



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y
BIOTECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA BIOQUÍMICA



**Externalidad negativa en el transporte urbano de Ambato por
emisiones directas de CO₂, NO_x y SO₂**

Trabajo de Titulación, modalidad sistematización de experiencias prácticas de investigación y/o intervención, parte del macro proyecto “Impacto socioambiental de las externalidades del servicio de transporte urbano en Ambato. Modelo de optimización” presentado por la DIDE en convenio Marco con el GAD Municipalidad de Ambato. Proyecto Previo la obtención del Título de Ingeniero Bioquímico, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autor: Daniel Alejandro Vasco Carrasco

Tutor: MSC. Manolo Alexander Córdova Suárez

Ambato – Ecuador.

Mayo -2019

APROBACIÓN DEL TUTOR

MSc. Manolo Alexander Córdova Suarez

CERTIFICA:

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Trabajo de Titulación modalidad sistematización de experiencias prácticas de investigación y/o intervención, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad.

Ambato, 19 de marzo del 2019.



MSc. Manolo Alexander Córdova Suarez

C.I. 180284250-8

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Daniel Alejandro Vasco Carrasco, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniero Bioquímico son absolutamente originales, auténticas y personales; a excepción de las citas.



Daniel Alejandro Vasco Carrasco

C.I. 180465641-9

AUTOR

APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DE TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación modalidad Sistematización Experiencia Prácticas de Investigación y/o Intervención, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

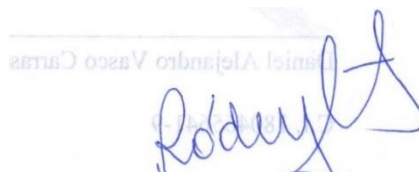


Presidente del Tribunal



Ing. Mg. José Geovanny Vega Pérez

C.I. 0502622806



PhD. Rodny David Peñafiel Ayala

C.I. 171228352-0

Ambato 10 de mayo del 2019

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto de Investigación o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este Proyecto dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

A handwritten signature in blue ink is written over a faint, circular stamp. The stamp contains the text "C. I. 020" in a circular arrangement.

Daniel Alejandro Vasco Carrasco

C.I. 180465641-9

AUTOR

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	4
CAPÍTULO I	6
1. MARCO TEORICO	6
1.1. Antecedentes investigativos	6
1.2. Objetivos	9
1.3. Hipótesis.....	9
1.4. Señalamiento de las variables.....	11
CAPÍTULO II	12
2. METODOLOGÍA	12
2.1. Materiales	12
2.2. Métodos	15
2.2.1. Clasificación EURO	15
2.2.1.1. Tipo y cantidad de combustible consumido	16
2.2.2. Emisión de CO ₂ , NO _x y SO ₂	16
2.2.2.1. Definición de límites	17
2.2.3. Selección del año base	21
2.2.4. Identificación de las emisiones	21
2.2.4.1. Tamaño de la muestra	22
2.2.4.1.1. Tamaño de la muestra por estratos	22
2.2.4.1.2. Precio del combustible	25
2.2.5. Cuantificación de las emisiones	26
2.2.5.1. Dato de actividad	27
2.2.5.2. Dióxido de carbono	28
2.2.5.2.1. Factor de emisión de CO ₂	29
2.2.5.3. Óxido nitroso	29
2.2.5.3.1. Monóxido de nitrógeno en el aire	30
2.2.5.3.2. Monóxido de nitrógeno en la medición.....	31
2.2.5.3.3. Óxido nitroso total	31
2.2.5.3.4. Factor de emisión de N ₂ O	32
2.2.5.4. Dióxido de azufre	32

2.2.5.4.1. Factor de emisión de SO ₂	33
2.2.5.5. Toneladas de CO ₂ equivalentes.....	34
2.2.5.6. Potencial de calentamiento global	35
2.2.6. Precio del carbono	36
CAPÍTULO III	37
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
3.1. Factores de emisión	38
3.2. Emisiones de GEI.....	42
3.3. Toneladas de CO ₂ equivalentes	45
3.4. Precio al carbono	47
3.5. Verificación de la hipótesis	49
CAPÍTULO IV	54
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
4.1. Conclusiones	54
4.2. Recomendaciones	56
CAPÍTULO V	57
5. MATERIAL DE REFERENCIA	57
5.1. Referencias bibliográficas	57
5.2. Anexos.....	60
5.2.1. Cálculo demostrativo del muestreo	60
5.2.2. Cálculo demostrativo del CO ₂	61
5.2.3. Cálculo demostrativo del N ₂ O	62
5.2.4. Cálculo demostrativo del SO ₂	64
5.2.5. Cálculo demostrativo de las toneladas de CO ₂ equivalente	65
5.2.6. Cálculo demostrativo del precio del carbono.....	65
5.2.7. Plantilla de muestreo EURO II	66
5.2.8. Plantilla de muestreo EURO III	70
5.2.9. Dato de actividad EURO II al año	72
5.2.10. Dato de actividad EURO III al año	76
5.2.11. Humedad relativa y presión del aire en Ambato.....	78
5.2.12. Uso del programa DOLZHNOS para cálculo de la densidad	79
5.2.13. Factores de emisión EURO II.....	80

5.2.14. Factores de emisión EURO III.....	86
5.2.15. Toneladas CO ₂ equivalente/huella de carbono EURO II	89
5.2.16. Toneladas CO ₂ equivalente/huella de carbono EURO III	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Impuesto al carbono en países de América	8
Tabla 2 Variable de la hipótesis	11
Tabla 3 Equipos de protección personal	14
Tabla 4 Tecnología EURO aplicada a Ecuador	15
Tabla 5 Definición de los límites por zonas	19
Tabla 6 Cronograma del muestreo	23
Tabla 7 Ficha para la toma de datos.....	25
Tabla 8 Potencial de calentamiento global a 100 años.....	35
Tabla 9 Análisis de alcances	38
Tabla 10 Factor de emisión obtenido	39
Tabla 11 Factor de emisión comparado con la IPCC.....	41
Tabla 12 Emisiones en toneladas de CO ₂ y N ₂ O	43
Tabla 13 Valor de CO ₂ equivalente por EURO	45
Tabla 14 Porcentaje del salario mínimo correspondiente al impuesto al carbono	47
Tabla 15 Prueba t para 2 muestras con variables desiguales en CO ₂	49
Tabla 16 Prueba t para 2 muestras con variables desiguales en NO	51
Tabla 17 Prueba t para 2 muestras con variables desiguales en N ₂ O	52
Tabla 18 Prueba t para 2 muestras con variables desiguales en SO ₂	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Analizador de combustión ambiental 450	12
Figura 2	Adaptador para el tubo de escape	13
Figura 3	Flujo grama cálculo de las externalidades por GEI	17
Figura 4	Mapa de definición de los límites <i>GHG protocol</i>	18
Figura 5	Mapa de Ambato por parroquias	20
Figura 6	Mapa de definición de los alcances <i>GHG protocol</i>	21
Figura 7	Muestreo en la cooperativa Los Libertadores.....	25
Figura 8	Flujograma para realizar el muestreo de los GEI	26
Figura 9	Porcentaje del salario mínimo correspondiente al impuesto al carbono.....	36
Figura 10	Factor de emisión de gases en EURO II.....	40
Figura 11	Factor de emisión de gases en EURO III	40
Figura 12	Comparación de los valores de CO ₂ con la IPCC	42
Figura 13	Comparación de los valores de N ₂ O con la IPCC	42
Figura 14	Muestreo en la cooperativa Unión Ambateña	43
Figura 15	Emisiones de CO ₂ entre tecnologías EURO	44
Figura 16	Emisiones de N ₂ O entre tecnologías EURO	44
Figura 17	Emisiones de CH ₄ entre tecnologías EURO	45
Figura 18	CO ₂ equivalente en EURO II y III por unidad	46
Figura 19	CO ₂ equivalente en EURO II y III por población.....	46
Figura 20	Precio al carbono por unidad y por población.....	47
Figura 21	Adaptación clandestina en el tubo de escape.....	50

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la temperatura promedio de la atmósfera y del mar se está incrementando, a causa del efecto invernadero (**Russell et al., 2012**), como consecuencia de la concentración en la atmósfera de Gases de Efecto Invernadero (GEI) provenientes de actividades humanas (**National Research Council, 2006; Santer et al., 1996; Santer et al., 2004**). Este fenómeno, usualmente conocido como “calentamiento global”, tiene el potencial de cambiar los patrones climáticos en todo el planeta.

Los GEI son necesarios para la vida de la tierra debido a que retienen el calor emitido por el sol dentro de la atmosfera regulando la temperatura media en 15° C en lugar de -18° C, de esta manera produciendo el calentamiento global. La problemática actual se debe a la exagerada presencia de estos gases, ocasionando el aumento de la temperatura más allá de los niveles normales (**Sutter, 2011**). Comenzando con la revolución industrial a finales del siglo XIX se ha registrado incrementos desmesurados de GEI a tal punto que el incremento del Dióxido de Carbono (CO₂), ha superado lo acumulado en los últimos 20 millones de años. Sin embargo al hablar de GEI también se debe considerar el daño a la salud humana (**Colque Pinelo, Ma. Teresa. Sánchez Campo, 2007**).

El incremento del CO₂ atmosférico se debe a procesos naturales, sin embargo, el componente humano ayuda día a día con este problema mediante la tala de bosques y la quema de combustibles fósiles como el carbón y el petróleo, de esta manera aportando a el efecto invernadero y con siguiente provocando el Calentamiento Global (**Hoyos, 2014**). No se sabe con exactitud que porción del calentamiento global es provocado por el humano, pero tomando en cuenta todas las posibles causas, se puede explicar la tendencia tan marcada al calentamiento durante las últimas décadas (**Caballero, Lozano, & Ortega, 2007**).

El Quinto Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), demuestra que desde 1970 se ha generado un incremento en el calentamiento de 0,7°C a 1°C en Latinoamérica (**Regional, 2008**). El Ecuador, al ser un país en desarrollo, en el contexto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), no está obligado a reducir emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), pero es consciente de que su desarrollo debe estar sostenido en el cuidado ambiental respetando la cultura ancestral de la que proviene, basándose en el Sumak Kawsay o Buen Vivir y mediante la Carta Magna, aprobada en el año 2008, se rige sobre la base del cuidado a la naturaleza, y la conformación de un Estado plurinacional e intercultural, siendo así el Ecuador el primero en el mundo con derechos a la naturaleza en su constitución adoptando acciones que mitiguen el cambio climático reduciendo emisiones de GEI (**Unidas & Clim, 2013**).

El Decreto Ejecutivo 1815, firmado el 1 de julio de 2009, declara como Política de Estado ecuatoriano la adaptación y mitigación del cambio climático, en la que el Ministerio del Ambiente, formula y ejecuta una estrategia nacional, que incluya mecanismos de coordinación y asegure la articulación interinstitucional de todos los niveles del Estado.

Los precios del carbono pueden modificar los hábitos de inversión, producción y consumo además de incentivar en la implementación tecnológica, pudiendo así reducir los GEI y costos generados por estos (**Zurich, 2014**). El precio del carbono puede ser un impuesto a los GEI determinado por los factores socioeconómicos y censos sobre los costos que están generando estos gases. Otra forma es implementar un precio ficticio en base a otros países que forman parte de este proyecto. La eliminación de los subsidios a los combustibles fósiles son similares a un precio negativo de las emisiones, por lo cual los Gobiernos pueden mejorar la eficacia de la fijación de precio al carbono mediante la creación de un marco regulatorio adecuado (**Banco Mundial, 2017**).

El SO₂ es producido por combustión de productos con derivados de azufre, el diésel contiene gran parte de este compuesto, a pesar de no ser un GEI el SO₂ tiene graves efectos sobre la salud del hombre, relacionado con la irritación del sistema respiratorio y una fuerte irritación de los ojos, de esta manera el 95 por ciento inhalado se absorbe en la cavidad nasal (**Rich et al., 2016**). Otro serio problema se ve reflejado por la generación de las lluvias acidas y consigo daños a la vegetación debido a la acumulación de sulfitos y sulfatos en el parénquima foliar y lacerando las hojas tornándolas de un color blanquecino amarillento (**Carnicer, 2008**).

En la ciudad de Ambato el transporte público urbano ha incrementado desmesuradamente y con ellos el incremento de GEI y SO₂, generando efectos negativos a la salud de la comunidad, la infraestructura y el medio ambiente, por lo cual es necesario adoptar medidas correctivas ante la desproporcionada generación de estos gases, una de estas medidas marca la trayectoria de este proyecto mediante la implementación de un impuesto denominado el precio del carbono, obligando a los productores de GEI a controlar sus emisiones u optar por el uso de energías limpias.

RESUMEN

Se determinó el precio de carbono en dólares por cada tonelada de CO₂ equivalente (tonCO₂eq) generado por la red de transporte público de Ambato para el año 2018 resultando en 647.73 \$ por cada bus, mientras que para la red de transporte dio 257241.17 \$. El impuesto al carbono fue de 15 \$ tomado de “Colombia”, porque en Ecuador no existe un registro de los gastos en daños a la salud, infraestructura y agricultura provocada por GEI. Para el cálculo se analizó una muestra de 117 de los 392 buses que circulan la ciudad con la ayuda de la norma ISO 14064-1 y el *protocolo GHG*, demostrando que existen buses con tecnología EURO II y III pero, no difieren en sus emisiones a causa de la cantidad de azufre contenida en el diésel *Premium*, así como adaptaciones clandestinas a nivel del tubo de escape y malos hábitos de conducción. A pesar de la ineficacia de la tecnología los factores de emisión se encuentran dentro del rango estipulado por la IPCC, de esta manera se tiene 41911.30 kg/TJ de CO₂ y 0.0655 kg/TJ de N₂O, esto se debe a los buses son nuevos teniendo un máximo de tres años de uso y a que el combustible redujo a 110ppm de azufre desde el año 2017. El azufre al no considerarse como un GEI no tiene un precio al carbono, pero es el responsable principal de los daños al automotor provocando aumento de GEI, para la red de transporte público se tuvo un factor de emisión de 0.0063 kg/TJ de SO₂.

Palabras claves: Gases de efecto invernadero, emisión de dióxido de azufre, transporte urbano público, factor de emisión, precio del carbono.

ABSTRACT

The carbon price in dollars was determined for each ton of CO₂ equivalent (tonCO₂eq) generated by the public transport network of Ambato for the year 2018, resulting in 647.73 \$ for each bus, while for the entire transport network it gave 257241.17 \$. The carbon tax was \$ 15 taken from the neighboring country "Colombia", because in Ecuador there is no record of expenditures on health damages, infrastructure and agriculture caused by greenhouse gases. For the calculation, a sample of 117 of the 392 buses that circulate the city with the help of the ISO 14064-1 standard and the GHG protocol were analyzed, showing that there are buses with EURO II and III technology, but they do not differ in their emissions to Cause of the amount of sulfur contained in the Premium day, as well as clandestine adaptations at the level of exhaust pipe and bad driving habits. In spite of the ineffectiveness of the technology, the emission factors are within the range stipulated by the IPCC, this way we have 41911.30 kg / TJ of CO₂ and 0.0655 kg / TJ of N₂O, this is due to the The buses do not have a maximum of three years of use and the fuel has been reduced to 110 ppm since 2017. The telephone number does not have a carbon price, but is mainly responsible for the damage to the car the increase in GHG, for the public transport network, it had an emission factor of 0.0063 kg / TJ of SO₂.

Keywords: Greenhouse gases, sulfur dioxide, public urban transport, emission factor, carbon price.

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

Ecuador ha sufrido impactos significativos ocasionados por el cambio climático, y un claro ejemplo de ello es la intensificación de eventos climáticos extremos, los cuales se han generado producto de la “Oscilación Sur El Niño”; el incremento del nivel del mar; el retroceso de los glaciares y la disminución de la escorrentía anual (**Masson, 1999**). Estos cambios han afectado tanto a la población (la transmisión de dengue y otras enfermedades tropicales), a la fauna y flora (expansión de las poblaciones de especies invasoras en Galápagos y la extinción de especies), así como también a la infraestructura y producción, estimando que para el año 2025 Ecuador perderá 5,6 billones de dólares a causa de estos efectos (**Amat y León 2008**).

