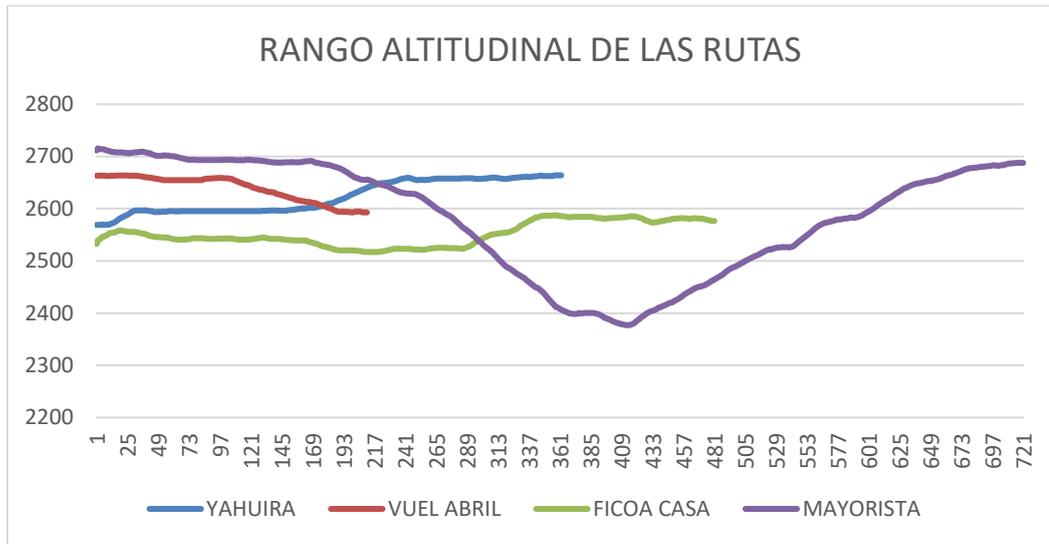


Ilustración 17-3: Rango altitudinal de las diferentes rutas.

Realizado por: Robalino, Christian, 2023

Al observar las diferentes altitudes de las rutas de la ciudad, partiendo desde alturas promedio de 2500 metros en el centro de la ciudad, y trasladarse hasta el Norte o Sur donde la altura se eleva hasta los 2700 metros sobre el nivel del mar, en la tercera ruta que parte del Mercado Mayorista de 2700 metros hasta descender por el paso lateral hasta los 2400 metros y volver a elevarse a la altura 2750 metros en el parque Industrial de Ambato.

3.5.3. Obtención de bines

CÁLCULO DE BINES VSP

Datos usados

Tabla 12-3: Obtención de bines

GRUPO DE ESTRÉS	OBTENCIÓN DE BINES				
	BINES	TAXIS	BUSES	PARTICULARES	MOTOS
BAJO	1	0.006	0	0.003	0
	2	0.003	0	0	0
	3	0.002	0.001	0.001	0.002
	4	0.004	0.001	0	0.001
	5	0.007	0.003	0.001	0.001
	6	0.005	0.005	0.003	0
	7	0.01	0.008	0.005	0.001

	8	0.02	0.012	0.011	0.01
	9	0.025	0.025	0.027	0.022
	10	0.056	0.042	0.06	0.053
	11	0.087	0.098	0.096	0.081
	12	0.238	0.466	0.294	0.408
	13	0.116	0.126	0.146	0.158
	14	0.086	0.089	0.107	0.151
	15	0.073	0.052	0.083	0.087
	16	0.044	0.031	0.035	0.013
	17	0.008	0.002	0.003	0.003
	18	0	0	0.002	0.002
	19	0	0	0.001	0.001
	20	0	0	0.001	0
MEDIO	21	0	0	0	0
	22	0	0	0	0
	23	0	0	0	0
	24	0	0	0	0
	25	0	0	0	0
	26	0	0	0	0
	27	0	0	0	0
	28	0	0	0	0
	29	0	0	0	0
	30	0	0	0	0
	31	0	0	0.001	0
	32	0	0	0	0
	33	0.002	0	0.003	0
	34	0.005	0	0.001	0
	35	0.007	0	0.003	0
	36	0.032	0.009	0.021	0
	37	0.067	0.012	0.041	0
	38	0.041	0.007	0.021	0
	39	0.021	0	0.01	0
	40	0.017	0.001	0.007	0
ALTO	41	0	0	0	0
	42	0	0	0	0
	43	0	0	0	0
	44	0	0	0	0
	45	0	0	0	0
	46	0	0	0	0

	47	0	0	0	0
	48	0	0	0	0
	49	0	0	0	0
	50	0	0	0	0
	51	0	0	0	0
	52	0	0	0	0
	53	0	0	0	0
	54	0	0	0	0
	55	0	0	0	0
	56	0	0	0	0
	57	0	0	0	0
	58	0	0	0	0
	59	0	0	0	0
	60	0	0	0	0
	TOTAL	0.982	0.99	0.987	0.994

Realizado por: Robalino, Christian 2023

La determinación de BINES es el parámetro más importante para el cálculo de IVE y con esto se demuestra las formas de conducir de los automotores en la ciudad, estos BINES fueron calculados a través de la aplicación “*Speed Emission Evaluation*” que está disponible en la página *International Sustainable Systems Research Center (ISSRC, 2017)*, la sumatoria de BINES varían entre (0.98 a 0.9987) lo que determina un error de precaución al momento de calcular los resultados de emisiones en IVE.

Los BINES del 1 al 11 representan desaceleración del automotor es decir energía negativa que recibe el motor cuando está descendiendo o uso constante del freno por tráfico, el 12 representa detención por paradas o semáforos, intersecciones, del 12 al 19 constituye aceleraciones positivas (HILARIO, 2017).

Los BINES de potencia negativa que son del 1 al 11 (Guadalupe, 2016), demuestra que el automotor se encuentra desacelerando, es cuando desciende pendientes o reducción de velocidad por el tráfico vehicular.

El BIN 12 de potencia 0, indica cuando el automotor se detiene completamente o tiene una velocidad muy baja, este BIN es alto, en todas las categorías que señala que pese a la semaforización inteligente implementada en puntos clave de la ciudad, el tráfico es alto.

3.5.4. Cálculo de KVR

Tabla 13-3: Cálculo de KVR

CÁLCULO DE KVR						
CATEGORÍA	KVR Individual		Promedio	KVR TOTAL	Nro. De Automotores	Nro. de Paradas
Particulares	Automóvil	45.39	49.5	245650	4913	42
	Camioneta	40.67				45
	Jeep	62.44				68
Taxis			150.4	315088	2095	143
Motos			39.47	33154	840	32
Buses			151	74704	464	263
Pesados			120.23	15600	130	111
TOTAL			520.6	684196	8442	614

Realizado por: Robalino, Christian 2023

De acuerdo a la tabla 13-3 el número de paradas tiende a ejemplificar que los automotores normalmente se detienen una vez por kilómetro promedio recorrido (GONZÁLEZ, 2017), en el caso particular de los Buses el número de paradas aumenta por recoger pasajeros incluso en lugares no permitidos, en concordancia con el estudio de inventario de emisiones en la ciudad de Esmeraldas el número de paradas de motos es menor por kilómetro recorrido. (GAIBOR, 2021). En comparación con (Sarango y Moncayo, 2016) quienes realizan el estudio en Cuenca, los automotores particulares tienen un KVR de 36.6 km y en nuestro estudio los autos particulares recorren más kilómetros llegando a alcanzar un promedio de 49.5 km.

3.5.5. Cálculo de Factor de Emisión

Factor de emisión

Tabla 14-3: Cálculo de Factor de Emisión

FACTOR DE EMISIÓN (k)					
CLASIFICACIÓN	CONTAMINANTE		VEHÍCULOS ENCUESTADOS	KVR	FACTOR DE EMISIÓN
BUSES	CO	163.66	24	2664	0.061433934
	VOC	8.72		2664	0.003273273
	NO _x	48.92		2664	0.018363363
	SO _x	0.5011		2664	0.000188101
	PM	28.79		2664	0.010807057

	CO ₂	7230.25		2664	2.714057808
TAXIS	CO	341.63	36	5414.4	0.063096557
	VOC	28.23		5414.4	0.005213874
	NO _x	19.6		5414.4	0.003619976
	SO _x	0.403		5414.4	7.44311E-05
	PM	0.46		5414.4	8.49586E-05
	CO ₂	1386.67		5414.4	0.256107787
PARTICULARES	CO	212.08	65	3250	0.065255385
	VOC	14.4		3250	0.004430769
	NO _x	15.3		3250	0.004707692
	SO _x	0.293		3250	9.01538E-05
	PM	0.31		3250	9.53846E-05
	CO ₂	1255.92		3250	0.386436923
MOTOS	CO	44.66	15	600	0.074433333
	VOC	13.12		600	0.021866667
	NO _x	0.949		600	0.001581667
	SO _x	0.011		600	1.83333E-05
	PM	0.126		600	0.00021
	CO ₂	51.32		600	0.085533333