Según el BEN en Ecuador se registra un incremento en la demanda de energía de 39.3 millones BEP desde el año 2000 al 2015 correspondiendo al 71% en este periodo de tiempo, de tal manera que para el año 2000 la demanda no superaba los 54.7 millones BEP (**Maibach, Banfi, Doll, & Maibach, 2000**). Los combustibles fósiles son los más consumidos llegando al 80% de energía, de los cuales el diésel y gasolina tienen mayor participación, con un incremento de demanda del 86 % y 131% respectivamente en los últimos 18 años. En el 2015, el diésel representó el 31% de la energía consumida en el país del cual el 69% correspondió al uso del sector transporte siendo este mayor demandante de energía superando el 40% de consumo por sector, seguido por la industria con el 20% (**Energ, 2000**).

En el 2005 los GEI emanados llegaron a 31 millones toneladas de CO₂ (tonCO₂), pero para el 2015 se alcanzó los 44 millones de toneladas CO₂, representando un incremento

del 40% en ese periodo de tiempo. Debido a que el sector transporte es el principal demandante de energía de fuentes fósiles también es el principal emisor de estos gases representando el 42 % correspondiente a los 18.48 millones de toneles CO₂ equivalente. La demanda de diésel desde el 2005 hasta el 2015 ha sido de 505727 a 819186 miles de galones respectivamente dando un incremento en la demanda de diésel del 62% en una década. El consumo de diésel Premium en la provincia de Tungurahua para el 2015 fue de 773714 bbl y para este mismo año se comprobó que las emisiones de GEI producidos únicamente por diésel en Ecuador fueron de 14965 kilotoneladas de CO₂ (kton CO₂) equivalentes (**MIDUVI, 2015**).

El transporte es el principal responsable de las emisiones de GEI, así para el 2012 llegó al 46.10% de la categoría de fuentes móviles de combustión (transporte por carretera) y 45.16% de las emisiones totales registrando un incremento de 123.27% con relación a 1994, siendo la principal fuente de emisiones en el país (**world health organization, 200AD**). Al observar la tendencia, se evidencia un comportamiento más estable a partir de 2010, debido a tecnologías más modernas en los automotores y el mejoramiento de la calidad de los combustibles llevado a cabo por EP-Petroecuador a través del Plan de Mejoramiento de Combustibles cuya meta fue reducir el contenido de azufre de 2000ppm a 650ppm en las gasolinas súper, extra y en el diésel Premium que se expenden en el país (**Guevara, 2010**).

La tecnología EURO (normativa europea de emisiones para vehículos) exigen a los fabricantes la utilización de sistemas que tratan los gases en el escape, teniendo el año de fabricación como referencia de clasificación, de esta manera para este trabajo se identificó que la norma INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización) apoyada en el “**Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 038:2008**” para BUSES URBANOS que a su vez se basa en la “**Directiva Europea 96/69/CE**” la cual indica que Ecuador al ser miembro en materia de medidas contra la contaminación atmosférica causada por las emisiones de los vehículos de motor, desde el año 1996 deberá usar vehículos que tengan como mínimo tecnología Euro II. Adicional a esta normativa el 10 de enero de 2017, el Ministerio de Industrias del Ecuador emitió la “**Resolución 16529**,” en la

cual se establece que a partir de la fecha de la publicación de la misma, los vehículos que son importados deberán cumplir con la Norma Euro 3. De esta manera se pudo establecer que para los buses fabricados antes de 1996 en Ecuador no se les exigió cumplir con la norma EURO 2, de tal manera que estos buses tendrán la tecnología EURO 1, y que a partir del 2017 los buses debían cumplir con la norma EURO 3; actualmente en los países europeos está vigente la tecnología EURO 4, 5 y 6 sin embargo Ecuador no adopto esta normativa.

El objetivo establecido en el Acuerdo de París referente a la temperatura se puede alcanzar con precios del carbono, a través de políticas y precios más altos, de esta manera disminuyendo los GEI mediante el uso de energías más limpias, siendo indispensable, pues el 85 % de las emisiones mundiales no tiene precio actualmente, y alrededor de las tres cuartas partes de las emisiones que están cubiertas por un precio al carbono tienen un precio inferior a USD 10/ton CO₂ eq. Cada país puede elegir los instrumentos para la fijación del precio de carbono según sus circunstancias nacionales y locales, siendo muy importante el apoyo que reciban. La Comisión del Carbono considera que para París, el precio de carbono debe situarse, como mínimo, entre 40 y 80 USD por ton CO₂ eq para 2020 y entre 50 USD y 100 USD por ton CO₂ eq para 2030. (Banco Mundial, 2017)

Tabla 1
Impuesto al carbono en países América

País	% del salario mínimo	Impuesto al carbono \$
CANADA	1.2	20
CHILE	1.2	5
VENEZUELA	2.2	0.05
COLOMBIA	3.2	15
MÉXICO	3.5	5.7
ARGENTINA	3.9	10
EEUU	8.6	100
PERÚ	13.8	31.3

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Analizar las externalidades negativas producidas por emisiones de gases efecto invernadero (CO₂, NO_x) y SO₂ en la red de transporte urbano de Ambato mediante la tecnología EURO de cada bus.

1.2.2 Objetivos específicos

- Clasificar los buses de transporte urbano de Ambato según su Tecnología EURO, año, y tipo de combustible.
- Determinar las emisiones de CO₂, NO_x y SO₂ producido por combustión de los buses de transporte urbano con tecnología EURO 2 y 3 en Ambato.
- Cuantificar la externalidad negativa “precio del carbono” de los gases emitidos por los buses de transporte urbano de Ambato

1.3 Hipótesis

1.3.1 Dióxido de carbono

- **Hipótesis nula**

La tecnología EURO no tiene influencia en las emisiones de dióxido de carbono producido por los buses de transporte urbano en Ambato

- **Hipótesis alternativa**

La tecnología EURO tiene influencia en las emisiones de dióxido de carbono producido por los buses de transporte urbano en Ambato

1.3.2 Óxido nitroso

- **Hipótesis nula**

La tecnología EURO no tiene influencia en las emisiones de Óxido nitroso producido por los buses de transporte urbano en Ambato

- **Hipótesis alternativa**

La tecnología EURO tiene influencia en las emisiones de Óxido nitroso producidos por los buses de transporte urbano en Ambato

1.3.3 Monóxido de nitrógeno

- **Hipótesis nula**

La tecnología EURO no tiene influencia en las emisiones de Monóxido de nitrógeno producido por los buses de transporte urbano en Ambato

- **Hipótesis alternativa**

La tecnología EURO tiene influencia en las emisiones de Monóxido de nitrógeno producido por los buses de transporte urbano en Ambato

1.3.4 Dióxido de azufre

- **Hipótesis nula**

La tecnología EURO no tiene influencia en las emisiones de Dióxido de azufre producido por los buses de transporte urbano en Ambato

- **Hipótesis alternativa**

La tecnología EURO tiene influencia en las emisiones de Dióxido de azufre producido por los buses de transporte urbano en Ambato

1.4 Señalamiento de variables de la hipótesis

Tabla 2

Variables de la hipótesis

Variable independiente	Variable dependiente
Tecnología Euro III	Dióxido de carbono
	Óxido nitroso
	Monóxido de nitrógeno
	Dióxido de azufre

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

A continuación se describen los materiales y métodos usados en el proyecto “Externalidad negativa en el transporte urbano de Ambato por emisiones directas de CO₂, NO_x y SO₂”

2.1 Materiales

- **Bacharach (ECA 450)**

El Analizador de Combustión Ambiental 450 de Bacharach (ECA 450) es un analizador de eficiencia de combustión y de las emisiones ambientales, diseñado para efectuar pruebas de combustión en equipos que quemen combustibles fósiles de pequeña o gran capacidad. Calcula la eficiencia de la combustión, el exceso de aire y el CO₂, mide y muestra el O₂, CO, NO, NO₂, SO₂, HC en los gases de combustión además muestra la temperatura ya sea en °C o en °F, así como también la presión en Pascales (Pa) (BACHARACH, 2014).



Figura 1: Analizador de Combustión Ambiental 450 de Bacharach

- **Adaptador de tubo de escape**

La adaptación para el tubo de escape es un tubo de acero (A 36), con un orificio en la parte lateral que sirvió para introducir la sonda con el tubo de muestra



Figura 2: Adaptador para el tubo de escape

- **Ficha de apuntes**

Plantilla impresa con los datos de los buses a ser censados, datos entregados por el municipio de Ambato extensión agencia nacional de tránsito, todas las plantillas deben ser llenadas con la entrevista directa con los conductores de los buses.

- **Franela**

Para la limpieza de la sonda de equipo EC450 en cada medición realizada evitando así errores en la en la obtención de la concentración de cada GEI.

- **Rollo de papel térmico para el ECA450**

Necesario para la impresión de los resultados de cada censo en los buses, este papel se inserta en el equipo ECA450 y la impresión se realiza una vez terminado el censo.

- **Computadora**

Para realizar el análisis estadístico de los datos y cuantificar las emisiones obtenidas en cada clasificación.

- **Dispositivo USB para almacenamiento de información**

- **Equipo de protección personal**

Tabla 3
Equipos de protección personal (EPP)

Casco de Seguridad	
Mascarilla profesional con filtro A1 Clímax 761	
Traje industrial Refractivo Azul Marino	
Gafas de seguridad	
Zapatos industriales	
Guantes de Cuero Industrial	

2.2 Métodos

2.2.1 Clasificación EURO

Para la clasificación de tomo la norma RTE INEN 038:2008 que indica que todos los buses fabricados desde 1996 deberán tener tecnología EURO II, y la Resolución 16529 que exige que todos los buses fabricados a partir del 2017 deberán tener tecnología EURO III.

Tabla 4
Tecnología EURO aplicada a Ecuador

Tecnología	Fecha de implementación de la norma	Año de fabricación vehículo
Euro I	31 de diciembre 1992	Desde 1992
Euro II	1 de enero de 1996	Desde 1996
Euro III	1 de enero de 2017	Desde el 2017

A partir de la fecha de implementación de la norma todos los vehículos a diésel para buses urbanos deberán cumplir con la tecnología reglamentada, el año de fabricación es el que determina el ingreso de nuevos vehículos con su respectiva tecnología EURO

De tal manera que para poder obtener la clasificación EURO es indispensable tener el año de fabricación de cada bus, mismos datos que fueron proporcionados por la ilustre municipalidad de Ambato extensión agencia nacional de tránsito, adicional a estos datos se proporcionó datos como la placa de cada vehículo, marca del automotor, cooperativa y numero de buses totales, mismos datos que fueron comprobados mediante la entrevista directa a los choferes de cada bus y mediante la matrícula de cada vehículo censado.

2.2.1.1 Tipo y cantidad de combustible consumido

Todos los buses censados utilizan como fuente de combustible diésel *Premium* estos datos fueron proporcionados por los dueños de la flota de autobuses mediante una entrevista directa en el momento del censo (**Anexo 5.2.10**)

2.2.2 Emisión de CO₂, NO_x y SO₂

La identificación y cuantificación de GEI se realizó mediante la norma ISO 14064-1: Gases de efecto invernadero — Parte 1; además se usó el “GHG protocolo” Protocolo de gases de efecto invernadero a escala comunitaria para comparar estos datos, con prácticas de contabilidad y de reporte de emisiones confiables que ayudan a las ciudades a desarrollar una línea de base de emisiones.

Para cumplir con la ISO 14064-1 es necesario 5 principios: Pertenencia, cobertura total, coherencia, exactitud y transparencia. De esta manera se identifica la fuente de emisión y la responsabilidad que tiene esta con la organización o institución, incluyendo a todas las emisiones de cada organismo productor, pudiendo así comparar sus datos y llegar a una reducción del sesgo, y siendo necesario dar a conocer estos datos tanto a los usuarios del transporte público como a la comunidad en general.

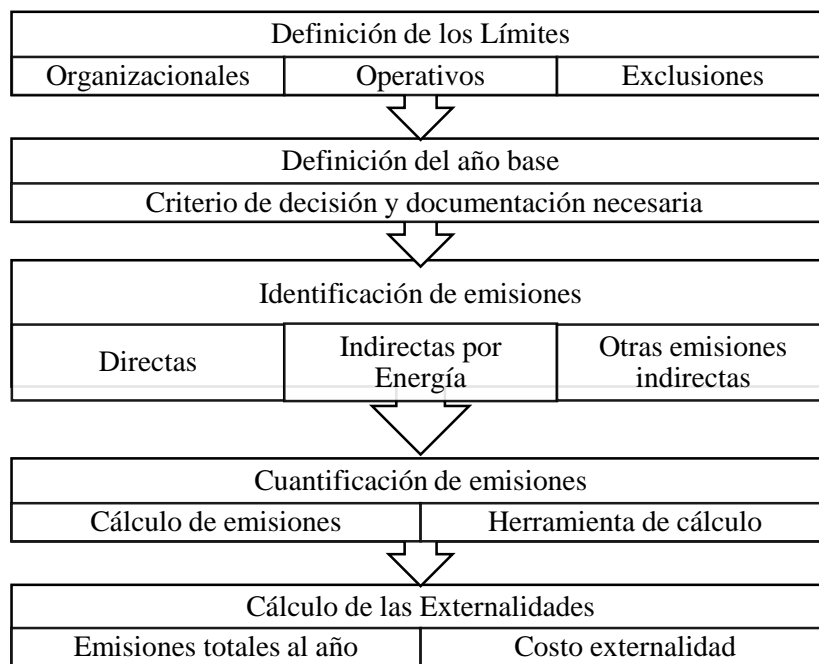


Figura 3: Flujograma para realizar el cálculo de las externalidades por GEI en urbano de Ambato.

2.2.2.1 Definición de límites

Mediante el *GHG Protocol* identifica límites organizacionales y operativos, de los cuales uno se subdivide según la pertenencia de gases emitidos, es decir la responsabilidad de cada organismo productor y el otro según el tipo de gas que emiten.

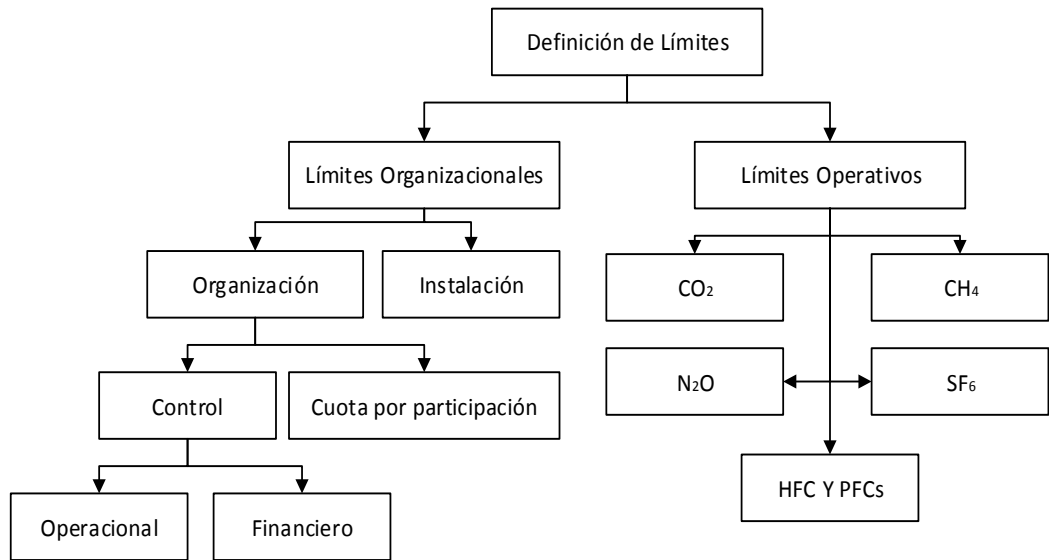


Figura 4: Mapa de definición de los límites según el GHG Protocol

Al hablar de organización se conoce que es un conjunto de instalaciones que trabajan bajo un mismo objetivo y cumplen ciertos reglamentos, según al GHG Protocol la organización puede tener una cuota por participación al tener solo una parte accionaria de la empresa, pudiendo responder solo de cierta parte de las emisiones emitas, mientras que el enfoque de control determina un dominio total sobre las emisiones. De la misma manera al tener un enfoque de control es necesario conocer si dominio es sobre la parte operacional siendo responsable de la producción directa de los gases o en su defecto solo de la parte financiera.