Elaborado por: Robalino, Christian 2023

3.5.6. Velocidad Promedio

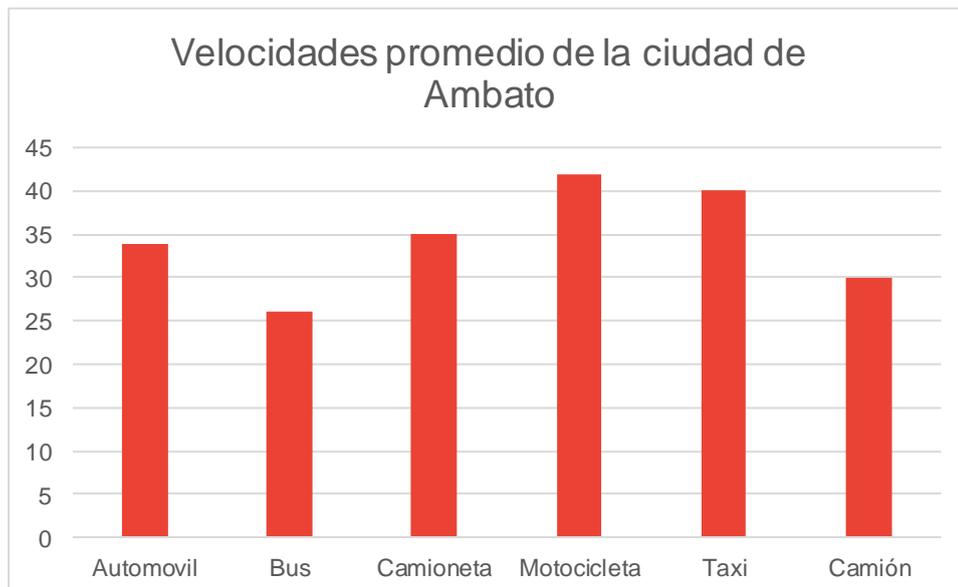


Ilustración 18-3: Velocidades promedio de los automotores en la zona de estudio

Elaborado por: Robalino, Christian 2022

En comparación las velocidades son parecidas y están por debajo del límite que permiten las leyes

de tránsito en el Ecuador que son 40 km en sectores urbanos: Los servicios de taxis y motocicletas tienen una velocidad promedio superior a los demás, e incluso superior al límite de acuerdo a las horas pico en la ciudad de Ambato.

Comparado a la velocidad promedio de la ciudad de Esmeraldas que varía entre 30 a 35 km, en Ambato se conduce con mayor velocidad pese al tráfico del casco central y ser la quinta ciudad con más automotores del país.

3.5.7. Emisiones vehiculares según IVE

CUADRO EMISIONES VEHICULARES

Tabla 15-3: Cálculo de Emisiones vehiculares por kg/día según el modelo IVE

CONTAMINANTES (kg/día) SEGÚN IVE							
TIPOS	CO	VOC	NO _x	SO _x	PM	CO ₂	TOTAL
BUSES	163.66	18.72	58.92	0.5011	38.79	7230.25	7510.8411
TAXIS	341.63	28.23	19.6	0.403	0.46	1386.67	1776.993
MOTOS	44.66	13.12	0.949	0.011	0.126	51.32	110.186
PARTICULARES	212.08	14.4	15.3	0.293	0.31	1255.92	1498.303
TOTAL	762.03	74.47	94.769	1.2081	39.686	9924.16	10896.3231

Elaborado por: Robalino, Christian 2022

Según (Swanson, 2018) indica que el sistema electrónico de inyección es más eficiente que los sistemas de carburador, y según la fig. 24-3, y la tabla 15-3 estos sistemas de inyección son de mayor uso en la ciudad, debido a esto las emisiones de CO y CO₂ no son altas.

La emisión de contaminantes por kg/día nos demuestran que la mayor emisión es la de CO₂ al ser 9924.16 kg al igual que en el estudio presentado por (VITERI, 2022) los buses contaminan con mayor porcentaje, los Taxis contaminan en menor proporción con 1776.99 kg/día, mientras que la categoría que menor emisión emite son las motos con una emisión de 110.86kg/día.

- En los taxis el % de CO es mayor comparado a las demás categorías, esto ocurre existen unidades con mayor antigüedad con una edad promedio de 12 años, y la edad de las otras categorías de automotores varía entre 6 y 7 años.
- El 78 % de emisiones de los buses son por CO₂ convirtiéndolos en la mayor fuente de contaminación en la ciudad de Ambato y también causan la mayor dispersión que ocupan por su variedad de rutas distribuidas de Norte a Sur de la ciudad.

- El % de SO_x es de menor concentración en toda la flota vehicular, debido a la buena calidad en los combustibles que son utilizados en el Ecuador y la reducción de Azufre en los combustibles en aproximadamente 100 ppm (VITERI, 2022) en la última década.
- En la ciudad de Ambato, las emisiones en frío son menores en comparación de emisiones en ruta, esto ocurre porque si se alcanza su máximo rendimiento de combustión en un tiempo y a temperaturas entre (80 °C y 100°C), ya que el tiempo promedio de encendido según las encuestas es de 30 a 40 min hasta llegar a su destino.
- En sinopsis las horas que existe mayor tránsito vehicular son a las 6 a 7 de la mañana, de 12 a 1 de la tarde, y de 5 a 6 de la tarde en correlación con los estudios de (Ibarra-Espinosa et al., 2021) en la ciudad de Sao Paulo, donde el comportamiento es similar a Ambato esto depende de la jornada laboral y estudiantil, además el regreso a sus hogares luego de la jornada.
- Los días con mayor cantidad de tráfico de acuerdo al diagrama 8-4 son los días lunes, miércoles en relación que son los días de feria y comercio en la ciudad, y el día viernes por la finalización de la jornada
- A partir del Anexo C se establece que el 45% de los automotores de la ciudad de Ambato muestra un kilometraje de 100000 km lo que induce que es un parque automotor moderno comparado a otras ciudades como Riobamba con un kilometraje promedio de 161000 km recorridos (CABASCANGO, 2022).

Tabla 16-3: Cálculo de Emisiones vehiculares por kg/día en la ciudad de Esmeraldas

CONTAMINANTES (kg/día) SEGÚN IVE							
TIPOS	CO	VOC	NO _x	SO _x	PM	CO ₂	TOTAL
BUSES	112.96	868.91	139.68	1.26	188.9	12412.3	12868.91
TAXIS	492.81	2.59	0.28	0,44	0,46	2014.33	2590.27
MOTOS	43.223	12.28	2.38	0.64	0.64	51.32	134.23
PARTICULARES	100.41	10.4	6.08	0.007	0.005	533.28	650.29
TOTAL	749.403	894.18	148.42	1.907	190	15011.2	16243.7

Elaborado por: Robalino, Christian 2023

Fuente: Gaybor, Green 2021

- ❖ Se realiza la comparación con la ciudad de esmeraldas por que la similitud en datos, similitud en base a la flota vehicular y tecnologías similares pese a estar en una ciudad con temperatura y humedad diferente.
- ❖ El 85% de las emisiones totales son de CO₂, y el CO cerca del 13 %, siendo los principales contaminantes en concordancia con en el inventario de emisiones la ciudad de Esmeraldas, las demás emisiones no llegan ni al uno por ciento, pero juntas estas emisiones completan el

2%. En el caso de Ambato el menor contaminante es SO_x con apenas 1.2081kg/día es con apenas 0,11%, las NO_x tiene el 0,4%, estos niveles de emisiones son de comportamiento similar en ciudades con velocidades bajas y automotores con 3 catalizadores que se puede comprobar con los datos de las emisiones en la ciudad de Riobamba como las emisiones de NO_x 4.11 kg/día es decir 0.32% y SO_x 0,22 kg/día el 0,019% de las emisiones diarias (CABASCANGO, 2022).

3.5.8. Emisiones vehiculares en la ciudad de Ambato y comparación con la ciudad de Riobamba

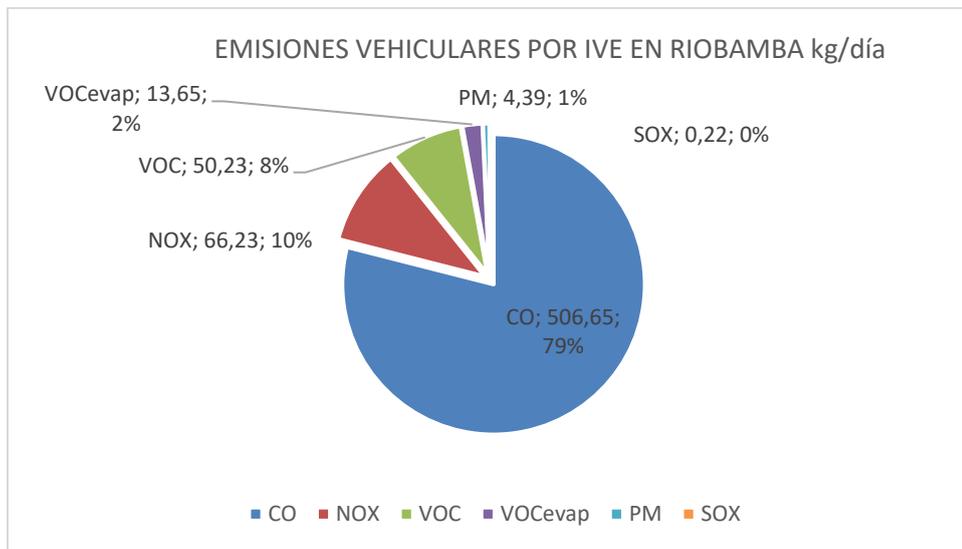


Ilustración 19-3: Emisiones vehiculares por IVE en Riobamba kg/día

Fuente: Cabascango, Damián 2022

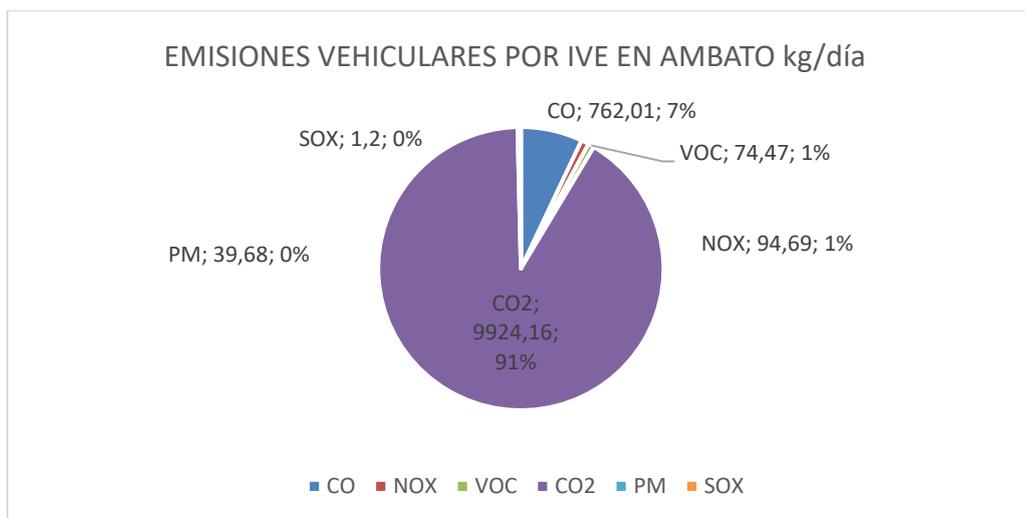


Ilustración 20-3: Emisiones vehiculares por IVE en la ciudad de Ambato en kg/día

Elaborado por: Robalino, Christian 2023

Al observar las gráficas 19-3 y 20-3 es importante discernir que en el inventario de la ciudad de Riobamba no fue tomado en cuenta el CO₂ de grandes influencias en las emisiones en la ciudad de Ambato debido a que el 91% de emisiones son de CO₂; en cambio en la ciudad de Riobamba el COV_{evap}, toma importancia porque emana un 13.65 kg/día.

CONCLUSIONES

Se obtuvo la información actualizada de concentraciones a través del software IVE en kg al día en total con emisiones de 10896.31, la mayor emisión es de CO₂ con 9924.16 kg al día, segundo CO con 762.01 kg, VOC con 74,47 kg, NO_x 94.69 kg, SO_x emitido con menor concentración que los demás a 1.20kg/día, y material particulado con 39.68 kilogramos.

El 85% de las emisiones totales son de CO₂, y el CO cerca del 13 %, las demás emisiones no llegan ni al uno por ciento, pero juntas estas emisiones completan el 2%. En el caso de Ambato el menor contaminante es SO_x con apenas 1.2081kg/día es, las NO_x tiene el 0,4%, estos niveles de emisiones son propios de ciudades con velocidades promedio baja y con un tráfico abundante.

Se estableció una base de datos sobre la flota vehicular a través del sistema de vigilancia de las cámaras de semaforización inteligente de la ciudad de Ambato cuya composición porcentual del total del parque automotor es 8442 automotores por día y estableciendo la composición porcentual de la siguiente forma: el 58% de automotores son Particulares en lo que están incluidos SUV-Jeep y camionetas, el segundo con mayor porcentaje son los Taxis con el 25% el incremento de este servicio de transporte radica en que es de fácil acceso y transitan por toda la ciudad, Motos tienen 10% este aumento al ser un transporte versátil para el transporte rápido de alimentos, medicinas y otros, los buses son apenas el 5% pero su antigüedad y el estado de los mismos incrementan la polución en la ciudad, apenas el 2% es el transporte Pesado que no circula por las vías principales de la ciudad.

De manera experimental y a través del GAD AMBATO se escoge las rutas con mayor importancia dentro de la ciudad escogiendo RUTA A (Mercado Mayorista-Parque Industrial), RUTA B (13 de Abril – Yahaira) y RUTA C (Ficoa – Supermercado Santa María); A su vez a través de la velocidad y el posicionamiento GPS, se determinó los estilos de conducción concluyendo el que el estrés del motor es medio llegando a los primeros veinte niveles de estrés, la ciudad presenta diferentes niveles de pendientes al subir del centro al Sur de la ciudad y desde el centro al Noroeste con mayor variación de altitud, además presenta bins de potencia desde el 30 al 40 causado por estrés del motor al subir pendientes.

RECOMENDACIONES

Se recomienda comparar los resultados obtenidos a través del Software IVE, con un analizador de gases en los vehículos que se usaron en la investigación para obtener datos en tiempo real.

Es necesario que en el siguiente estudio se determine la dispersión de los contaminantes y como estos pueden afectar sobre la salud de los pobladores de Ambato

El estudio del flujo vehicular se realizó durante los horarios de 7 de la mañana a 7 de la noche, por lo cual se recomienda estimar el flujo vehicular durante las 24 horas para obtener datos más específicos.

Exigir que la Agencia Nacional de Tránsito sea más rigurosa con los controles de medios de transporte masivos, ya que las unidades son antiguas y no se encuentran con un mantenimiento correcto.

Establecer nuevas rutas que sean exclusivas de los autobuses en la ciudad, de manera que el tráfico se haga más fluido, como la calle 21 de abril.

A través del paso lateral que ha logrado aumentar el flujo vehicular de la ciudad de Norte a Sur, despejando el centro, es necesario establecer una nueva ruta que libere el tránsito de Oeste a Este.

A través de estos estudios y herramientas tecnológicas se puede generar políticas y reglamentos enfocados en la calidad del aire de la ciudad y preservar la calidad de vida de la población.

BIBLIOGRAFÍA

AGENCIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL DE LOS ESTADOS UNIDOS, 2004. Air Quality Criteria for Particulate Matter. [online]. 2004. [Accessed 2 February 2021]. Available from: https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?Lab=NCEA&dirEntryId=87903EPA

AGUILAR, C. 2016. Aproximación a un inventario de emisiones para buses de transporte público urbano en la ciudad de Cartagena, Colombia (Trabajo de Titulación) (Tesis de Grado). *Universidad Tecnológica de Bolívar*. [En línea] 2016. [Citado el: 10 de 05 de 2022.] <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0069865.pdf>.

AVILÉS, Daniela and RIVERA, Miguel, 2018. "Dispersión de contaminantes atmosféricos por fuentes fijas de combustión del parque industrial de la ciudad de Cuenca, mediante los software screen view 3 y disper 5.2" [online]. Cuenca. [Accessed 6 December 2020]. Available from: [https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28810/1/Trabajo de Titulación.pdf](https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28810/1/Trabajo%20de%20Titulaci3n.pdf)

BRAVO, Humberto and SOSA RODOLFO, 2013. Realización del inventario de emisiones atmosféricas generadas por las actividades del recinto portuario de Veracruz, México" [online]. México. [Accessed 4 December 2020]. Available from: <http://132.248.52.100:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/6152/Tesis.pdf?sequence=1>

BERTHA QUINTANILLA, 2018. Guía para la normalización trabajos de titulación. ESPOCH [Online]. Riobamba-Ecuador. Disponible en: https://docs.google.com/presentation/d/1OwbJ4mmnAXMQT1sooliAPI6qXIxPuQIiePEUKiB8Q/present?includes_info_params=1&eisi=CNPGkp_yiuYCFdUugQodpJsAFA&slide=id.g6c38b8e13e_1_7

CABASCANGO, DAMIAN. 2022. DETERMINACIÓN DE LAS EMISIONES DE FUENTES MÓVILES EN EL CANTÓN RIOBAMBA APLICANDO EL MODELO COMPUTACIONAL IVE. *Trabajo de titulación*. [En línea] Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2022. [Citado el: 04 de 05 de 2022.]

EPA. 2016. Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. *Conceptos básicos sobre el material particulado*. [En línea] SEPTIEMBRE de 2016. <https://espanol.epa.gov/espanol/conceptos-basicos-sobre-el-material-particulado-pm-por-sus-siglas-en-ingles>.

FREIRE RUMIPAMBA, Sandra Paola. 2017 “Determinación de la eficiencia de la estación de monitoreo de calidad del aire del GAD MUNICIPALIDAD DE AMBATO mediante los contaminantes dióxido de nitrógeno y ozono” [en línea] (trabajo de titulación). (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/8541/1/236T0321.pdf>

GADMA AMBATO, 2018. Estación de Monitoreo de calidad del aire GAD MUNICIPALIDAD DE AMBATO, (en línea) Disponible en: <https://ambato.gob.ec/direccion-de-gestion-ambiental/>

GAIBOR, GREEN. 2021. INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS DEL TRÁFICO VEHICULAR EN LA CIUDAD DE ESMERALDAS. *Trabajo de Titulación [En Línea]*. [En línea] 2021. [Citado el: 02 de Mayo de 2022.] <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/15315/1/236T0560.pdf>.

GAITÁN M, CARDENAS P. 2017. Guia para la elaboración de inventario de emisiones atmosféricas. *Bogota*. [En línea] www.minambiente.gov.co, 2017. [Citado el: 02 de 02 de 2022.] Disponible en: https://www.minambiente.gov.co/images/AsuntosambientalesySectorialyUrbana/pdf/emisiones_atmosfericas_contaminantes/documentos_relacionados/guia_para_la_elaboracion_de_inventarios_de_emisiones_atmosfericas-pdf. ISBN 978-958-8901-64-0.