Uno de los principios de la norma ISO 14064-1 es la cobertura total, es decir el estudio debe contener datos representativos de todos los sectores de estudio en Ambato la organización de buses de transporte urbano se fraccionan en zonas estratégicas con lugares de parada para cada cooperativa de transporte y cada ruta señalada, las cuales deben cumplirse en horarios establecidos.

Tabla 5
Definición de los límites por zonas

ZONAS	LUGAR
ZONA A	Juan Benigno Vela
ZONA B	San Pablo
ZONA C	Totoras
ZONA D	Huachi Totoras
ZONA E	San Juan
ZONA F	Sigsipamba
ZONA G	La Joya
ZONA H	Nueva Ambato
ZONA I	Picaihua
ZONA J	Totoras
ZONA K	Huachi Totoras
ZONA L	Letamendi
ZONA M	Ingahurco
ZONA N	Montalvo
ZONA O	Huachi Progreso
ZONA P	Tiugua
ZONA Q	Barrio Solis
ZONA R	La libertad
ZONA S	Colinas del sur
ZONA T	Los Ángeles
ZONA U	Manzana de oro
ZONA V	Techo Propio
ZONA W	La Florida
ZONA X	Las Orquideas
ZONA Y	Seminario Mayor
ZONA Z	Shuyurco

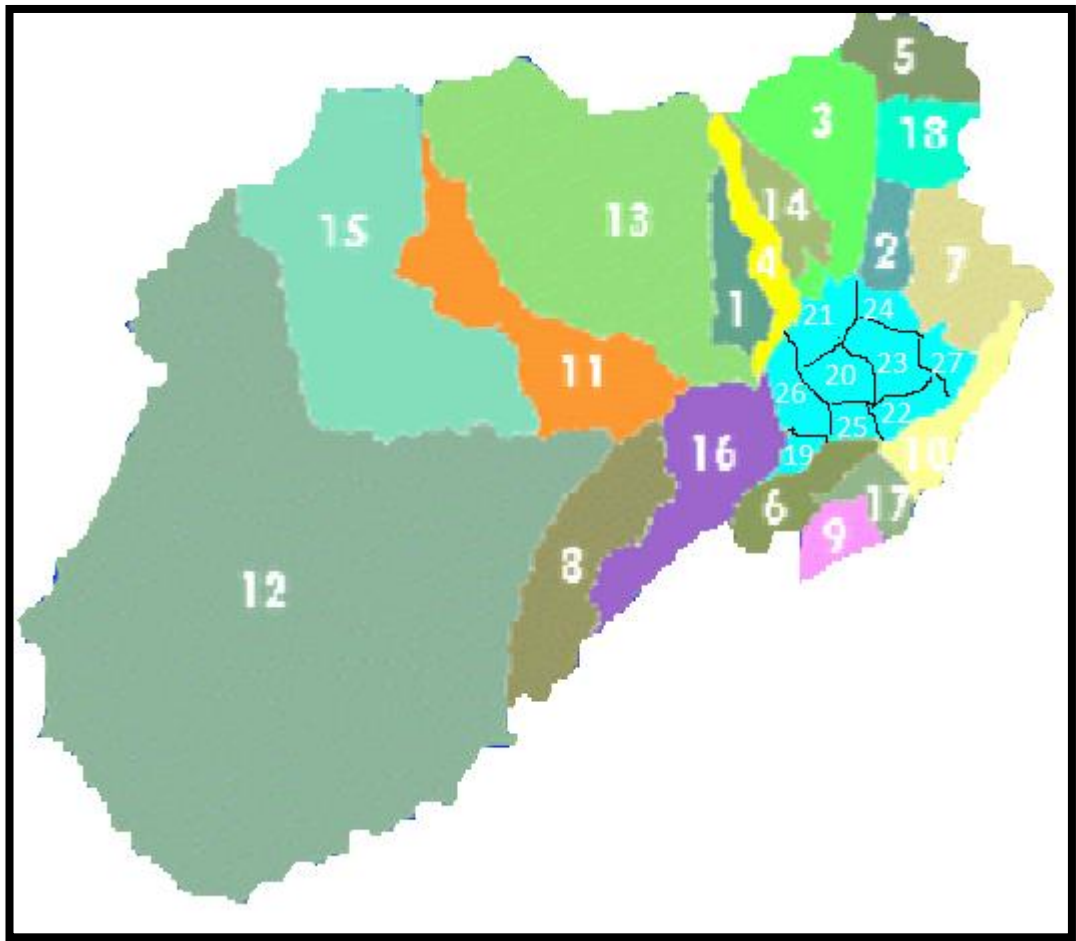


Figura 5: Mapa de Ambato por parroquias 1.-Ambatillo, 2.- Atahualpa, 3.- Martínez, 4.-Constantino, 5.- Cinchibamba, 6.- Huachi Grande, 7.- Izamba, 8.- Juan Benigno, 9.-Montalvo, 10.-Picaihua, 11.- Pasa, 12.- Pilahuin, 13.-Quisapincha, 14.- Pinlo, 15.-San Fernando, 16.-Santa Rosa, 17.- Totoras, 18.-Unamuncho, 19.- Atocha, 20.- Celiano Monge, 21.- Huachi Chico, 22.-Huachi Loreto, 23.- Matriz, 24.- La Merced, 25.-Península, 26.- Pishalata, 27.- San Francisco.

La zona B se encuentra dentro de la parroquia Santa Rosa, las zona D y K se encuentran en la parroquia de Totoras, las Zonas E, F, P, V y Z se encuentran en la parroquia de Picaihua, las zonas G, H y L se encuentran en la parroquia de Huachi Loreto, la zona M se encuentra en la parroquia Matriz, las zonas Q, R, W, X y zona Y se encuentran en la parroquia de Huachi Chico, las zonas S, T y U se encuentran en la parroquia de Huachi Grande.

2.2.3 Selección del año base

Este proyecto plantea el año base para este estudio debido a que no se ha realizado cuantificaciones en los GEI producidos por los buses de transporte urbano en Ambato.

2.2.4 Identificación de las emisiones

Según la norma ISO 14064-1: 2006 La identificación de las emisiones se da por alcances, teniendo tres de ellos, pudiendo abarcar las emisiones dentro de la ciudad, las emisiones producidas por el consumo de energía, las emisiones de terceros, y ciertas exclusiones que dictan que no necesariamente deben cumplirse los tres alcances en una investigación. El GHG protocolo además de los alcances añade una división que comprende la modalidad de transporte, tanto por carretera como fuera de ella.

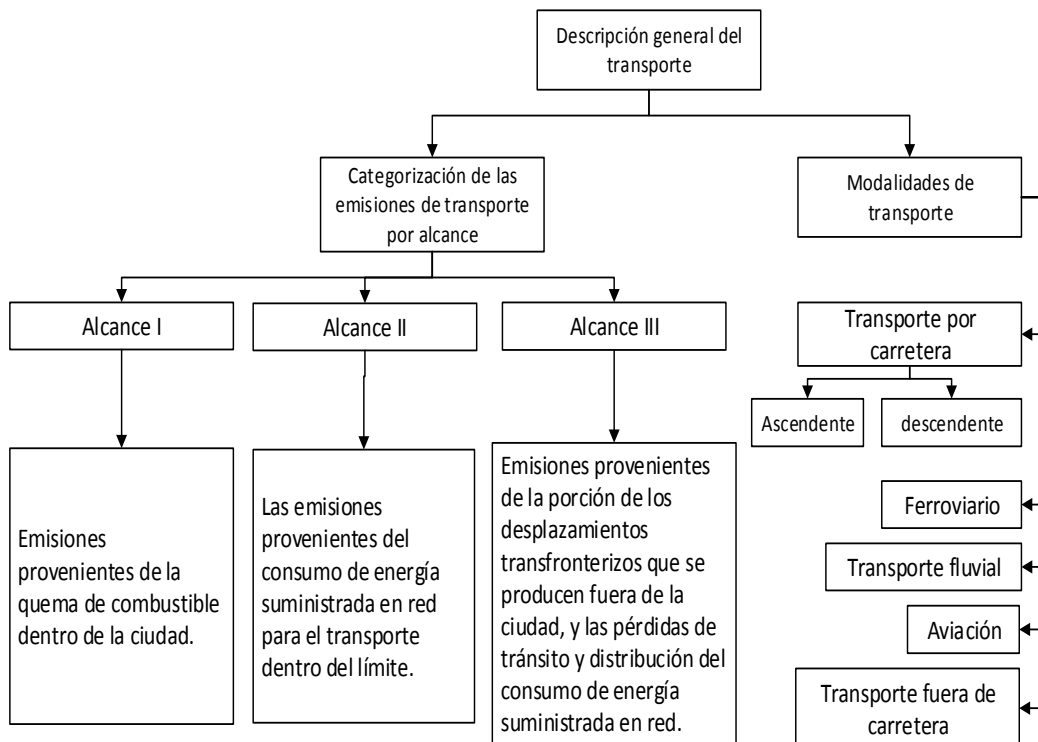


Figura 6: Mapa de definición de los alcances según el GHG Protocol y la norma ISO 14064-1

2.2.4.1 Tamaño de la muestra

Para efectuar el trabajo de campo se identificó que se cuenta con 392 buses de transporte urbano en la ciudad de Ambato de los cuales 281 tienen tecnología EURO II, mientras que los 111 restantes son de tecnología EURO III

$$n = \frac{Z^2(p * q)}{e^2 + \frac{(p * q)}{N}} \quad \text{Fórmula (01)}$$

Donde:

n= Tamaño de Muestra

z= Nivel de confianza (99%)

p= Proporción de la población con la característica deseada (0,5)

q= Proporción de la población sin la característica deseada (0,5) (Morillas, 1995)

2.2.4.1.1 Tamaño de la muestra por estratos

$$\text{Tamaño de estrato} = \frac{\text{Poblacion del estrato}}{N} * n \quad \text{Fórmula (02)}$$

Donde:

Tamaño de estrato= muestra por estrato

Población del estrato= Numero de buses por tecnología Euro

N=Tamaño de la población

n=Tamaño de muestra

Se obtuvo una muestra significativa de 117 buses, divididos en dos extractos, siendo la muestra de 84 buses para la tecnología EURO II, y 33 buses para la tecnología EURO III, cada bus tendrá una repetición en la toma de datos.

Tabla 6
Cronograma del muestreo.

Zonas	Cooperativa	Numero de buses	Número del bus censado
ZONA A	Vía Flores	10	EUROII(1,4,5,7,10,22,28,32) EUROIII(6,11)
ZONA B	Vía Flores	10	EUROII(14,15,19,25,33,45,47,49) EUROIII(18,26)
ZONA C	Unión Ambateña	5	EUROII (26,44,2,4) EUROIII (3)
ZONA D	Unión Ambateña	4	EUROII (12,25,17) EUROII (6)
ZONA E	Unión Ambateña	3	EUROII (19,32) EUROII (59)
ZONA F	Unión Ambateña	4	EUROII (34,37,40) EUROII (97)
ZONA G	Unión Ambateña	5	EUROII (45,56,63,64) EUROII (9)
ZONA H	Unión Ambateña	5	EUROII (73,74,81,85) EUROII (35)
ZONA I	Unión Ambateña	4	EUROII (91,95,96) EUROII (46)
ZONA J	Tungurahua	3	EUROII (14,18) EUROII (24)
ZONA K	Tungurahua	3	EUROII (27,28) EUROII (50)
ZONA L	Tungurahua	3	EUROII (29,30) EUROII (82)

Continuación de la Tabla 6

ZONA M	Tungurahua	3	EUROII (3,25) EUROII (84)
ZONA N	Tungurahua	3	EUROII (31,33) EUROII (136)
ZONA O	Tungurahua	4	EUROII (52,64) EUROII (47,53)
ZONA P	Tungurahua	2	EUROII (74) EUROII (109)
ZONA Q	Tungurahua	3	EUROII (92,108) EUROII (122)
ZONA R	Tungurahua	3	EUROII (110,121) EUROII (106)
ZONA S	Tungurahua	4	EUROII (125,132) EUROII (48,75)
ZONA T	Jerpazol	9	EUROII (25,27,28,31,14,15,16) EUROII (2,11)
ZONA U	Jerpazol	9	EUROII (41,44,45,46,47,52,53,54) EUROII (3)
ZONA V	Los Libertadores	3	EUROII (5,7) EUROII (1)
ZONA W	Los Libertadores	6	EUROII (8,14,17,33) EUROII (18,25)
ZONA X	Los Libertadores	4	EUROII (37,38) EUROII (29,30)
ZONA Y	Los Libertadores	3	EUROII (41,49) EUROII (73)
ZONA Z	Los Libertadores	2	EUROII (64) EUROII (27)

El muestreo se realizó directamente en el tubo de escape con la sonda del equipo ECA-450 y mediante la aceleración del vehículo para quemar el combustible fósil.

Tabla 7

Ficha para la toma de datos en los buses urbanos en Ambato

AÑO	Cooperativa	Nº	\$ Diésel diario	O ₂ %	CO (mg/m ³)	T-CHIM °C	T-AMB °C	NO (mg/m ³)	SO ₂ (mg/m ³)
Xxx	Xxx	X	X	X	Xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	Xxxx
Xxx	Xxx	X	X	X	Xxxx	Xxxx	Xxxx	Xxxx	Xxxx



Figura 7: Muestreo en la cooperativa los libertadores

2.2.4.1.2 El precio del combustible

Dato que se obtuvo de la página de EP-Petroecuador valor correspondiente a 1.037 dólares por galón precio vigente hasta el 31 de marzo del 2019, decreto ejecutivo No.799 (PetroEcuador, 2019)

2.2.5 Cuantificación de las emisiones

La flota de buses de transporte urbano en Ambato abarca solo el alcance I, debido a que no cuentan con sede en cada zona, los buses descansan en los carreteros, mediante el GHG protocol se puede realizar el cálculo mediante el proceso basado en el combustible consumido, o en su defecto se puede usar el dato de la distancia recorrida por el vehículo.

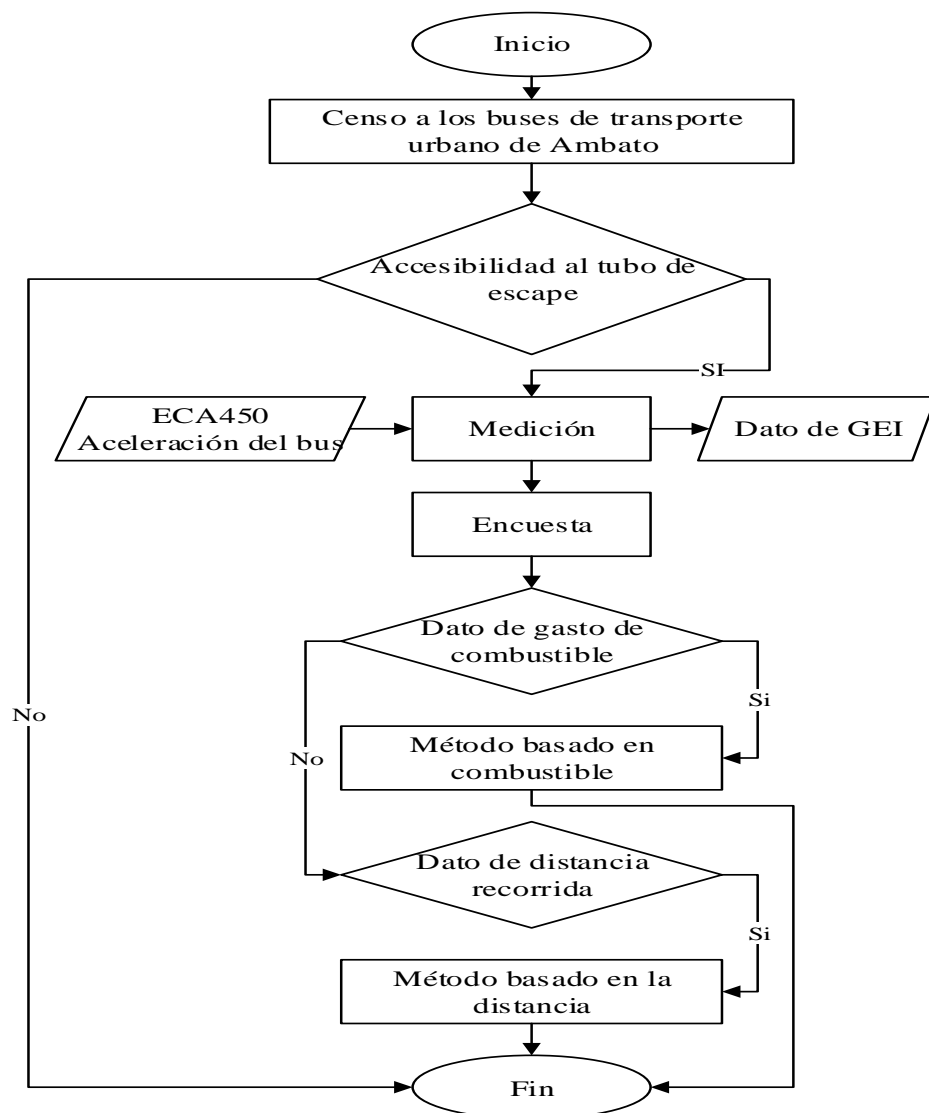


Figura 8: Flujograma para realizar el muestreo de los GEI y datos de combustible

2.2.5.1 Dato de Actividad (DA)

El dato de actividad es la energía que aporta el combustible al año. Para el cálculo del dato de actividad se utilizó la siguiente ecuación:

$$DA = \text{f.c.} * \rho * P.C * 365 \text{ días} \quad \text{Fórmula (03)}$$

Donde:

DA= Energía/ dato de actividad (TJ/año)

f.c = Consumo de combustible (m³ /día)

ρ = Densidad del diésel (ton /m³)

P.C = Poder calórico del diésel (TJ/ton)

El dato de actividad es fundamental para realizar el cálculo del factor de emisión el mismo que relaciona la concentración del gas con el dato de energía obtenida del combustible.