GONZÁLEZ, D. 2017. Estimación de Patrones de Conducción en una vía del Sur de Cali para el Cálculo de las Emisiones Atmosféricas con el Modelo IVE. (*Trabajo de Titulación*) (*Tesis de Grado*). [En línea]. [En línea] 2017. [Citado el: 18 de Marzo de 2022.] <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/10003/T07666.pdf?sequence=5&isAllowed=y>.

GUADALUPE, JORGE. 2016. Modelación de emisiones contaminantes de fuentes móviles terrestres en Quito. *Universidad Técnica Federico Santa María*. [En línea] Valparaiso Chile, 2016. [Citado el: 12 de 04 de 2022.] <https://docplayer.es/60948738-Modelacion-de-emisiones-contaminantes-de-fuentes-moviles-terrestres-en-quito-ecuador.html>.

HILARIO, N. 2017. Emisiones contaminantes de vehiculos del Distrito de Huancayo. (*Trabajo de Titulación*) (*Doctorado*) [En línea]. [En línea] 2017. [Citado el: 2022 de Febrero de 12.] <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4137/Hilario%20Roman.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

IDEAM. 2014. Agentes recursos de la lluvia acida. www.ideam.gov.co. [En línea] 2014.

[Citado el: 11 de Febrero de 2021.] <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/los-agentes-precursores-de-la-lluvia-acida>.

ISSRC. 2017. International Vehicle Emissions Model. *Speed Emission Evaluation*. [En línea] 2017. [Citado el: 2022 de Mayo de 04.] Disponible en: www.issrc.org/ive.

IVE. 2008. Manual de Usuario del Modelo IVE. *IVE*. [En línea] Mayo de 2008. [Citado el: 13 de Julio de 2021.] <http://www.issrc.org/ive/downloads/manuals/UsersManual%28sp%29.pdf>.

LÍNEA VERDE. 2012. LÍNEA VERDE MUNICIPAL . *Los contaminantes atmosféricos*. [En línea] 12 de Abril de 2012. [Citado el: 12 de Junio de 2021.] <http://www.linaverdeboiro.gal/lv/consejos-ambientales/los-contaminantes-atmosfericos/sustancias-contaminantes-en-la-atmosfera.asp>.

LOZADA, ANDRÉS. 2016. Inventario de emisiones atmosféricas, de fuentes fijas y móviles basados en datos existentes, de la ciudad de Ambato, año 2015. *UTA*. [En línea] 2016. [Citado el: 05 de 12 de 2021.] https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23817/1/BQ_97.pdf.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. 2017. Guia para la elaboración de Inventario de Emisiones Atmosfericas. *www.minambiente.gov.ec*. [En línea] 2017. [Citado el: 06 de 12 de 2021.] [online]. 2017. [Accessed 6 December 2020]. Available from: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/4038-minambiente-presento-la-gui>.

Ministerio del Medio Ambiente. 2016. Ministerio del Medio Ambien. *Guia de Calidad del aire y Educación Ambiental*. [En línea] Gobierno de Chile, 20 de Julio de 2016. [Citado el: 11 de Agosto de 2021.] <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-para-Docentes-Sobre-Calidad-del-Aire-003.pdf>.

MITE. 2020. Óxidos de nitrógeno. *www.miteco.gob.es*. [En línea] Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico , 2020. [Citado el: 29 de Agosto de 2021.] <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/salud/oxidos-nitrogeno.aspx>.

MOSCO SO VANEGAS, DIANA VÁZQUEZ, FREIRE VERÓNICA AND ASTUDILLO ALEMÁN. 2015. Modeling air quality in the city of Cuenca-Ecuador. [En línea] Iteckne, December de 2015. [Citado el: 6 de Enero de 2022.]

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-17982015000200010.

MOSCOSO, ASTUDILLO, MORALES. 2018. Inventario de emisiones atmosféricas provenientes de fuentes fijas de combustión del parque industrial del Cantón Cuenca-Ecuador. *scielo*. [En línea] 2018. [Citado el: 12 de 02 de 2022.] http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612018000200004&nrm=iso.. ISBN 2223-4861.

OBRAS PÚBLICAS. 2016. <https://www.obraspublicas.gob.ec/>. *Avanzan obras en el paso lateral de Ambato para garantizar la circulación de 12.000 vehículos*. [En línea] 2016. [Citado el: 08 de 05 de 2022.] <https://www.obraspublicas.gob.ec/avanzan-obras-en-el-paso-lateral-de-ambato-para-garantizar-la-circulacion-de-12-000-vehiculos/>.

PAHO. 2018. Contaminación del aire ambiental exterior y en la vivienda. *www.paho.org*. [En línea] OMS, 2018. [Citado el: 26 de 12 de 2021.] <https://www.paho.org/es/temas/calidad-aire-salud/contaminacion-aire-ambiental-exterior-vivienda-preguntas-frecuentes>.

PARRA, RENÉ. 2014. Inventario Nacional Preliminar de las Emisiones de Contaminantes del Aire, que incluyen las ciudades de Ambato, Riobamba, Santo Domingo de los Colorados, Latacunga, Ibarra, Manta, Portoviejo, Esmeraldas y Milagro. *www.ambiente.gob.ec*. [En línea] 2014. [Citado el: 02 de 12 de 2021.] <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/Libro-Resumen-Inventario-13-02-2014-prensa.pdf>.

RUBÉN PAZMIÑO MAJI, 2014. Diseño de Anteproyectos de Tesis: Diseño experimental y Estadística [Online]. Facultad de Ciencias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

SALAMANCA, M., y MORA, J. 2016. Análisis de patrones de conducción de vehículos (Trabajo de Titulación). *Bogota Colombia*. [En línea] 2016. [Citado el: 05 de 03 de 2022.] <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/21435>.

SARANGO Y MONCAYO. 2016. Determinación del indicador Kilómetros-Vehículo Recorrido (KVR) para la Ciudad de Cuenca (Trabajo de Titulación) . Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. Cuenca-Ecuador. [En línea] 2016. [Citado el: 23 de 04 de 22.] : <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12152/1/UPS-CT006103.pdf>.

SPEED VIEW GPS. 2022. [En línea] 2022.

<https://play.google.com/store/apps/details?id=luo.speedviewgpspro>.

SWANSON. 2018. Una comparación de emisiones entre un carburador y un electrónico. *Sistema de inyección de combustible para motores utilitarios*. [En línea] 2018.

TAPIA, Cristina Isabel, 2019. “Diseño de una propuesta de red de calidad del aire para el cantón ambato, provincia de tungurahua” [online]. Cuenca. [Accessed 1 February 2021]. Available from: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/5589/1/UNACH-EC-ING-AMBT-2019-0006.pdf>

VITERI, RAFAELA. 2022. A high resolution vehicular emissions inventory for Ecuador using the ive modelling. [En línea] Chemosphere, 21 de diciembre de 2022. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.137634>. S0045-6535(22)04127-3.

—. **2012.** Estimación de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles de la vegetación del Ecuador durante el año 2010" (en línea) Tesis. (ingeniería Ambiental). Universidad San Francisco de Quito. [En línea] Quito, 2012. [Citado el: 03 de 03 de 2022.] <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/2222> .



ANEXOS

ANEXO A: ENCUESTA

ENCUESTA

1. Correo electrónico

2. Tipo de automotor (ejemplo CHEVROLET LUV DMAX) *

3. Modelo (ejemplo 2016)

.....

4. Número de Placa

5. Uso del automotor*

Marca solo un óvalo.

Taxi (transporte de pasajeros)

Bus

Particular

Transporte

pesado

Moto

6. Cantidad de Galones (aproximado) usa diariamente *

7. ¿Qué tipo de combustible usa? *

Marca solo un óvalo.

Gasolina

Extra

Gasolina

Súper

Diésel

Otro

8. ¿Cuánto marca el Odómetro? (km recorrido) *

9. ¿A qué velocidad media conduce en el centro de Ambato? (km)

Marca solo un óvalo.

20

25

30

35

40

50

60

10. Distancia diaria recorrida

Marca solo un óvalo.

1 a 5 km

5 a 10 km

10 a 20 Km

20 a 40 km

40 a 60 km

60 a 100 km

El automotor posee aire acondicionado *

Marca solo un óvalo.

Si

No

11. Si el automotor posee aire acondicionado ¿Cuánto tiempo lo usa diariamente?

Marca solo un óvalo.

De 10 a 30 minutos

De 30 minutos a una hora De una hora a
dos

Dos o más horas

12. ¿Cuánto tiempo usa el automotor diariamente? *

Marca solo un óvalo.

De 30 minutos a una hora

De una hora a dos

Dos a tres horas

Cinco a ocho

horas

¿Cuál es el tipo de sistema de distribución de su automotor?

Marca solo un óvalo.

Mono punto (un solo inyector para todos los cilindros)

Multipunto (utiliza un inyector para cada cilindro)

Pre-inyección (Vehículo diésel equipado con un sistema de inyección Diésel tradicional)

Inyección directa (Vehículo diésel equipado con un sistema de inyección electrónica y entrega de combustible directamente en cada inyector.)

Carburador

13. ¿Cuántas veces enciende el automotor en el día? *

Marca solo un óvalo.

2 a 4 veces

4 a 8 veces

8 a 12 veces

12 a 15 veces

14. Entre cada encendida, ¿Cuánto tiempo permanece apagado el automotor? *

Marca solo un óvalo.