Mediante la encuesta a los conductores de los buses realizada del 3 al 23 de noviembre del 2018 se obtuvo un valor de precio gastado al día por combustible diésel, el mismo que al ser dividido por el precio de cada galón de diésel (\$1.08 valor obtenido de la página oficial de Petroecuador) indica la cantidad de galones consumidos al día, cuya cantidad de volumen mediante su densidad (832 Kg/m³) puede obtenerse el valor de masa que será transformada en toneladas para posteriormente ser multiplicada por su poder calorífico (0.0418 TJ/ton) (**Mtz Dominguez Km & Jim, n.d.**).

2.2.5.2 Dióxido de Carbono

Para el cálculo de la masa de CO₂ primero se calculó el porcentaje de CO₂ presente en las emisiones de los buses mediante el dato de oxígeno obtenido del equipo ECA 450 y mediante la siguiente ecuación:

$$\%CO_2 = \%O_2 \text{ inicial} - \%O_2 \text{ final} \quad \text{Fórmula (04)}$$

Donde:

$\%CO_2$ = Porcentaje de dióxido de carbono proveniente de la emisión

$\%O_2 \text{ inicial}$ = Porcentaje de Oxígeno presente en el aire

$\%O_2 \text{ final}$ = Porcentaje de Oxígeno medido con el equipo ECA 450.

Ya con el porcentaje de CO₂ (kg de CO₂/kg de aire) se saca la concentración mediante una multiplicación a la densidad del aire de Ambato la misma que fue calculada por la herramienta electrónica Dolzhnos (**Anexo 5.2.11**), para ello fue necesaria la presión atmosférica, la temperatura y la humedad relativa de cada sector censado, mismos valores que fueron medidos en cada muestreo y mediante un promedio se logró obtener el valor de la densidad. El caudal de la sonda del equipo ECA 450 es de 1 L/min y el tiempo de exposición que en este caso fue un minuto, este valor es necesario dividirlo para el tiempo de combustión que es de 14 mili segundos, valor obtenido por el equipo ECA 450.

$$[CO_2] = \frac{\% CO_2 * \rho * Q * t.e}{t.c} * t \quad \text{Fórmula (05)}$$

Donde:

$[CO_2]$ = (kg/año)

$\%CO_2$ = (kg de CO_2 /kg de aire)

ρ = Densidad del aire (kg de aire /L de aire),

Q = Caudal de la sonda (L de aire/min)

$t.c$ = Tiempo de combustión de CO_2 (días)

$t.e$ = Tiempo de exposición 1 min

t = Tiempo 365 días

2.2.5.2.1 Factor de emisión de CO_2

Para este valor fue necesario dividir la concentración del dióxido de carbono en kg para el dato de actividad en TJ, tal y como indica la norma ISO 14064

$$FE(CO_2) = \frac{[CO_2]}{DA} \quad \text{Fórmula (06)}$$

Donde:

$FE(CO_2)$ = factor de emisión (kg CO_2 /TJ)

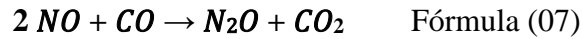
$[CO_2]$ = Concentración (kg/año)

DA = Energía/ dato de actividad (TJ/año)

2.2.5.3 Óxido nitroso

Para calcular la concentración de óxido nitroso es necesario igual la reacción estequiometría que se produce en la combustión, de tal manera que el óxido nitroso con el monóxido de carbono actúan como reactantes, mientras que se

produce el óxido nitroso y desprende dióxido de carbono (**Lipman & Delucchi, 2002**).



Con el balance estequiometrico se conoce que el monóxido de nitrógeno necesita dos moles, los mismos que al ser multiplicado por su peso molecular y dividido para su volumen molecular da la masa. Para el cálculo de la concentración de NO₂ es necesario determinar la masa del NO en el ambiente, así como la masa de NO producido por el ECA 450, mismo proceso que será realizado para la masa de N₂O, en todos los casos es necesario multiplicar el caudal de la sonda del ECA 450 y el tiempo al año.

2.2.5.3.1 Monóxido de nitrógeno en el aire

Para la masa del NO se multiplica por su peso molecular (30 g/mol) y se divide para su volumen molar que según la ley de los gases ideales es de 22.4 litros.

$$[\text{NO}] = \frac{2\text{moles} * \text{Peso mol. NO}}{\text{Volumen molar}} * Q * 525600 \text{ min} \quad \text{Fórmula (08)}$$

Donde:

Q = Caudal de la sonda (L/min)

2.2.5.3.2 Monóxido de nitrógeno de la medición

El valor obtenido por el ECA 450 es en mg/m^3 de tal manera que es necesario transformar a kilogramos sobre litros y así relacionar con el caudal de la sonda.

$$[\text{NO}_{\text{medición}}] = \text{NO}_{\text{medición}} * Q * 525666 \text{ min} \quad \text{Fórmula (09)}$$

Donde:

Q = Caudal de la sonda (L/min)

2.2.5.3.3 Óxido nitroso total

Para la masa del N_2O se multiplica por su peso molecular (44 g/mol) y se divide para su volumen molar que según la ley de los gases ideales es de 22.4 litros.

$$[\text{N}_2\text{O}] = \frac{1 \text{ mol} * \text{Peso mol. } \text{N}_2\text{O}}{\text{Volumen molar}} * Q * 525666 \text{ min} \quad \text{Fórmula (10)}$$

Mediante el balance estequiométrico se determinó la concentración de óxido nitroso con la ayuda del siguiente factor estequiométrico

$$[N_2O]f = \frac{[NO_{medición}] * [N_2O]}{[NO]} \quad \text{Fórmula (11)}$$

2.2.5.3.4 Factor de emisión de N₂O

Para este valor fue necesario dividir la concentración de óxido nitroso en kg para el dato de actividad en TJ, tal y como indica la norma ISO 14064-1.

$$FE(N_2O) = \frac{[N_2O]f}{DA} \quad \text{Fórmula (12)}$$

Donde:

FE (N₂O)= factor de emisión (kg/TJ)

[N₂O]f= Concentración (kg/año)

DA= Energía/ dato de actividad (TJ/año)

2.2.5.4 Dióxido de azufre

Para calcular la concentración de dióxido de azufre es necesario igual la reacción estequiometría que se produce en la combustión, de tal manera que el dióxido de azufre con el sulfuro de carbono actúan como reactantes, mientras que se produce dióxido de azufre y desprende dióxido de carbono (**Kotz, 1998**).



Con el balance estequiométrico se conoce que el dióxido de azufre necesita dos moles, los mismos que al ser multiplicado por su peso molecular y dividido para su volumen molecular da la masa, es necesario multiplicar el caudal de la sonda del ECA 450 y el tiempo al año.

El equipo ECA 450 presenta un valor directo del dióxido de azufre presentado en miligramos sobre metro cúbico, el mismo que debe ser transformado a kilogramos sobre litro y así poder hacer la relación con el caudal de la sonda de medición y el tiempo.

$$[\text{SO}_2] = \frac{\text{kg}}{\text{L}} \text{SO}_2 * Q * t \quad \text{Fórmula (14)}$$

Donde:

$[\text{SO}_2]$ = (kg/año)

kg SO₂ = masa de dióxido de carbono

Q = Caudal de la sonda (L/min)

t = Tiempo 1 año en min

2.2.5.4.1 Factor de emisión de SO₂

Para este valor fue necesario dividir la concentración de dióxido de azufre en Kg para el dato de actividad en TJ, tal y como indica la norma ISO 14064-1.

$$FE(\text{SO}_2) = \frac{[\text{SO}_2]}{DA} \quad \text{Fórmula (15)}$$

Donde:

FE (SO₂)= factor de emisión (kg/TJ)

[SO₂]= Concentración (kg/año)

DA= Energía/ dato de actividad (TJ/año)

Cuando se estableció el protocolo de Kioto se definieron los gases de efecto invernadero dando origen a “La Huella de Carbono”, la misma que en su inventario de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas a las actividades controladas por la organización y la combustión considera como GEI al dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido de nitrógeno (N₂O), hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarburos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆) (**Unidas, 1998**).

2.2.5.5 Toneladas de CO₂ equivalentes

Según el GHG protocol para calcular las toneladas de CO₂ equivalentes se necesita el dato de actividad en toneladas multiplicado por el potencial de calentamiento global a 100 años.

$$\text{tonCO}_2\text{eq} = \text{Dato de emisión} \times \text{Potencial C.G.} \quad \text{Fórmula (16)}$$

Donde:

Dato de Emisión= Sumatoria de la masa CO₂, N₂O y CH₄ (toneladas)

Potencial CG= Potencial del calentamiento global a 100 años

2.2.5.6 Potencial de calentamiento global a 100 años

En la siguiente tabla se detallan los valores del potencial de calentamiento (GWP) relativos al CO₂, N₂O y CH₄ del alcance I (Myhre, G., D. Shindell, 2015)

Tabla 8
Potencial de Calentamiento Global a 100 años

Designación industrial o nombre común	Formula química	Valores potenciales del calentamiento global a 100 años		
		Segundo reporte de evaluación	Cuarto reporte de evaluación	Quinto reporte de evaluación
Dióxido de carbono	CO ₂	1	1	1
Metano	CH ₄	21	25	28
Óxido nitroso	N ₂ O	310	298	265

El potencial usado será el del quinto reporte de evaluación vigente actualmente adaptado de (Myhre, G., D. Shindell, 2015)

El SO₂ al no ser un gas de efecto invernadero no puede ser expresado en CO₂ equivalentes, de tal forma que solo se puede conocer su factor de emisión.

2.2.6 Precio del carbono

A pesar de que Ecuador es miembro en materia de medidas contra la contaminación atmosférica causada por las emisiones de los vehículos de motor, desde el año 1996 no ha generado un impuesto a los gases de efecto invernadero, de esta manera Ecuador no formó parte de la alianza “Precio al Carbono en las Américas” conformada por 42 jurisdicciones nacionales y 25 jurisdicciones locales y regionales.

La cuantificación del precio del carbono mediante el Informe de la comisión de alto nivel sobre precios del carbono, da una herramienta útil para la fijación de este precio, sin embargo el instituto nacional de estadísticas y censos del Ecuador no registra datos sobre los costos inducidos por enfermedades pulmonares, gastos a infraestructura por GEI ni gastos en remediación ambiental por GEI. De tal forma que se torna imposible generar un valor base en Ecuador, siendo necesario adoptar el valor de un país vecino que en este caso será Colombia al ser el más cercano y compartir ciertas semejanzas, reflejando un precio de \$15 por tonelada de CO₂, según el artículo 222 de la ley 1819 del 2016 de Colombia.

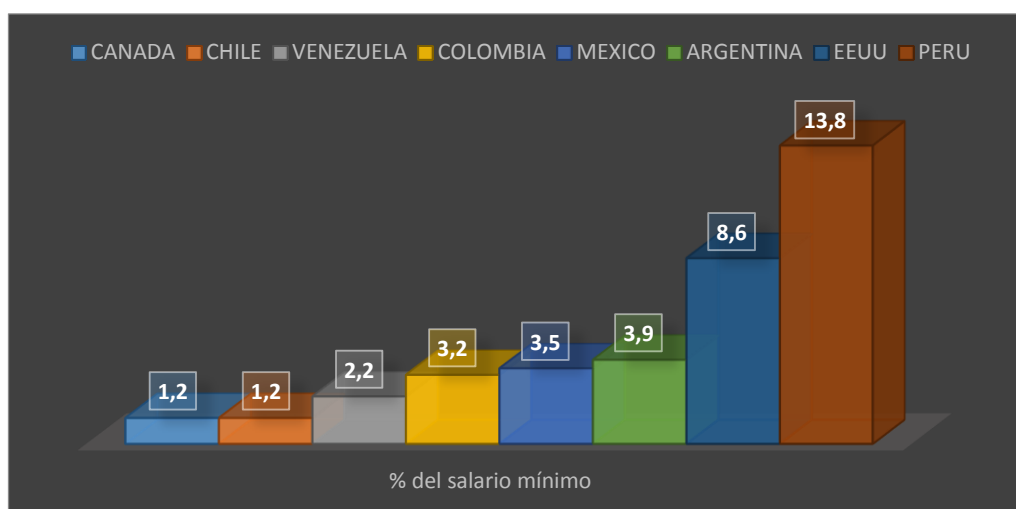


Figura 9: Porcentaje del salario mínimo correspondiente al precio del carbono. Adaptado de (World Bank, 2017)

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se localiza a la red de transporte público urbano de Ambato dentro de un límite organizacional con enfoque de control operacional, siendo responsable del 100% de las emisiones de GEI producido por cada vehículo **(Ihobe, 2012)**. A demás se considera las emisiones de CO₂, N₂O Y CH₄ dentro de los límites operativos.

Referente a la identificación de emisiones se considera el alcance I que incluye las emisiones directas que proceden de fuentes que genera la actividad derivadas a la combustión de combustibles del transporte de flota dentro de los límites de la organización considerada para todas las zonas, siendo los limites las rutas distribuidas a lo largo de la ciudad de Ambato **(Colque Pinelo, Ma. Teresa. Sánchez Campo, 2007)**. Los métodos descendentes comienzan con la quema de combustible como un indicador de la conducta de desplazamiento. En este caso, las emisiones son el resultado total de la quema de combustible y diferenciado por el tipo de automotor **(Schmitz et al., 2000)**.

Tabla 9
Análisis de los alcances

Emisiones	Descripción	Análisis	Cantidad
Alcance I	Emisiones provenientes de la quema de combustible dentro de la ciudad.	Buses que circulan por las 26 zonas de la ciudad	392 buses
Alcance II	Las emisiones provenientes del consumo de energía suministrada en red para el transporte dentro del límite.	No cuentan con cede en cada zona, los buses descansan en el carretero	0 medidores de luz
Alcance III	Emisiones provenientes de la porción de los desplazamientos transfronterizos que se producen fuera de la ciudad, y las pérdidas de tránsito y distribución del consumo de energía suministrada en red.	No cuentan con vehiculos que salgan, ni ingresen de las zonas establecidos, solo son de uso los buses de transporte urbano público.	0 buses

Elaborado por: Vasco Daniel. Adaptado de (Schmitz et al., 2000)

Mediante una ficha informativa proporcionada por el presidente de la asociación de transportistas de buses urbanos de Ambato, se identifica el año de fabricación de cada bus, sin embargo fue necesario comprobar los datos mediante una entrevista directa a los conductores de cada bus censado y a su vez se tomó el dato de tipo y cantidad de combustible necesario en cada bus de las diferentes zonas (**Anexo 5.2.7**)

La muestra que se efectuó contiene su respectiva replica identificando 84 buses para la tecnología EURO II, y 33 buses para la tecnología EURO III (**Anexo 5.2.1**) esto se debe a que para finales del 2016 la agencia nacional de tránsito establecida en Ambato remitió una ordenanza a las cooperativas de los buses de transporte urbano que establecía que para poder obtener la matricula del año siguiente deberían adquirir nuevos vehículos, aquellos que según el control de matrículas dictaban que deberían estar fuera de funcionamiento debido a su estado físico. De esta manera la mayoría de los buses vienen desde el año 2017, llegando a tener buses que entran a funcionar a finales del 2018.

3.1 Factores de emisión

Una vez realizado el cálculo correspondiente (**Anexo 5.2.13**) se determina el factor de emisión que no es más que la cantidad en masa del GEI influido por el dato de actividad del combustible usado, es decir el poder de combustión del diésel.

Tabla 10
Factores de emisión obtenidos

FACTORES DE EMISION (kg/TJ)				
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	SO ₂
EURO II	41984	3.9	0.06	6.1x10 ⁻³
EURO III	41838	3.9	0.07	6.3x10 ⁻³
PROMEDIO	41911	3.9	0.07	6.3x10 ⁻³

Los factores de emisión calculados de los buses de transporte público son relativamente bajos en comparación del IPCC de tal forma que para el CO₂ el factor de emisión representa apenas el 56.6% del valor permitido por el IPCC, para el valor del N₂O el factor de emisión fue relativamente insignificante siendo apenas el 1.7% del valor permitido por la IPCC, esto se debe a que la mayoría de los automotores son nuevos, y el combustible dio una mejora disminuyendo el contenido de azufre a menos

de 110 ppm, mejorando así la temperatura de horno aproximadamente a 338°C (Carrera, 2018) sin embargo estos valores siguen siendo de importancia social, teniendo lugar en la huella de carbono y pudiendo reportar su precio de carbono correspondiente. Por otra parte el SO₂ dio un valor de 6.3×10^{-3} , siendo un valor relativamente bajo, al no tener un valor de referencia debe ser considerado como peligroso debido a sus propiedades perjudiciales en la salud, infraestructura, agricultura y ambientales.

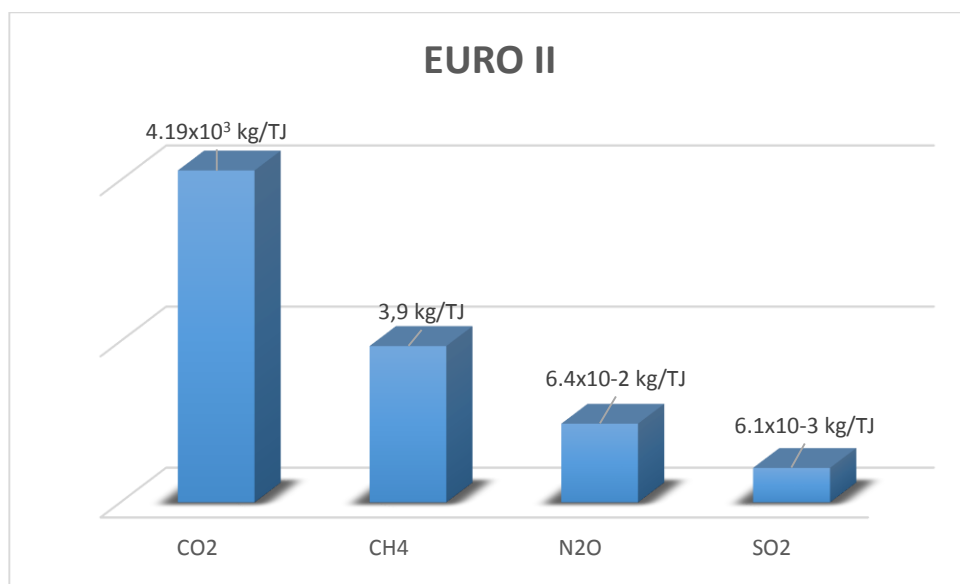


Figura 10: Factor de emisiones de gases en la tecnología EURO II

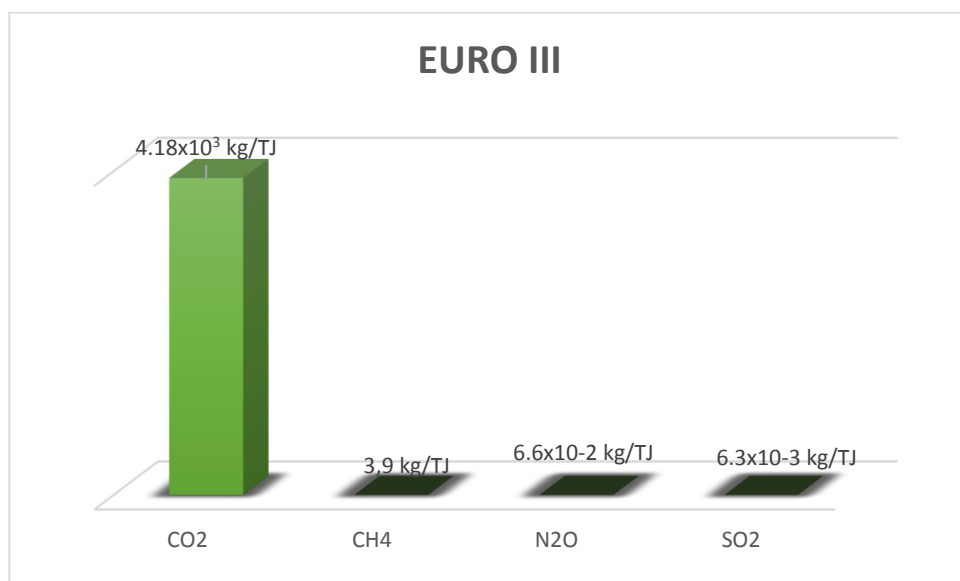


Figura 11: Factor de emisiones de gases en la tecnología EURO III

Para febrero del 2018, Petroecuador anuncia la mejora de su combustible a 110 ppm de contenido de azufre con el compromiso de que para mediados del año 2019 reducirá a 50 ppm (**Petroecuador, 2019**) esto es de gran importancia para que se pueda hacer efectiva la tecnología EURO de los automotores ya que permite que los filtros de partículas (DPF) y catalizadores oxidativos pueden actuar, pero con el combustible actual sólo alcanzarán aproximadamente un 50% de eficiencia en la disminución de material particulado (PM).

El azufre que se encuentra en el combustible al momento de combustionar en el motor, se emite como dióxido de azufre (SO₂) y otros óxidos de azufre (SO_x) que junto al vapor de agua generan ácido sulfúrico (H₂SO₄) siendo para el motor como un cáncer silencioso, pues al condensarse, atacan químicamente las superficies de los metales, a las válvulas, las camisas de los cilindros y los cojinetes, por lo cual se da un desgaste que no afectara directamente en el desempeño mecánico, pero si generará un consumo excesivo de aceite y dará mucho escape de gases anticipando su adecuada oxidación (**Mendoza, 2018**)

Tabla 11
Factores de emisión en comparación con la IPCC

Comparación factores de emisión obtenidos vs valores de IPCC kg/TJ			
	CO ₂	N ₂ O	CH ₄
Alcance I	41911.3	6.5x10 ⁻²	3.9
IPCC	74100	3.9	3.9

El valor más alto obtenido es el del CO₂ con 41911.30 kg/TJ esto quiere decir que el carbono presente en el combustible no llega completamente a oxidarse durante el proceso de oxidación, sin embargo su valor está dentro del rango del IPCC. El factor de emisión N₂O es de 6.5x10⁻² kg/TJ, este valor comparado con el valor del IPCC fue muy inferior debido a las características del autobús, su mantenimiento, el proceso de

la combustión y las características del combustible (Varela Vásquez & Sánchez, 2014), por último el valor del CH₄ fue el obtenido bibliográficamente debido a la ausencia de equipos que puedan ayudar con esta medición.

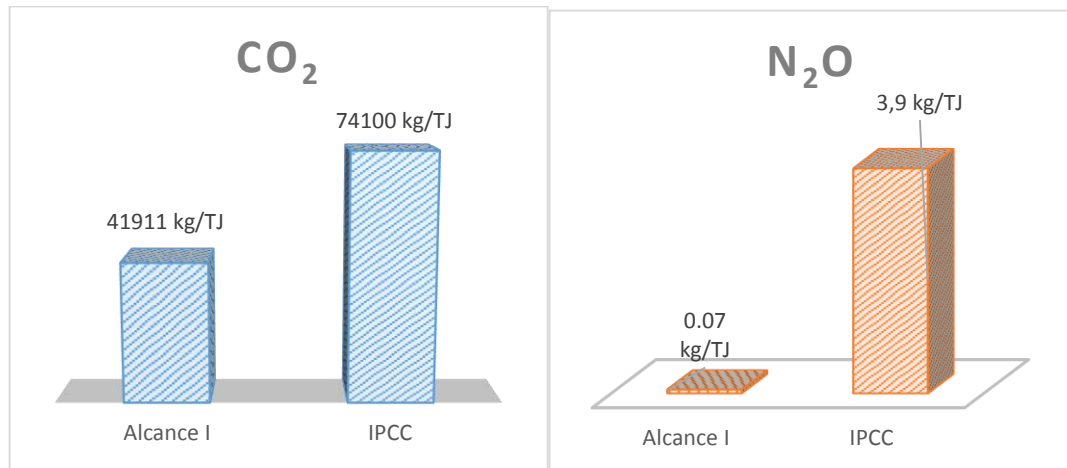


Figura 12 y 13: Comparación de valores de CO₂ y N₂O con la IPCC

Al comparar estos datos con otros estudios relacionados se tiene que para el número de autobuses urbanos que circulan la ciudad de Ambato las emisiones se encuentran en un nivel bajo, de esta manera los valores de factor de emisión de CO₂ para terminales dictan que para la ciudad de Latacunga se tiene 7.87×10^4 kg/TJ y para la ciudad de Salcedo 8.98×10^4 kg/TJ, (Cordova, 2018) siendo valores que superan al IPCC y cuentan con menos buses en funcionamiento.

3.2 Emisiones de GEI

Las emisiones de GEI son la masa producida por cada vehículo según su tecnología, este valor es muy importante debido a que de estas emisiones dependerá la cantidad de CO₂ equivalente, es necesario cuantificar su masa en toneladas para así poder relacionar con el potencial de calentamiento global de cada gas (Anexos 5.2.13 y 14).

Tabla 12

Emisiones en toneladas de CO₂, CH₄ y N₂O

	CO ₂ (ton)	CH ₄ (ton)	N ₂ O (ton)
EURO II	44.35	4.1x10 ⁻³	6.8x10 ⁻⁵
EURO III	41.75	3.9x10 ⁻³	6.6x10 ⁻⁵



Figura 14: Muestreo de la cooperativa Unión Ambateña

En relación al CO₂ las toneladas emitidas por la tecnología EURO II difieren a penas con el 4% de la tecnología EURO III de tal forma que para la tecnología EURO II se tiene 44.4 ton, mientras que para la tecnología EURO III el valor es de 42.3 ton. Este cambio tan minúsculo se debe a que la mayoría de los vehículos del transporte urbano en Ambato son nuevos y el mantenimiento de los mismos es muy eficaz. En relación a los valores reportados todas las cooperativas mantienen un rango de emisiones similar, con excepción de la cooperativa Vía Flores mismos buses que presentaron valores muy distantes (**Anexos 7 y 8**), debido a adaptaciones en el tubo de escape que no permiten la adecuada oxidación del carbono, estos valores elevados afectan el valor por tecnología EURO, llegando a tener picos más alto y demostrando poca diferencia entre tecnologías.

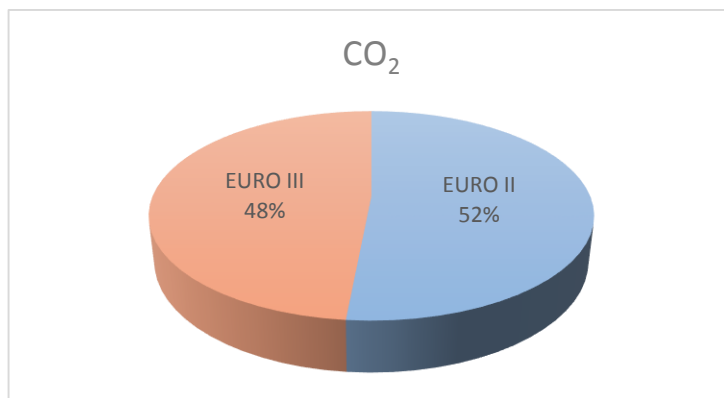


Figura 15 Comparación de emisiones de CO₂ entre tecnología EURO II y EURO III

En relación al N₂O las toneladas emitidas por la tecnología EURO II difieren solo con el 3% de la tecnología EURO III de tal forma que para la tecnología EURO II se tiene 4.1×10^{-3} toneladas, mientras que para la tecnología EURO III el valor es de 3.9×10^{-3} toneladas. De igual forma se reporta que debido al exceso de GEI emitidos por la cooperativo Vía Flores correspondientes a la tecnología EURO III no se logra evidenciar un cambio significativo entre tecnologías, por otra parte los valores promedio son muy bajos por la calidad del combustible y la eficiencia del motor, siendo buses nuevos.

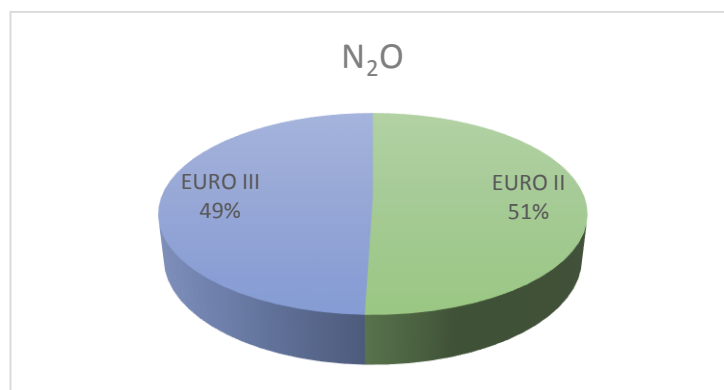


Figura 16: Comparación de emisiones de N₂O entre tecnología EURO II y EURO III

El valor reportado del CH₄ varía solo con 1 %, esto se debe a que se tomó como referencia un valor bibliográfico para el cálculo debido a que no se pudo cuantificar este gas, se tomó este valor por que es necesario al cuantificar el CO₂ equivalente.

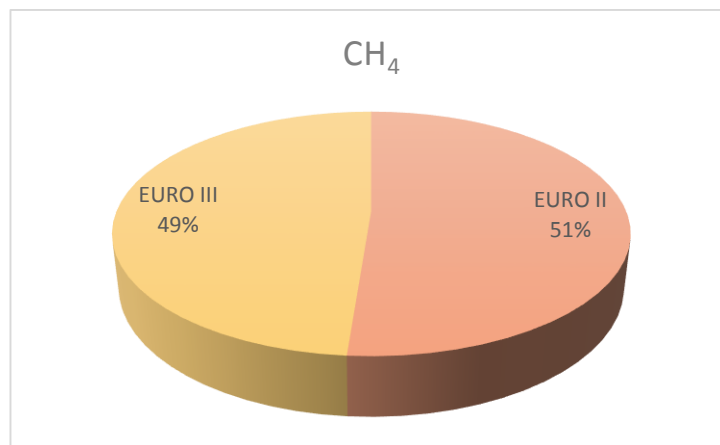


Figura 17: Comparación de emisiones de CH₄ entre tecnología EURO II y EURO III

3.3 Toneladas de CO₂ equivalentes

Para este valor fue necesario obtener el dato de emisión que no es más que la sumatoria de todas las masas de los GEI en toneladas multiplicadas por su potencial de calentamiento global, de esta manera se sumó las masas de CO₂, N₂O Y CH₄ diferenciando así de cada tecnología EURO. Es necesario diferenciar las toneladas producidas por unidad siendo un promedio de los vehículos en cada tecnología, mientras que para las toneladas producidas por población es necesario multiplicar el valor promedio de cada unidad por el número de vehículos en cada tecnología, para posteriormente sumar los valores de cada tecnología, de esta forma se tiene la Huella de carbono siendo de 17149.4 ton CO₂ eq mismo valor que será usado en el precio del carbono.