5 a 10 min

10 a 30 min

30 min a 1 hora

1 hora a 5

5 a 8 horas

15. ¿Qué sistema de control de emisiones posee su automotor?

Marca solo un óvalo.

No posee sistema de control de emisiones

Ventilación positiva del cárter (Control que desvía los gases desde el cárter a la cámara de combustión eliminando las emisiones evaporativas.)

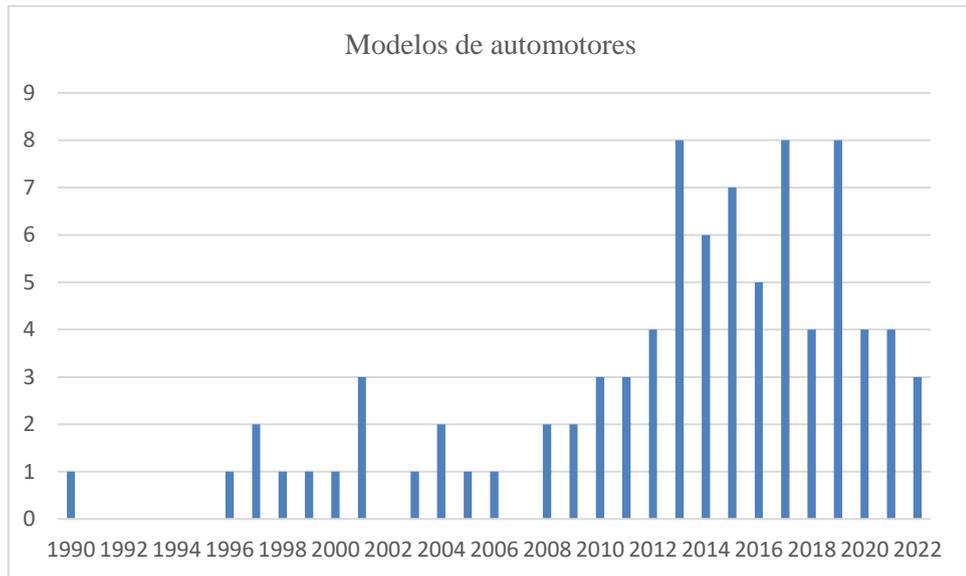
Catalizador de 2 vías (Catalizador que reduce las emisiones de HC y CO del motor.)

Catalizador de 3 vías (Catalizador que reduce las emisiones de HC, CO y NOx del motor.)

Recirculación de gases de escape (válvula de control que recircula una porción del escape a la cámara de combustión para bajar la temperatura de combustión y así reducir la formación de NOx)

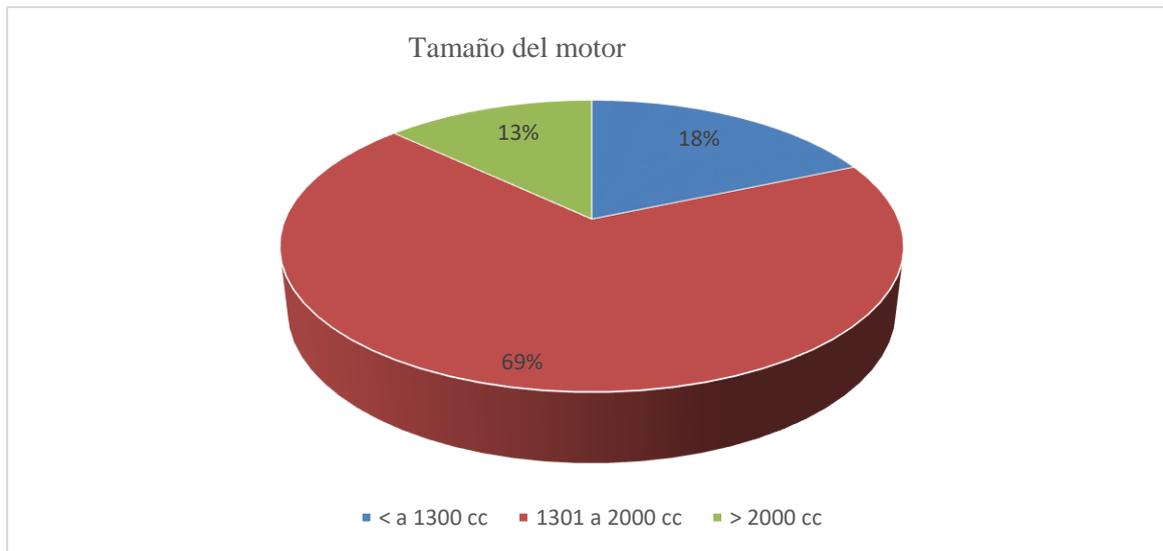
Filtro de partículas (Filtro en el escape que remueve el material particulado con una eficiencia aproximada de 90%.)

ANEXO B: RESULTADOS DE LA ENCUESTA



Realizado por: Robalino, Christian, 2022

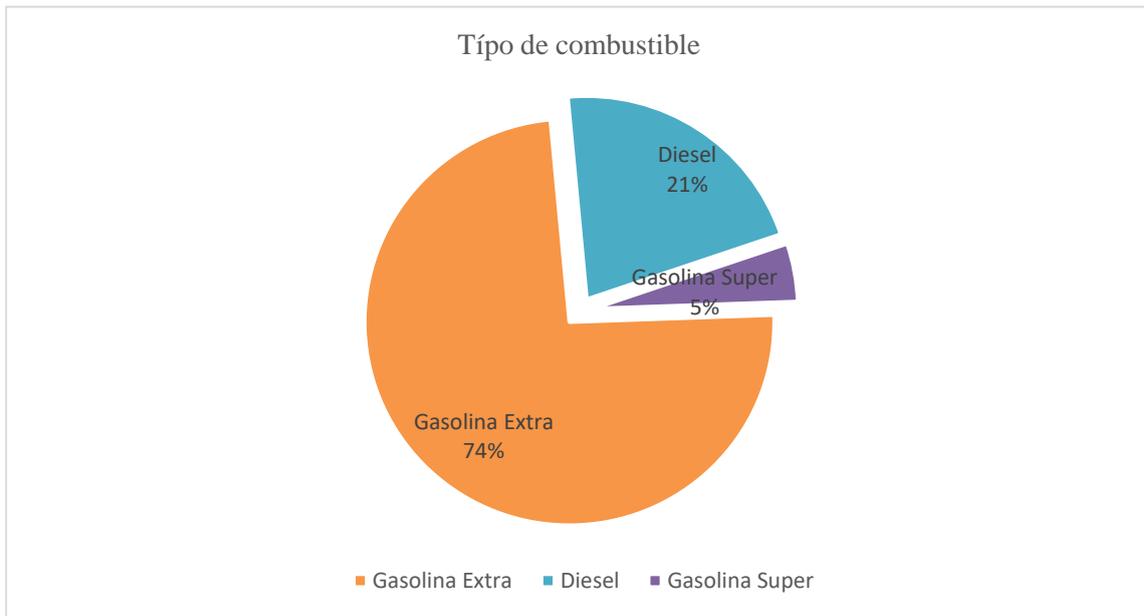
Edad promedio de los modelos de automotores en AMBATO



Realizado por: Robalino, Christian, 2022

Distribución del tamaño del motor según las encuestas.