Tabla 13
Valor de CO₂ equivalente por tecnología EURO

TONELADAS DE CO ₂ equivalente		
	POR UNIDAD	POBLACIÓN
EURO II	44.5	12501.25
EURO III	4.9	4648.17
TOTAL	43.2	17149.41

Hay que tener en cuenta que para la tecnología Euro II se cuenta con 281 buses, mientras que para la tecnología Euro III son apenas 111 buses, estos valores serán los multiplicados por cada valor de unidad, de esta manera para la tecnología Euro II se sabe que cada bus produce alrededor de 44.5 ton CO₂ eq, por lo tanto los 281 buses producirán 12501.25 ton CO₂ eq.

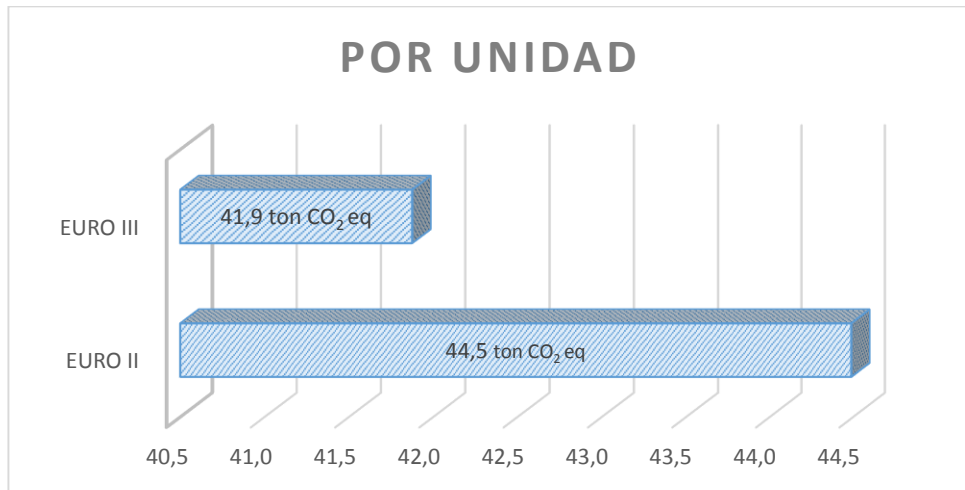


Figura 18: Comparación de CO₂ eq en EURO II y EURO III por unidad

Se estima que para la tecnología EURO II cada vehículo emite alrededor de 44.5 ton CO₂ eq al año, mientras que para la tecnología EURO III cada vehículo emite alrededor de 41.9 ton CO₂ eq al año representando una diferencia de apenas el 5.8%, siendo insignificante el cambio de tecnología EURO.

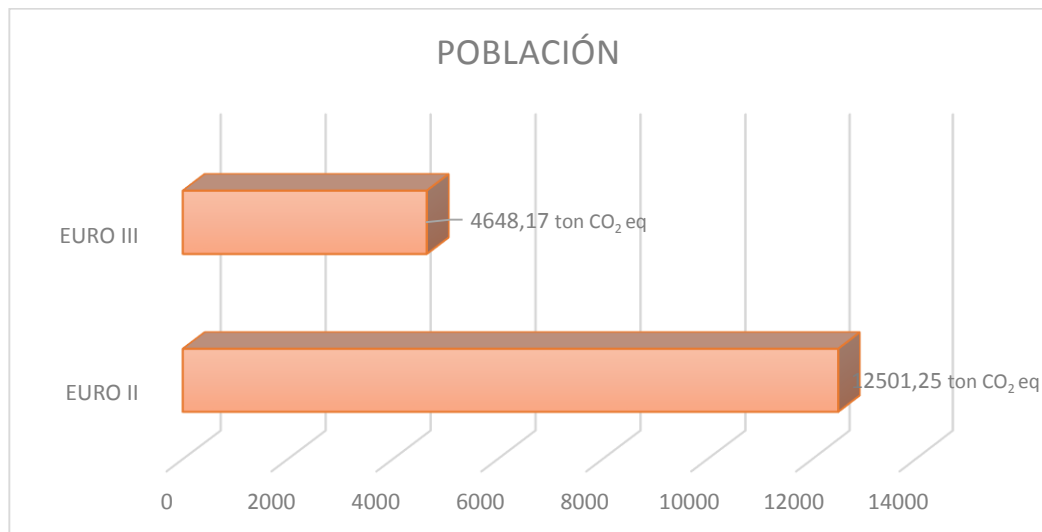


Figura 19: Comparación de CO₂ eq en EURO II y EURO III por población.

Con esto se puede decir que en Ambato cada bus indistintamente de su tecnología Euro produce alrededor de 43.2 ton CO₂ eq, y todos los buses de transporte público en Ambato producen 17149.41 ton CO₂ eq, siendo esta última la huella de carbono debido a que solo se trabaja con el primer alcance en este sistema de buses de transporte urbano.

3.4 Precio del carbono

Mediante el valor de t CO₂ equivalentes se obtiene el precio al carbono al multiplicar este valor por un impuesto ya estipulado, para el caso de Ecuador este impuesto no pudo ser calculado debido a falta de datos poblacionales sobre externalidades negativas, es decir todos los gastos que se han producido colateralmente por las emisiones de GEI, entre estos se encuentran gastos por enfermedades pulmonares, afecciones a la piel, irritaciones de ojos, daños a nivel nasal, entre otros. Las afecciones no solo son humanas, también se tienen daños a los cultivos, ganado, e infraestructura pero lamentablemente este valor no se encuentra en la base de datos del país.

Fue necesario adoptar el valor de precio al carbono de un país cercano que comparta ciertas semejanzas tanto territoriales, como tecnológicas y económicas, sin olvidar que este valor debe estar registrado en el acuerdo del Precio del Carbono de las Américas del cual constan 42 jurisdicciones nacionales y 25 jurisdicciones locales y regionales.

Tabla 14

Porcentaje del salario mínimo correspondiente al impuesto al carbono

País	% del salario mínimo
CANADA	1.2
CHILE	1.2
VENEZUELA	2.2
COLOMBIA	3.2
MÉXICO	3.5
ECUADOR	3.8
ARGENTINA	3.9
EEUU	8.6
PERÚ	13.8

Para seleccionar el valor del precio de carbono de otro país se comparó el porcentaje de sus salarios mínimos en relación al impuesto pagado de los mismos se pueden evidenciar que para Canadá a pesar de ser una potencia mundial tiene apenas un impuesto de 20 dólares representando el 1.2 % de su salario mínimo que es de 1736 dólares. Ecuador se sitúa geográficamente entre Colombia y Perú, sin embargo pero tiene el impuesto al carbono más alto de América en relación a su salario mínimo presentando el 13.8 %, siendo lo más lógico adoptar el impuesto al carbono de Colombia, que su impuesto solo representa el 3.2 % con un valor de 15 dólares, Ecuador al tener un salario mínimo de 394 dólares representaría el 3.8% de su salario no siendo tan distante de Colombia, México y argentina.



Figura 20: Precio del carbono por unidad y población.

Cada bus indistintamente de su tecnología produce alrededor de 43.2 ton CO₂eq al año, mismo valor que al ser multiplicado por los 15 dólares del impuesto da 647.73 dólares anuales, tomando en cuenta que solo para el transporte urbano público en Ambato se cuenta con 392 buses, se pagaran 25.72x10⁴ USD para el 2018. Valor muy distante referente al que se debería pagar por los buses de transporte interprovincial de la ciudad de Ambato de los cuales se tiene registro con 9.2x10⁴ ton CO₂eq, aplicando el impuesto se pagaría 1.3 millones USD para el 2018 (Córdova-Suárez, Manolo; Carrasco, María; Padilla Paola; Garcés-Sánchez, 2018), y mirando a futuro se debería cuantificar el valor que deberían pagar todas la ciudades pudiendo llegar a un porcentaje importante del producto interno bruto.

3.5 Verificación de hipótesis

Al tener únicamente dos variables de comparación (EURO II y EURO III), es necesario aplicar una prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales así:

Tabla 15

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales en CO₂

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	44.35	41.75
Varianza	350.68	228.02
Observaciones	84	33
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	72	
Estadístico t	0.78	
P(T<=t) una cola	0.22	
Valor crítico de t (una cola)	1.67	
P(T<=t) dos colas	0.44	
Valor crítico de t (dos colas)	1.99	

El valor de significancia $p=0.43$ indica que no existe influencia en de la tecnología EURO en las emisiones de dióxido de carbono producido por los buses de transporte urbano en Ambato, de tal forma que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa. Para que funcione a la perfección la tecnología EURO se debe suministrar diésel que cumplan con ciertos parámetros obligatorios, de esta manera el azufre debe encontrarse en 50 ppm (**RECOPE, 2018**) pero en Ecuador actualmente el diésel se encuentra en 110 ppm, esta ley se aplicó desde el 2017, con la llegada del EURO III, sin embargo buses con tecnología Euro II fueron sometidos por varios años a diésel con más de 500ppm de azufre, pasando factura al pasar el tiempo de uso, efecto comprobado al encontrar vapor de agua en el tubo de escape, indicando la formación de ácido sulfúrico, el mismo que corroe partes del motor disminuyendo la correcta combustión y generando mayor uso de combustible (**Ortiz, 2016**). A pesar que la plaza automotriz de la ciudad de Ambato es relativamente nueva, no se está usando la tecnología euro de una forma adecuada debido al diésel, adaptaciones clandestinas en el tubo de escape a la altura del silenciador, y hábitos de conducción, todos estos factores generan picos de desigualdad en los datos dando un resultado poco significativo al cambiar de tecnología EURO II por EURO III.



Figura 21: Adaptaciones clandestinas en el tubo de escape.

Tabla 16*Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales en NO*

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	92.13	90.28
Varianza	823.39	535.14
Observaciones	84	33
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	72	
Estadístico t	0.36	
P(T<=t) una cola	0.36	
Valor crítico de t (una cola)	1.67	
P(T<=t) dos colas	0.717263035	
Valor crítico de t (dos colas)	1.993463567	

El valor de significancia $p=0.71$ indica que no existe influencia en de la tecnología EURO en las emisiones de monóxido de nitrógeno producido por los buses de transporte urbano en Ambato, de tal forma que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa. En presencia de aire, el NO producto de la mala combustión es oxidado a NO₂, el NO se formara a altas temperaturas dentro del tubo de escape y muchas veces el nitrógeno es expulsado sin oxidarse, una solución para la disminución de NO es la utilización de catalizadores de nitratos, presentes en los motores con tecnología EURO, sin embargo no funcionan adecuadamente por el envenenamiento que sufren por causa del azufre contenido en el combustible (Ariela, 2015).

Tabla 17*Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales en N₂O*

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	6.7	6.6 x10 ⁻⁵
Varianza	4.4 x10 ⁻¹⁰	2.8 x10 ⁻¹⁰
Observaciones	84	33
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	72	
Estadístico t	0.36	
P(T<=t) una cola	0.36	
Valor crítico de t (una cola)	1.67	
P(T<=t) dos colas	0.72	
Valor crítico de t (dos colas)	1.99	

El valor de significancia $p=0.71$ indica que no existe influencia en de la tecnología EURO en las emisiones de óxido nitroso producido por los buses de transporte urbano en Ambato, de tal forma que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa. El óxido nitroso es un gas con capacidad de retener calor, de allí su importancia como GEI, en la actualidad existen catalizadores que con la ayuda de inyección de gases purificadores logran disolver el óxido nitroso, estos catalizadores son muy sensibles a la corrosión, principal causa por la que tienden a fallar o necesitar mantenimiento periódico (**Pérez, 2003**). La causa principal para que la tecnología euro no se diferencie es el uso de combustible inadecuado con exceso de sulfuro que afectan directamente a los componentes que ayudan a la perfecta oxidación de los gases. Otra razón de gran importancia es el hecho de todos los buses son modernos teniendo como máximo tres años de funcionamiento y han recibido buen mantenimiento.

Tabla 18*Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales en SO2*

	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	6.5×10^{-3}	7.1×10^{-3}
Varianza	9.1×10^{-6}	2.6×10^{-6}
Observaciones	84	33
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	104	
Estadístico t	-1.42	
P(T<=t) una cola	7.8×10^{-2}	
Valor crítico de t (una cola)	1.66	
P(T<=t) dos colas	0.16	
Valor crítico de t (dos colas)	1.98	

El valor de significancia $p=0.15$ indica que no existe influencia en de la tecnología EURO en las emisiones de dióxido de azufre producido por los buses de transporte urbano en Ambato, de tal forma que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa. El combustible con azufre se consume en la cámara de combustión del motor y se forman óxidos de azufre que reaccionan con el vapor de agua. Si estos vapores de ácidos se condensan, atacan químicamente las superficies de metal de las válvulas. Asimismo, los inyectores y los cojinetes corren la misma suerte, cuando la temperatura de las camisas de los cilindros es inferior a la temperatura de rociado del ácido, y el aceite de lubricación no tiene suficiente reserva de alcalinidad para neutralizar el ácido, las camisas se pueden desgastar diez veces más rápido perdiendo así la potencia del motor. Este problema se intensifica al tener mayores tiempos de aceleración consumiendo demasiado aceite y dando un desgaste prematuro del motor (Carrera, 2018).

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se analizó las toneladas de CO₂ equivalente que producen la red de transporte urbano de Ambato basados en las norma ISO 14064 apartado 1 y corroborando los datos con la *GHG protocol* resultando un dato de emisión para los gases CO₂, N₂O Y CH₄, que con la ayuda del potencial de calentamiento global dan el producto a ser multiplicado por el impuesto al dióxido de carbono equivalente de 15 USD, mismo que representa la externalidad negativa denominada “Precio al Carbono”, las ton CO₂ eq obtenido de la red de transporte público de Ambato es tres veces menor que el valor de Quito, de esta manera, Quito con 2 millones de habitantes y 4656 buses de transporte público produjo 4.11x10⁵ ton CO₂ eq y para el 2018 (MDMQ & S.A., 2018) Ambato con 323x10³ habitantes y 392 buses reporto 17149.4 ton CO₂ eq para el 2018. Los valores registrados no tuvieron diferencias significativas entre tecnologías Euro II y III demostrando que la calidad del combustible diésel usado afecta directamente el funcionamiento de la tecnología EURO para motores.
- Se clasifico los vehículos de transporte urbano de Ambato obteniendo un valor de 392 buses registrados en 5 cooperativas que recorren las diferentes zonas de la ciudad (Unión Ambateña, Vía Flores, Tungurahua, Los Libertadores y Jerpazol) , referente a su tecnología EURO se encontró que 281 buses cuentan con la tecnología EURO II, mientras a penas 111 buses son de tecnología EURO III, correspondiendo todos los buses fabricados desde el año 2017 a la categoría EURO III, así los que se fabricaron años atrás son de categoría Euro II, la categoría Euro I fue suprimida desde el año 1992, para el caso de Ambato se registraron buses desde el año 2015, siendo automotores relativamente nuevos. Todos los buses que circula en la red de transporte público usan diésel *premium* como combustible con un consumo aproximado de 22 galones al día

por cada bus y 8528 galones al día por toda la red de buses de transporte público en Ambato. Referente a su clasificación EURO se evidencia que los buses con tecnología EURO II consumen de uno a dos galones de diésel más por día que los buses con tecnología EURO III.

- Las emisiones de CO₂ para los buses con EURO II dieron 44.5 toneladas, mientras que las emisiones de N₂O y SO₂ apenas llegaron a 68 gramos y 6.5 kilogramos correspondientemente. En el caso de los buses con tecnología EURO III se obtuvo para el CO₂ 41.7 toneladas, mientras que para el N₂O y SO₂ se tuvo 39 gramos y 7.14 kilogramos respectivamente demostrando que el contenido de azufre afecta directamente al funcionamiento de la tecnología EURO. A pesar de no encontrar diferencias significativas entre tecnologías EURO, los niveles de emisión se encuentran por debajo de los permitidos en la IPCC de esta manera para el CO₂ se tiene 41911.30 kg/Tj y el valor máximo permitido es de 74100 kg/Tj, siendo este el valor más significativo ya que para el N₂O se tiene 0.0655 kg/Tj y el valor máximo es de 3.9 kg/Tj. El SO₂ al no ser un GEI por no retener calor no tiene un punto de comparación en la IPCC.
- Se cuantifico la externalidad negativa “precio del carbono” de los gases emitidos por los buses de transporte urbano de Ambato considerando que se debe obtener las ton de CO₂ eq, para poder multiplicar por el impuesto estipulado, como dicta el acuerdo “Carbono de las Américas” (**Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2017**), de esta manera se obtuvo 17149.41 ton CO₂ eq y el impuesto asignado fue de 15 dólares (**Ministerio de haciendas y Credito Publico, 2017**), dando como resultado 257241 USD al año por toda la red de transporte público en Ambato, mientras que por cada vehículo el valor es de 647.3 USD al año. Estos valores deben ser considerados en la economía del país y pueden llegar a ser más rigurosos mediante un estudio profundo a los gastos que se producen producto de los GEI, siendo conscientes de que en países Europeos el impuesto al carbono mínimo sobrepasa los 100 dólares.

4.2 Recomendaciones

- Realizar un estudio de la influencia que tienen las adaptaciones clandestinas de los tubos de escape en la oxidación de los gases de combustión fósil.
- Ampliar la muestra de estudio para identificar diferencias significativas entre tecnologías EURO.
- Realizar el mismo estudio en buses de transporte rural, dentro de la provincia debido a que la mayoría de esos buses no cumplen con la normativa EURO III.

CAPITULO V

5. MATERIALES DE REFERENCIA

5.1 Referencias Bibliográficas

- Ariela, M. (2015). “ Eliminación de contaminantes de gases de escape de motores diesel : Estabilidad de catalizadores .” *Universidad Nacional Del Litoral*, 1, 433.
- BACHARACH. (2014). Analizador de Combustión Ambiental ECA 450. *Analizador de Combustion Ambiental ECA 450*, 7(Instructivo 0024-9400ES), 1–2.
<https://doi.org/10.1002/sej>
- Banco Mundial. (2017). Reporte de la Comisión de Alto Nivel sobre los Precios del Carbono, 11.
- Caballero, M., Lozano, S., & Ortega, B. (2007). Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra. *Revista Digital Universitaria*, 8(10), 2–12. <https://doi.org/1607-6079>.
- Carnicer, J. (2008). CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA. *EIO*, 1.
- Colque Pinelo, Ma. Teresa. Sánchez Campo, V. E. (2007). Los Gases de Efecto Invernadero. *Labor*, 1–8. Retrieved from http://www.labor.org.pe/descargas/1ra_publicacion_abc_cc.pdf
- Córdova-Suárez, Manolo; Carrasco, María; Padilla Paola; Garcés-Sánchez, E. (2018). Estudio de la Huella de Carbono en Unidades Desconcentradas de Terminales Terrestres Study of the Carbon Footprint in Unknown Units of Terrestrial Terminals, *41*(1).
- Energ, B. (2000). Indice General. *Estudios Filológicos*, (35).
<https://doi.org/10.4067/S0071-17132000003500023>
- Guevara, A. B. F. (2010). Inventario nacional de {Gases} de {Efecto} {Invernadero} ({GEI}).

- Hoyos, D. (2014). del transporte : una aplicación para Euskadi. *Euskai*, 2(January 2004), 162.
- Ihobe. (2012). Guía metodológica para la aplicación de la norma Invernadero en organizaciones. *14064-1:2006, 1*(UNE-ISO), 106.
- Kotz, J. (1998). textbook and CD- ROM. © 1998. *Molecules*, 3(235), 3049.
- Lipman, T. E., & Delucchi, M. A. (2002). Emissions of Nitrous Oxide and Methane From. *2001 ASAE Annual International Meeting, 0300*(xx), 477–516.
- Maibach, M., Banfi, S., Doll, C., & Maibach, M. (2000). *External Costs of Transport Accident , Environmental and Congestion Costs in Western Europe Project Management : Authors :*
- Masson, S. (1999). Health Costs due to Road Traffic-related. *Who*, 9(June), 114.
- MDMQ, & S.A., S. A. (2018). Evaluacion de la huella de carbono y huella hidrica del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), *52*, 1–6.
- MIDUVI. (2015). Informe Nacional del Ecuador. *Tercera Conferencia De Las Naciones Unidas Sobre La Vivienda Y El Desarrollo Urbano Sostenible Habitat Iii*, 110. Retrieved from http://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/05/Informe-Pais-Ecuador-Enero-2016_vf.pdf
- Morillas, A. (1995). Muestreo en poblaciones finitas: curso básico. *Muestreo En Poblaciones Finitas*, 30.
- Mtz Dominguez Km, L., & Jim, C. (n.d.). Hoja Tecnica De Especificaciones Diesel Uba, (828). Retrieved from https://www.grupoenergeticos.com/es/wp-content/uploads/2015/02/ficha_tecnica-diesel.pdf
- Myhre, G., D. Shindell, F. - M. B. (2015). Global Warming Potential Values (AR5). *Greenhouse Gas Protocol, 2014*(1995), 2–5. Retrieved from [http://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values \(Feb 16 2016\).pdf](http://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20(Feb%2016).pdf)
- Ortiz, M. (2016). Estudio Comparativo del Uso del Diesel Entre Europa y Ecuador , Utilizado para Motores de Vehículos . Mario Andrés Ortiz Vallejo Facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz Universidad Internacional del Ecuador

- Certificado de autenticidad : *Quito, I*(Universidad internacional del Ecuador), 111.
- Perez, M. (2003). catalizador para descomponer óxido nitroso (N 2 O). *Universidad de Alicante*, 2, 6.
- Regional, W. H. O. (2008). environment. *Who*, 89(unep), 86.
- Rich, D., Finnegan, J., Tumiwa, S., Nichols, M., Owen-jones, R., & Dickinson, J. (2016). Estándar de política y acción. *World Resources Institute*, 3(mitra), 16.
- Russell, B., Wyman, O., Schultz, S., Hammer, S., Varbeva-daley, M., Corfee-morlot, J., ... Rodrigues, S. (2012). Protocolo Global para a Escala Comunitaria. *Word Resources Intitute*, 40(ICLEI), 176.
- Schmitz, S., Dawson, B., Spannagle, M., Thomson, F., Koch, J., & Eaton, R. (2000). GHG protocol.
- Sutter, D. (2011). External Costs of Transport in Europe Update Study for 2008. *Infras*, 15(September), 161.
- Unidas, N. (1998). Protocolo de kyoto de la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático, 61702(vol. 83), 24.
- Unidas, N., & Clim, C. (2013). *Primer Informe Bienal de España*.
- world health organization. (200AD). Air Quality Guidelines. *EUR*, 2(91), 228.
- Zurich, K. (2014). external costs of transport. *Infras*, 1(postfach), 16.

5.2 ANEXOS

5.2.1 Cálculo demostrativo del muestreo

Tamaño de la muestra

$$n = \frac{Z^2(p * q)}{e^2 + \frac{(p * q)}{N}} \quad n = \frac{2,575^2(0,5 * 0,5)}{0,1^2 + \frac{(0,5 * 0,5)}{392}} \quad n = 117$$

Tamaño del estrato EURO II

$$\text{Tamaño de estrato EUROII} = \frac{281}{392} * 117 \quad \text{Tamaño de estrato EUROII} = \frac{281}{392} * 117$$

$$\text{Tamaño de estrato EUROII} = 84$$

Tamaño del estrato EURO III

$$\text{Tamaño de estrato EUROIII} = \frac{111}{392} * 117 \quad \text{Tamaño de estrato EUROIII} = \frac{111}{392} * 117$$

$$\text{Tamaño de estrato EUROIII} = 33$$

5.2.2 Cálculo demostrativo CO₂

Porcentaje de CO₂

$$\%CO_2 = \%O_2 \text{ inicial} - \%O_2 \text{ final} \quad \%CO_2 = 21\% - 19\% \quad \%CO_2 = 2\%$$

Concentración de CO₂

$$[CO_2] = \frac{\%CO_2 * \rho * Q * t.e}{t.c} * t$$

$$[CO_2] = \frac{0,02 \frac{kg \text{ CO}_2}{kg \text{ de aire}} * 1,1745 \frac{kg \text{ de aire}}{m^3 \text{ de aire}} * \frac{1m^3 \text{ de aire}}{1000l \text{ de aire}} * 1 \frac{l \text{ de aire}}{min} * 1min}{14 \text{ ms} * \frac{0,115741 * 10^{-8} \text{ dias}}{1ms}} * 365 \text{ dias}$$

$$[CO_2] = 52885,75 \text{ kg al año}$$

Factor de emisión de CO₂

$$FE(CO_2) = \frac{[CO_2]}{DA}$$

$$FE(CO_2) = \frac{52885,75 \text{ kg}}{1,245 \text{ Tj}}$$

$$FE(CO_2) = 42452,06 \frac{kg}{Tj}$$

5.2.3 Calculo demostrativo N₂O

Masa de NO de la medición

$$[\text{NOmedición}] = \text{NOmedición} * Q * 525666 \text{ min} \quad [\text{NOmedición}] = 120 \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} * \frac{1 \text{kg}}{1000000 \text{mg}} * \frac{1 \text{m}^3}{1000 \text{l}} * 1 \frac{\text{l}}{\text{min}} Q * 525600 \text{ min}$$
$$[\text{NOmedición}] = 0,063072 \text{ kg}$$

Masa de NO del aire

$$[\text{NO}] = \frac{2 \text{ moles} * \text{Peso molecular de NO}}{\text{Volumen molar}} * Q * 525600 \text{ min} \quad [\text{NO}] = \frac{2 \text{ moles} * 30 \frac{\text{g}}{\text{mol}} * \frac{1 \text{kg}}{1000 \text{g}}}{22,4 \text{ l}} * 1 \frac{\text{l}}{\text{min}} * 525600 \text{ min}$$
$$[\text{NO}] = 1407,857 \text{ kg}$$

Masa de N₂O del aire

$$[\text{N}_2\text{O}] = \frac{1 \text{ mol} * \text{Peso molecular de N}_2\text{O}}{\text{Volumen molar}} * Q * 525600 \text{ min} \quad [\text{N}_2\text{O}] = \frac{1 \text{ moles} * 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}} * \frac{1 \text{kg}}{1000 \text{g}}}{22,4 \text{ l}} * 1 \frac{\text{l}}{\text{min}} * 525600 \text{ min}$$
$$[\text{N}_2\text{O}] = 1032,428 \text{ kg}$$

Masa de N₂O final

$$[\text{N}_2\text{O}]_f = \frac{[\text{NOmedición}] * [\text{N}_2\text{O}]}{[\text{NO}]} \quad [\text{N}_2\text{O}]_f = \frac{0,063072\text{kg} * 1032,428 \text{ kg}}{1407,857 \text{ kg}}$$

$$[\text{N}_2\text{O}]_f = 0,0462\text{kg}$$

Factor de emisión de N₂O

$$FE(\text{N}_2\text{O}) = \frac{0,04625\text{kg}}{1,2457\text{Tj}} \quad FE(\text{N}_2\text{O}) = 0,0371$$

5.2.4 Calculo demostrativo SO2

Masa de SO₂

$$[SO_2] = \frac{Kg}{L} SO_2 * Q * t$$
$$[SO_2] = 24 \frac{mg}{m^3} * \frac{1kg}{1000000mg} * \frac{1m^3}{1000l} * 1 \frac{l}{min} * 525600min$$
$$[SO_2] = 0,0126kg$$

Factor de emisión de SO₂

$$FE(SO_2) = \frac{0,0126 \text{ kg}}{1,257 \text{ Tj}}$$
$$FE(SO_2) = 0,010035$$

5.2.5 Cálculo demostrativo Toneladas de CO₂ equivalentes

t CO₂-eq = Dato de emisión x Potencial de calentamiento global

$$t \text{ CO}_2\text{-eq} = (52,9 \text{ t CO}_2 * 1) + (0,0000463 \text{ t N}_2\text{O} * 265) + (0,00486 \text{ t CH}_4 * 28)$$

$$t \text{ CO}_2\text{-eq} = 53$$

5.2.6 Cálculo demostrativo PRECIO DEL CARBONO

Precio por cada bus

$$43,2 \text{ t CO}_2 \text{ equivalente} * \$ 15 = 647,73 \$ \text{ al año}$$

Precio por toda la red de transporte público urbano de Ambato

$$17149,41 \text{ t CO}_2 \text{ equivalente} * \$ 15 = 274241,17 \$ \text{ al año}$$

5.2.7 Plantilla de muestreo EURO II

Número de buses	Nº de unidad	Cooperativa	Año de Fabri.	O ₂ (%)	CO (mg/m ³)	T-CHIM (°C)	T-AMB (°C)	NO (mg/m ³)	NO ₂ (mg/m ³)	NOx (mg/m ³)	SO ₂ (mg/m ³)
1	14	Vía Flores	2015	19	661	54	18.4	120	1	121	24
2	15	Vía Flores	2015	18.7	599	130	24	185	0	185	21
3	19	Vía Flores	2015	18.3	386	96	16.8	180	1	181	20
4	25	Vía Flores	2015	18.4	230	133	23.2	228	1	229	11
5	14	Tungurahua	2015	19.5	406	78	29	160	1	161	16
6	18	Tungurahua	2015	19.6	319	71	23	144	1	145	9
7	27	Tungurahua	2015	18.5	615	97	31.4	279	1	280	16
8	28	Tungurahua	2015	19.4	325	74	30.9	184	1	185	11
9	29	Tungurahua	2015	19.1	344	121	32	223	1	224	16
10	30	Tungurahua	2015	19.8	320	111	23	125	0	125	8
11	26	Unión	2015	20	226	48	34.1	112	1	113	9
12	44	Unión	2015	18.5	306	67	30.5	207	1	208	17
13	25	Jerpazsol	2015	18.3	517	144	25	260	1	261	21
14	27	Jerpazsol	2015	19.6	312	199	24	260	1	261	8
15	28	Jerpazsol	2015	19.8	360	185	25	241	1	242	9
16	31	Jerpazsol	2015	19.9	266	128	27	167	1	168	8
17	1	Vía Flores	2016	17.9	1053	167	18.4	257	1	258	29
18	4	Vía Flores	2016	18.6	331	145	16.8	191	1	192	14
19	5	Vía Flores	2016	18.7	438	86	31.7	213	0	213	15
20	7	Vía Flores	2016	18	483	81	29.3	280	2	282	17
21	10	Vía Flores	2016	18.9	305	84	16.8	154	0	154	9

22	22	Vía Flores	2016	19	143	139	16.6	221	1	222	4
23	28	Vía Flores	2016	18.5	247	107	33.7	216	0	216	16
24	32	Vía Flores	2016	18.3	367	142	26.5	266	2	268	15
25	33	Vía Flores	2016	18.4	612	125	22	235	1	236	18
26	45	Vía Flores	2016	19	135	120	18.8	189	1	190	4
27	47	Vía Flores	2016	18.3	761	83	18.7	213	1	214	24
28	49	Vía Flores	2016	18	348	61	23.5	224	1	225	15
29	3	Tungurahua	2016	20	287	65	29	139	1	140	11
30	25	Tungurahua	2016	20	239	146	24.1	150	1	151	7
31	31	Tungurahua	2016	20	386	102	25.6	101	1	102	3
32	33	Tungurahua	2016	20.1	151	112	32.8	117	1	118	6
33	52	Tungurahua	2016	19.9	221	108	20.7	146	1	147	6
34	64	Tungurahua	2016	19.8	341	96	21.2	125	1	126	12
35	74	Tungurahua	2016	18.6	289	52	31.8	224	1	225	13
36	92	Tungurahua	2016	20	302	123	31.8	126	0	126	11
37	108	Tungurahua	2016	20.1	221	85	29.7	93	1	94	9
38	110	Tungurahua	2016	19.9	262	73	31	145	0	145	11
39	121	Tungurahua	2016	19.4	237	39	28.9	157	1	158	9
40	125	Tungurahua	2016	18.8	347	149	27	305	1	306	14
41	132	Tungurahua	2016	19.8	241	145	26	146	1	147	7
42	2	Unión	2016	17.7	537	57	37.5	272	1	273	29
43	4	Unión	2016	19.9	296	41	26.1	98	1	99	7
44	12	Unión	2016	20.1	254	47	33.6	83	1	84	8
45	15	Unión	2016	18.8	759	123	23	182	1	183	24
46	17	Unión	2016	19.7	333	102	33.8	171	1	172	11
47	19	Unión	2016	18.5	430	99	33.7	212	1	213	19
48	32	Unión	2016	20	196	34	30.2	110	0	110	6