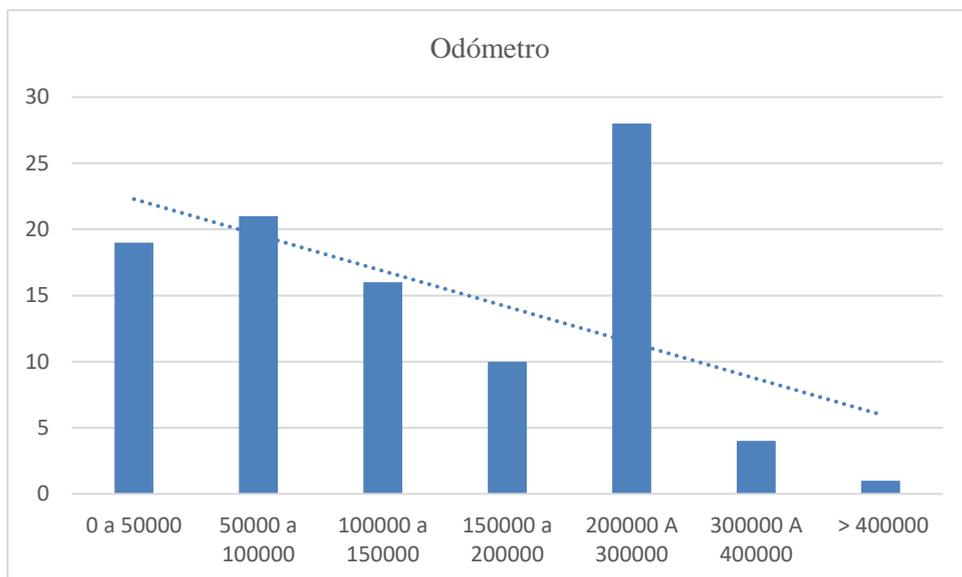
Tipo de combustible



Realizado por: Robalino, Christian, 2022

Uso de combustible en la ciudad de AMBATO

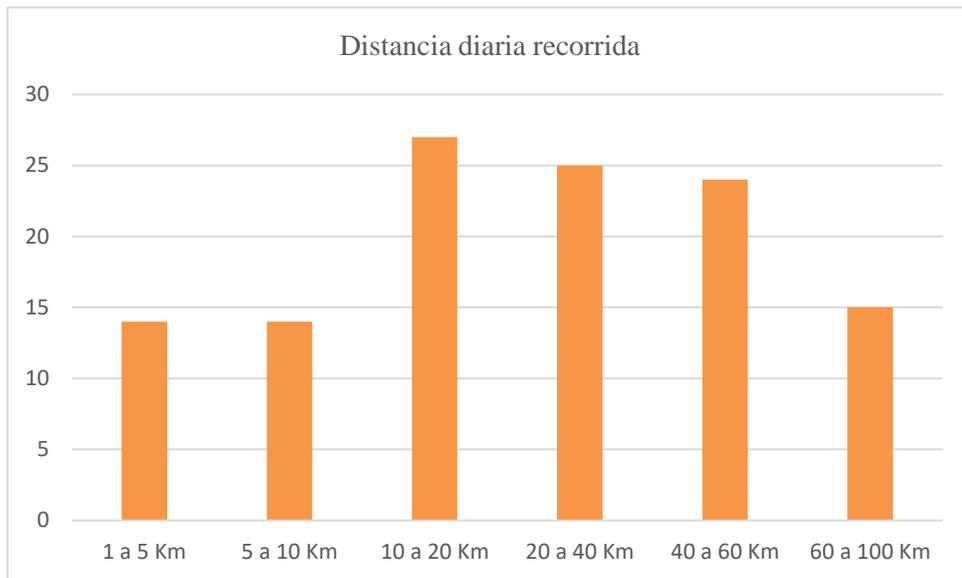
Lectura del Odómetro



Realizado por: Robalino, Christian, 2022

Lectura acumulada de kilometraje en el Odómetro

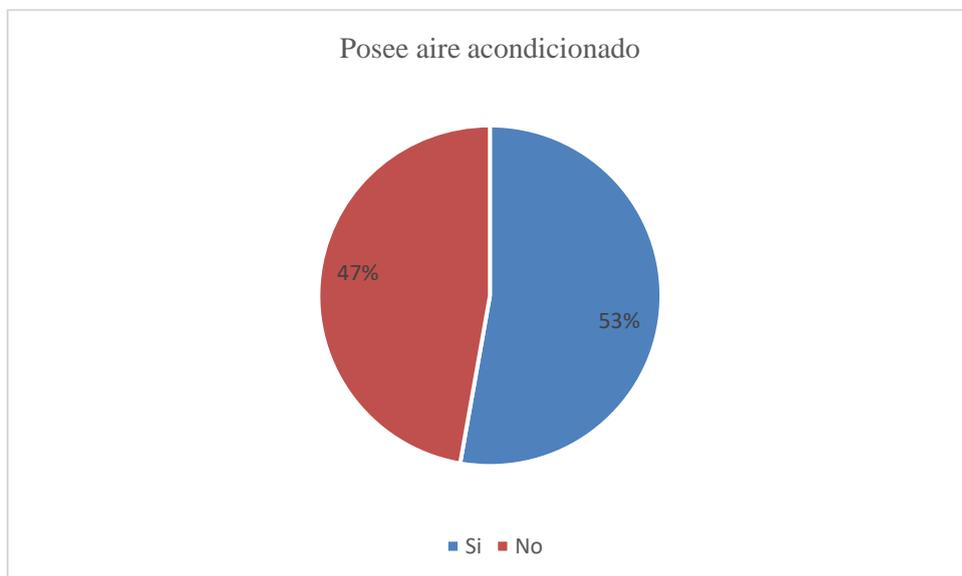
Distancia diaria recorrida



Realizado por: Robalino, Christian, 2022

Distancia diaria recorrida por los automotores

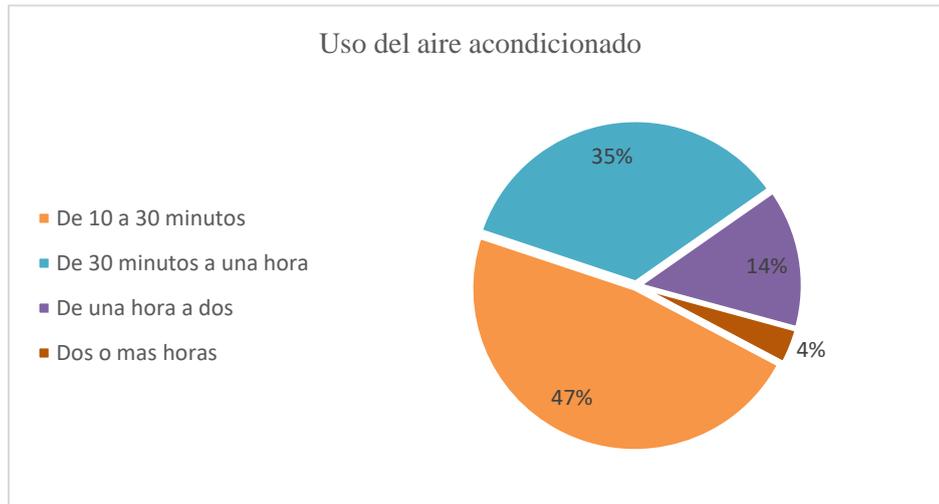
Posesión de aire acondicionado



Realizado por: Robalino, Christian, 2022

Uso de aire acondicionado en automotores en AMBATO

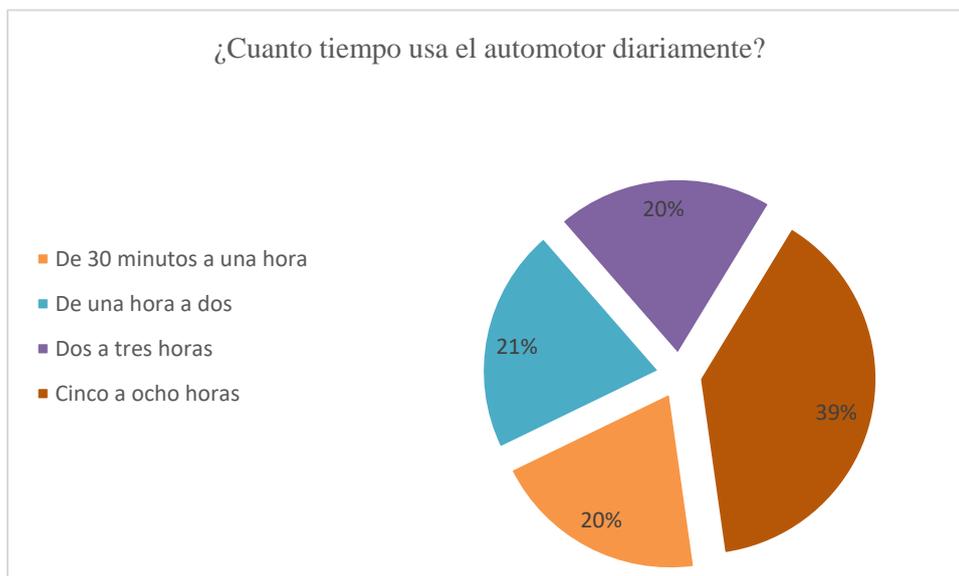
Tiempo de uso de aire acondicionado



Realizado por: Robalino, Christian, 2022

Uso diario de aire acondicionado según encuestas en la ciudad de Ambato.

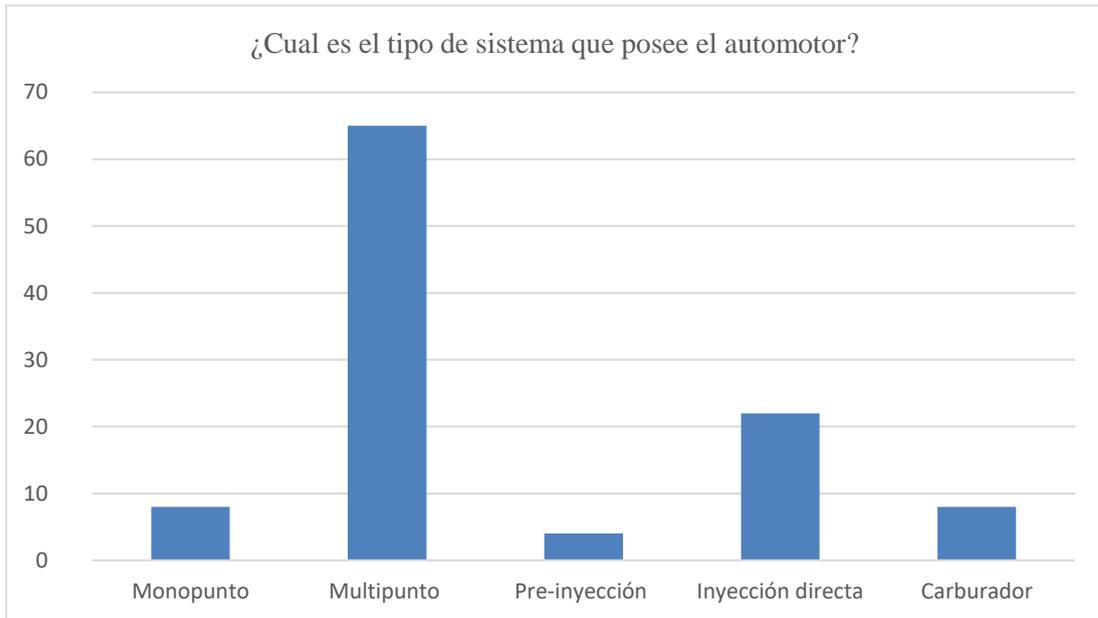
Uso diario del automotor



Realizado por: Robalino, Christian, 2022

Tiempo de uso diario del automotor.

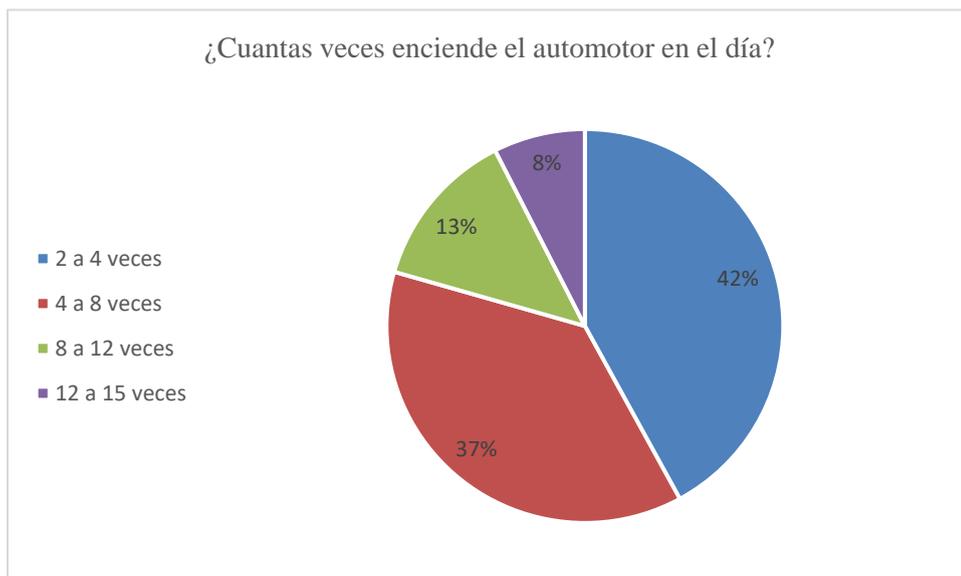
Sistemas que posee el automotor



Realizado por: Robalino, Christian, 2022

Tipo de sistemas que poseen los automotores en la ciudad de Ambato.

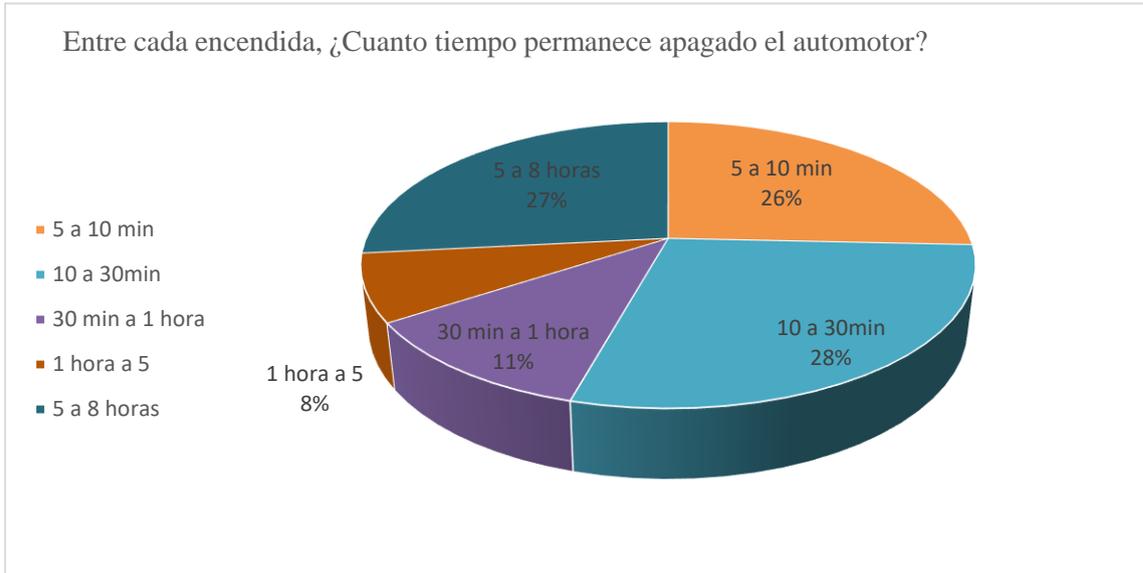
Test de encendido de automotores



Realizado por: Robalino, Christian, 2022

Determinación de veces en que se enciende el automotor durante el día.

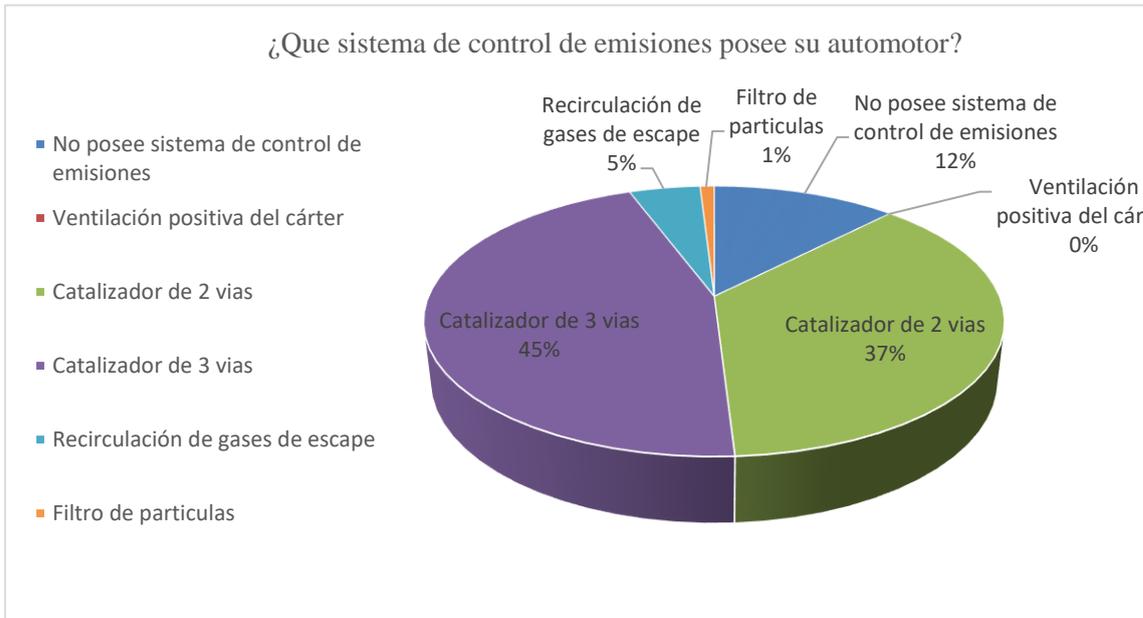
Tiempo que permanece apagado el automotor



Realizado por: Robalino, Christian, 2022

Tiempo que permanece apagado el automotor para determinar el SOAK.

Sistema de control de emisiones que posee el automotor



Realizado por: Robalino, Christian, 2022

Sistemas de control de emisiones que poseen los automotores encuestados

ANEXO C: CUADROS FLOTA VEHICULAR ALTA FRECUENCIA**CUADROS ALTA FRECUENCIA**

LUNES	FLOTA VEHICULAR DEL SECTOR YAHUIRA					
	HORARIO VESPERTINO					
	TAXIS Y PASAJEROS	BUSES	PARTICULARES	PESADOS	MOTOS	TOTAL
	126	2	425	2	44	599
	105	2	451	3	51	612
	193	1	467	2	52	715
	170	0	530	12	44	756
	133	1	486	4	51	675
	129	1	464	7	63	664
	107	0	312	1	72	492
TOTAL	963	7	3135	31	377	4513

MARTES	TAXIS Y PASAJEROS	BUSES	PARTICULARES	PESADOS	MOTOS	TOTAL
	87	1	268	4	25	385
	129	5	441	12	48	635
	182	1	449	8	56	696
	157	1	462	8	45	673
	140	1	400	2	56	599
	160	2	409	5	29	605
	148	2	401	6	53	610
TOTAL	1003	13	2830	45	312	4203

MIÉRCOLES	TAXIS Y PASAJEROS	BUSES	PARTICULARES	PESADOS	MOTOS	TOTAL
	107	1	239	6	31	384
	75	5	241	5	39	365
	190	2	359	8	66	625
	117	1	252	4	28	402
	80	1	200	2	26	309
	160	2	409	5	57	633
	133	2	391	6	42	574
TOTAL	862	14	2091	36	289	3292

JUEVES	TAXIS Y PASAJEROS	BUSES	PARTICULARES	PESADOS	MOTOS	TOTAL
	57	1	139	1	18	216
	75	5	241	5	39	365
	104	1	249	4	36	394
	117	1	252	4	28	402
	80	1	200	2	26	309
	160	2	409	5	57	633
	123	2	371	1	40	537
TOTAL	716	13	1861	22	244	2856

VIERNES	TAXIS Y PASAJEROS	BUSES	PARTICULARES	PESADOS	MOTOS	TOTAL
	145	2	402	7	50	606
	69	2	373	7	62	513
	126	1	465	5	63	660
	159	0	523	12	86	780
	166	3	511	8	82	770
	127	1	394	13	108	643
	157	5	450	13	134	759
TOTAL	949	14	3118	65	585	4731

SÁBADO	TAXIS Y PASAJEROS	BUSES	PARTICULARES	PESADOS	MOTOS	TOTAL
	54	1	147	3	22	227
	89	1	267	4	34	395
	125	1	354	2	54	536
	189	2	369	5	37	602
	143	2	427	1	68	641
	156	2	412	2	36	608
	93	2	405	2	30	532
TOTAL	849	11	2381	19	281	3541

ANEXO D: CUADROS FLOTA VEHICULAR MEDIA FRECUENCIA
MEDIA FRECUENCIA

FLOTA VEHICULAR DEL SECTOR 13 DE ABRIL						
LUNES	TAXIS Y PASAJEROS	BUSES	PARTICULARES	PESADOS	MOTOS	TOTAL
	62	66	156	3	6	293
	83	73	147	8	23	334
	67	74	166	4	16	327
	61	78	175	6	16	336
	45	90	116	7	21	279
	94	88	179	6	34	401
	91	49	101	3	41	285
TOTAL	503	518	1040	37	157	2255

MARTES	TAXIS Y PASAJEROS	BUSES	PARTICULARES	PESADOS	MOTOS	TOTAL
	58	44	167	1	22	292
	83	60	186	5	39	373
	124	50	118	4	36	332
	111	50	147	6	27	341
	139	51	136	0	16	342
	80	62	168	5	47	362
	120	64	117	1	12	314
TOTAL	715	381	1039	22	199	2356

MIÉRCOLES	TAXIS Y PASAJEROS	BUSES	PARTICULARES	PESADOS	MOTOS	TOTAL
	72	46	111	3	24	256
	83	63	164	4	19	333
	77	52	146	4	13	292
	81	65	175	6	14	341
	93	80	127	5	31	336
	93	68	181	6	27	375
	72	53	145	3	21	294
TOTAL	571	427	1049	31	149	2227

JUEVES	TAXIS Y PASAJEROS	BUSES	PARTICULARES	PESADOS	MOTOS	TOTAL
	92	46	131	1	24	294
	72	38	154	4	20	288
	97	52	178	4	32	363
	81	65	175	6	14	341
	93	80	127	5	31	336
	93	68	181	6	27	375
	72	53	145	3	21	294
TOTAL	600	402	1091	29	169	2291

VIERNES	TAXIS Y PASAJEROS	BUSES	PARTICULARES	PESADOS	MOTOS	TOTAL
	112	41	133	2	24	312
	101	53	186	6	30	376
	107	52	208	4	32	403
	111	65	213	6	16	411
	103	80	187	5	31	406
	115	68	223	6	37	449
	93	53	176	3	43	368
TOTAL	742	412	1326	32	213	2725

SÁBADO	TAXIS Y PASAJEROS	BUSES	PARTICULARES	PESADOS	MOTOS	TOTAL
	69	64	121	4	26	284
	70	68	126	4	30	298
	121	64	137	2	42	366
	123	84	119	5	43	374
	113	65	116	1	40	335
	86	72	124	2	39	323
	70	51	135	2	46	304
TOTAL	652	468	878	20	266	2284

ANEXO E: CUADROS FLOTA VEHICULAR BAJA FRECUENCIA

BAJA FRECUENCIA

FLOTA VEHICULAR DEL SECTOR FRANCISCO FLOR						
LUNES	TAXIS Y PASAJEROS	BUSES	PARTICULARES	PESADOS	MOTOS	TOTAL
	62	7	140	3	33	245
	83	3	167	8	23	284
	93	3	234	4	46	380
	143	2	200	6	34	385
	113	5	218	7	43	386
	111	3	211	6	34	365
	94	4	156	3	24	281
TOTAL	699	27	1326	37	237	2326

MARTES	TAXIS Y PASAJEROS	BUSES	PARTICULARES	PESADOS	MOTOS	TOTAL
	53	3	158	13	40	267
	98	0	165	23	56	342
	99	4	178	8	73	362
	89	3	180	21	56	349
	94	5	187	4	27	317
	92	0	176	9	38	315
	73	2	168	5	37	285
TOTAL	598	17	1212	83	327	2237

FLOTA VEHICULAR DEL SECTOR FRANCISCO FLOR						
MIÉRCOLES	TAXIS Y PASAJEROS	BUSES	PARTICULARES	PESADOS	MOTOS	TOTAL
	61	3	128	16	40	248
	98	3	136	24	67	328
	102	4	134	21	86	347
	74	4	210	21	64	373
	95	6	187	10	33	331
	92	0	186	12	38	328
	95	4	154	20	72	345
TOTAL	617	24	1135	124	400	2300

FLOTA VEHICULAR DEL SECTOR FRANCISCO FLOR						
JUEVES	TAXIS Y PASAJEROS	BUSES	PARTICULARES	PESADOS	MOTOS	TOTAL
	72	1	193	17	62	345
	63	1	223	5	29	321
	95	5	269	5	22	396
	84	1	207	1	60	353
	73	1	229	7	51	361
	48	2	209	13	44	316
	45	2	177	9	19	252
TOTAL	480	13	1507	57	287	2344

FLOTA VEHICULAR DEL SECTOR FRANCISCO FLOR						
VIERNES	TAXIS Y PASAJEROS	BUSES	PARTICULARES	PESADOS	MOTOS	TOTAL
	65	2	213	17	32	329
	63	1	178	5	24	271
	85	5	189	5	24	308
	84	1	224	1	40	350
	73	1	229	9	51	363
	79	2	206	13	67	367
	58	2	199	9	94	362
TOTAL	507	14	1438	59	332	2350

FLOTA VEHICULAR DEL SECTOR FRANCISCO FLOR						
SÁBADO	TAXIS Y PASAJEROS	BUSES	PARTICULARES	PESADOS	MOTOS	TOTAL
	61	1	79	2	31	174
	55	2	142	6	21	226
	67	1	211	3	20	302
	101	3	169	4	15	292
	103	1	168	6	35	313
	84	0	127	5	42	258
	72	1	124	4	50	251
TOTAL	543	9	1020	30	214	1816

ANEXO F: OBTENCIÓN DE BINES

EVALUATE GPS DATA

PM Adj: 1.0 CO Adj: 1.0 CO2 Adj: 1.0 NO2 Adj: 1.0 THC Adj: 1.0

Test 002/FI:Comments

Select Files to Evaluate

- All
- B1 IDA ABRIL.txt
- B3 CASA FICOA.txt
- B4T1 ficoa vuelta.txt
- bus 1.txt
- Example001.txt
- Example002.txt
- Example003.txt
- MOT- ABRIL.txt
- MOT- FICOA.txt
- MOT- IDA YAHUIRA.txt

Clear CALCULATE Sel All CALCULATE SAVE RESULTS

Calculation Results (%) File Initials:

Display Parameters: Combined Runs Driving Raw Data Use Combined Runs for Starts FTP Cal. with IVE Bin Corr.

Cold Start Emissions: g/200 sec
 Hot Start Emissions: g/200 sec
 Running Emissions: g/km Actual g/km Corrected to FTP

Low Stress	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	0.000	0.000	0.002	0.000	0.004	0.004	0.012	0.010	0.027	0.032	0.083	0.375	0.130	0.128	0.079	0.038	0.000	0.000	0.000	0.000
Med Stress	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.017	0.027	0.019	0.000	0.004
High Stress	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Data Number: 466 Average Speed: 26.610 km/hr

Obtención de bins a través de SPEED VIEW GPS

ANEXO G: FOTOS DE LA INVESTIGACIÓN



FOTO 1 : TRAFICAM 13 DE ABRIL



FOTO 2 : TRAFICAM YAHUIRA

PM 1016 - REG 119 -LALAMA / AV. CEVALLOS -E Live Streaming



FOTO 3 : TRAFICAM AV. CEVALLOS

PM 1003 1004 - REG 101.2 - F. FLOR / BOLIVAR - E / O Live Streaming



FOTO 4 : TRAFICAM FRANCISCO FLOR

ANEXO H: FOTO RECOLECCIÓN DE DATOS EN CÁMARAS INTELIGENTES DEL GADM AMBATO

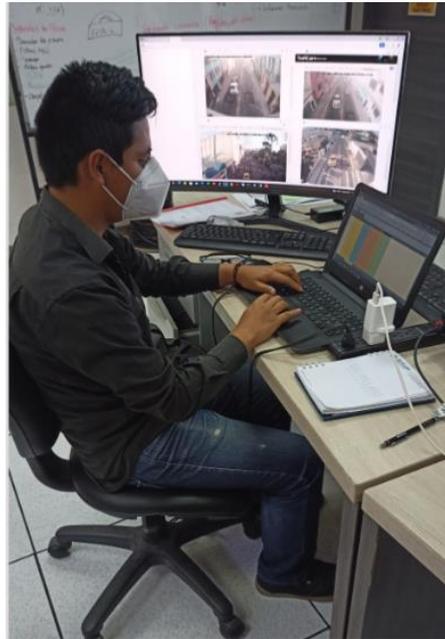


FOTO 5: RECOLECCION DE DATOS PARA FLOTA VEHICULAR EN LAS CAMARAS DEL GADM AMBATO



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 17 / 04 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: CHRISTIAN GEOVANNY ROBALINO TORRES
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: CIENCIAS
Carrera: Ingeniería en Biotecnología Ambiental
Título a optar: Ingeniero en Biotecnología Ambiental
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo



0655-DBRA-UPT-20230655-DBRA-UPT-2023