49	34	Unión	2016	19.3	248	41	32.2	177	1	178	11
50	37	Unión	2016	19.5	352	43	27.1	153	0	153	11
51	40	Unión	2016	18.9	243	49	32	170	1	171	10
52	45	Unión	2016	20.1	186	35	21.6	97	1	98	5
53	56	Unión	2016	19.9	259	49	31.2	99	1	100	11
54	63	Unión	2016	19.2	289	91	31	163	0	163	13
55	64	Unión	2016	20.1	163	23	26.5	106	0	106	6
56	73	Unión	2016	18.8	243	44	22.8	238	1	239	7
57	74	Unión	2016	19.9	240	100	30.8	131	1	132	10
58	81	Unión	2016	20	168	59	33.9	115	1	116	7
59	85	Unión	2016	19.7	236	36	30	144	0	144	9
60	91	Unión	2016	19.7	335	41	30	139	0	139	11
61	95	Unión	2016	19.9	239	38	27.3	114	0	114	8
62	96	Unión	2016	18.3	234	60	30.4	239	1	240	16
63	5	Libertadores	2016	20	345	81	28	126	1	127	11
64	7	Libertadores	2016	19.3	383	81	23	174	1	175	13
65	8	Libertadores	2016	19.8	369	72	26	137	1	138	13
66	14	Libertadores	2016	19.9	339	77	28	215	1	216	11
67	17	Libertadores	2016	19.9	336	105	28	123	1	124	10
68	33	Libertadores	2016	19.2	280	86	25	208	1	209	8
69	37	Libertadores	2016	19.9	412	102	27	128	1	129	10
70	38	Libertadores	2016	19.7	324	85	29	169	1	170	10
71	41	Libertadores	2016	19.8	364	83	27	139	1	140	12
72	49	Libertadores	2016	20.9	390	99	28	139	0	139	13
73	64	Libertadores	2016	19.8	339	135	28	165	1	166	12
74	14	Jerpazsol	2016	18.5	399	124	55	222	1	223	17
75	15	Jerpazsol	2016	18.5	504	122	24	255	1	256	18

76	16	Jerpazsol	2016	19.9	339	111	24	144	1	145	11
77	41	Jerpazsol	2016	18.1	786	108	34	216	1	217	33
78	44	Jerpazsol	2016	18.6	322	123	34	285	1	286	13
79	45	Jerpazsol	2016	20.1	237	142	38	106	1	107	7
80	46	Jerpazsol	2016	19.9	235	152	35	199	1	200	8
81	47	Jerpazsol	2016	19.8	302	97	25	164	1	165	10
82	52	Jerpazsol	2016	19.5	323	75	28	230	1	231	16
83	53	Jerpazsol	2016	19.5	373	127	28	132	1	133	12
84	54	Jerpazsol	2016	20.1	320	91	27	127	1	128	11

5.2.8 Plantilla de muestreo EURO III

Número de buses	N° de unidad	Cooperativa	Año de Fabri.	O ₂ (%)	CO (mg/m ³)	T-CHIM (°C)	T-AMB (°C)	NO (mg/m ³)	NO ₂ (mg/m ³)	NO _x (mg/m ³)	SO ₂ (mg/m ³)
1	24	Tungurahua	2017	18.9	306	52	26.5	190	1	191	10
2	48	Tungurahua	2017	19.5	398	55	29.7	187	1	188	17
3	50	Tungurahua	2017	18.4	356	56	26.3	216	1	217	18
4	75	Tungurahua	2017	19.8	356	103	24.4	149	1	150	9
5	82	Tungurahua	2017	18.7	387	56	36.4	262	1	263	17
6	84	Tungurahua	2017	19.8	297	123	25	143	1	144	10
7	106	Tungurahua	2017	18.9	304	98	24.9	210	1	211	12
8	136	Tungurahua	2017	19.3	272	109	31.9	217	1	218	10
9	143	Tungurahua	2017	18.9	367	118	32.6	235	1	236	13
10	3	Unión	2017	19.7	295	31	26.9	149	1	150	9
11	6	Unión	2017	19.8	310	40	30	132	1	133	13
12	59	Unión	2017	19.1	297	43	34.4	202	1	203	12
13	97	Unión	2017	19.9	361	118	31.2	150	1	151	11
14	1	Libertadores	2017	19.8	282	108	27	192	1	193	8
15	18	Libertadores	2017	20	584	93	26	92	1	93	18
16	25	Libertadores	2017	19.6	447	88	28	157	1	158	13
17	29	Libertadores	2017	20.2	334	106	27	128	1	129	11
18	30	Libertadores	2017	19.8	382	100	28	135	1	136	13
19	2	Jerpazsol	2017	20.1	432	72	33	97	1	98	15
20	11	Jerpazsol	2017	19.8	327	124	25	161	1	162	12
21	6	Vía Flores	2018	19	337	69	25.5	180	1	181	18
22	11	Vía Flores	2018	18.6	377	65	18.3	207	1	208	13

23	18	Vía Flores	2018	18.2	515	153	20.4	291	1	292	17
24	26	Vía Flores	2018	18.5	774	91	19.3	201	1	202	21
25	47	Tungurahua	2018	18.7	361	87	30	196	1	197	18
26	53	Tungurahua	2018	19.6	400	120	27.4	158	1	159	14
27	109	Tungurahua	2018	19.8	392	101	24.7	140	1	141	13
28	122	Tungurahua	2018	19.7	389	78	23.4	142	1	143	14
29	9	Unión	2018	19.7	373	90	24	123	0	123	13
30	35	Unión	2018	19.6	398	91	30	137	1	138	15
31	46	Unión	2018	19.3	273	45	29.9	169	1	170	12
32	27	Libertadores	2018	20.5	325	88	26	167	0	167	15
33	3	Jerpazsol	2018	19.7	427	72	30	153	1	154	14

5.2.9 Dato de actividad EURO II al año

	N°	Cooperativa	Año de Fabri.	Consumo de diesel (\$/día)	gal/día	M ³ /día	t/día	TJ/día	ENERGIA (TJ)/año2018
1	14	Vía Flores	2015	28	25.9	0.10	0.08	0.00	1.25
2	15	Vía Flores	2015	27	25.0	0.09	0.08	0.00	1.20
3	19	Vía Flores	2015	30	27.8	0.11	0.09	0.00	1.33
4	25	Vía Flores	2015	28	25.9	0.10	0.08	0.00	1.25
5	14	Tungurahua	2015	20	18.5	0.07	0.06	0.00	0.89
6	18	Tungurahua	2015	22	20.4	0.08	0.06	0.00	0.98
7	27	Tungurahua	2015	20	18.5	0.07	0.06	0.00	0.89
8	28	Tungurahua	2015	24	22.2	0.08	0.07	0.00	1.07
9	29	Tungurahua	2015	20	18.5	0.07	0.06	0.00	0.89
10	30	Tungurahua	2015	22	20.4	0.08	0.06	0.00	0.98
11	26	Unión	2015	20	18.5	0.07	0.06	0.00	0.89
12	44	Unión	2015	18	16.7	0.06	0.05	0.00	0.80
13	25	Jerpazsol	2015	30	27.8	0.11	0.09	0.00	1.33
14	27	Jerpazsol	2015	30	27.8	0.11	0.09	0.00	1.33
15	28	Jerpazsol	2015	28	25.9	0.10	0.08	0.00	1.25
16	31	Jerpazsol	2015	29	26.9	0.10	0.08	0.00	1.29
17	1	Vía Flores	2016	27	25.0	0.09	0.08	0.00	1.20
18	4	Vía Flores	2016	27	25.0	0.09	0.08	0.00	1.20
19	5	Vía Flores	2016	28	25.9	0.10	0.08	0.00	1.25
20	7	Vía Flores	2016	30	27.8	0.11	0.09	0.00	1.33
21	10	Vía Flores	2016	27	25.0	0.09	0.08	0.00	1.20
22	22	Vía Flores	2016	25	23.1	0.09	0.07	0.00	1.11
23	28	Vía Flores	2016	28	25.9	0.10	0.08	0.00	1.25

24	32	Vía Flores	2016	27	25.0	0.09	0.08	0.00	1.20
25	33	Vía Flores	2016	28	25.9	0.10	0.08	0.00	1.25
26	45	Vía Flores	2016	28	25.9	0.10	0.08	0.00	1.25
27	47	Vía Flores	2016	29	26.9	0.10	0.08	0.00	1.29
28	49	Vía Flores	2016	30	27.8	0.11	0.09	0.00	1.33
29	3	Tungurahua	2016	22	20.4	0.08	0.06	0.00	0.98
30	25	Tungurahua	2016	23	21.3	0.08	0.07	0.00	1.02
31	31	Tungurahua	2016	25	23.1	0.09	0.07	0.00	1.11
32	33	Tungurahua	2016	23	21.3	0.08	0.07	0.00	1.02
33	52	Tungurahua	2016	24	22.2	0.08	0.07	0.00	1.07
34	64	Tungurahua	2016	20	18.5	0.07	0.06	0.00	0.89
35	74	Tungurahua	2016	20	18.5	0.07	0.06	0.00	0.89
36	92	Tungurahua	2016	22	20.4	0.08	0.06	0.00	0.98
37	108	Tungurahua	2016	20	18.5	0.07	0.06	0.00	0.89
38	110	Tungurahua	2016	22	20.4	0.08	0.06	0.00	0.98
39	121	Tungurahua	2016	20	18.5	0.07	0.06	0.00	0.89
40	125	Tungurahua	2016	22	20.4	0.08	0.06	0.00	0.98
41	132	Tungurahua	2016	22	20.4	0.08	0.06	0.00	0.98
42	2	Unión	2016	25	23.1	0.09	0.07	0.00	1.11
43	4	Unión	2016	20	18.5	0.07	0.06	0.00	0.89
44	12	Unión	2016	19	17.6	0.07	0.06	0.00	0.85
45	15	Unión	2016	20	18.5	0.07	0.06	0.00	0.89
46	17	Unión	2016	25	23.1	0.09	0.07	0.00	1.11
47	19	Unión	2016	22	20.4	0.08	0.06	0.00	0.98
48	32	Unión	2016	19	17.6	0.07	0.06	0.00	0.85
49	34	Unión	2016	20	18.5	0.07	0.06	0.00	0.89
50	37	Unión	2016	16	14.8	0.06	0.05	0.00	0.71

51	40	Unión	2016	24	22.2	0.08	0.07	0.00	1.07
52	45	Unión	2016	22	20.4	0.08	0.06	0.00	0.98
53	56	Unión	2016	20	18.5	0.07	0.06	0.00	0.89
54	63	Unión	2016	22	20.4	0.08	0.06	0.00	0.98
55	64	Unión	2016	18	16.7	0.06	0.05	0.00	0.80
56	73	Unión	2016	25	23.1	0.09	0.07	0.00	1.11
57	74	Unión	2016	20	18.5	0.07	0.06	0.00	0.89
58	81	Unión	2016	20	18.5	0.07	0.06	0.00	0.89
59	85	Unión	2016	22	20.4	0.08	0.06	0.00	0.98
60	91	Unión	2016	21	19.4	0.07	0.06	0.00	0.93
61	95	Unión	2016	17	15.7	0.06	0.05	0.00	0.76
62	96	Unión	2016	21	19.4	0.07	0.06	0.00	0.93
63	5	Libertadores	2016	22	20.4	0.08	0.06	0.00	0.98
64	7	Libertadores	2016	20	18.5	0.07	0.06	0.00	0.89
65	8	Libertadores	2016	21	19.4	0.07	0.06	0.00	0.93
66	14	Libertadores	2016	23	21.3	0.08	0.07	0.00	1.02
67	17	Libertadores	2016	20	18.5	0.07	0.06	0.00	0.89
68	33	Libertadores	2016	18	16.7	0.06	0.05	0.00	0.80
69	37	Libertadores	2016	22	20.4	0.08	0.06	0.00	0.98
70	38	Libertadores	2016	18	16.7	0.06	0.05	0.00	0.80
71	41	Libertadores	2016	21	19.4	0.07	0.06	0.00	0.93
72	49	Libertadores	2016	25	23.1	0.09	0.07	0.00	1.11
73	64	Libertadores	2016	20	18.5	0.07	0.06	0.00	0.89
74	14	Jerpazsol	2016	29	26.9	0.10	0.08	0.00	1.29
75	15	Jerpazsol	2016	29	26.9	0.10	0.08	0.00	1.29
76	16	Jerpazsol	2016	30	27.8	0.11	0.09	0.00	1.33
77	41	Jerpazsol	2016	30	27.8	0.11	0.09	0.00	1.33

78	44	Jerpazsol	2016	23	21.3	0.08	0.07	0.00	1.02
79	45	Jerpazsol	2016	30	27.8	0.11	0.09	0.00	1.33
80	46	Jerpazsol	2016	30	27.8	0.11	0.09	0.00	1.33
81	47	Jerpazsol	2016	28	25.9	0.10	0.08	0.00	1.25
82	52	Jerpazsol	2016	30	27.8	0.11	0.09	0.00	1.33
83	53	Jerpazsol	2016	29	26.9	0.10	0.08	0.00	1.29
84	54	Jerpazsol	2016	30	27.8	0.11	0.09	0.00	1.33

5.2.10 Dato de actividad EURO III al año

	N°	Cooperativa	Año de Fabri.	Consumo de diesel (\$/día)	gal/día	m ³ /día	t/día	TJ/día	ENERGIA (TJ)/año2018
1	24	Tungurahua	2017	20	18.5	0.07	0.06	0.00	0.89
2	48	Tungurahua	2017	20	18.5	0.07	0.06	0.00	0.89
3	50	Tungurahua	2017	20	18.5	0.07	0.06	0.00	0.89
4	75	Tungurahua	2017	21	19.4	0.07	0.06	0.00	0.93
5	82	Tungurahua	2017	21	19.4	0.07	0.06	0.00	0.93
6	84	Tungurahua	2017	25	23.1	0.09	0.07	0.00	1.11
7	106	Tungurahua	2017	22	20.4	0.08	0.06	0.00	0.98
8	136	Tungurahua	2017	23	21.3	0.08	0.07	0.00	1.02
9	143	Tungurahua	2017	22	20.4	0.08	0.06	0.00	0.98
10	3	Unión	2017	17	15.7	0.06	0.05	0.00	0.76
11	6	Unión	2017	24	22.2	0.08	0.07	0.00	1.07
12	59	Unión	2017	25	23.1	0.09	0.07	0.00	1.11
13	97	Unión	2017	20	18.5	0.07	0.06	0.00	0.89
14	1	Libertadores	2017	21	19.4	0.07	0.06	0.00	0.93
15	18	Libertadores	2017	20	18.5	0.07	0.06	0.00	0.89
16	25	Libertadores	2017	20	18.5	0.07	0.06	0.00	0.89
17	29	Libertadores	2017	22	20.4	0.08	0.06	0.00	0.98
18	30	Libertadores	2017	25	23.1	0.09	0.07	0.00	1.11
19	2	Jerpazsol	2017	29	26.9	0.10	0.08	0.00	1.29
20	11	Jerpazsol	2017	27	25.0	0.09	0.08	0.00	1.20
21	6	Vía Flores	2018	30	27.8	0.11	0.09	0.00	1.33
22	11	Vía Flores	2018	29	26.9	0.10	0.08	0.00	1.29
23	18	Vía Flores	2018	26	24.1	0.09	0.08	0.00	1.16

24	26	Vía Flores	2018	27	25.0	0.09	0.08	0.00	1.20
25	47	Tungurahua	2018	20	18.5	0.07	0.06	0.00	0.89
26	53	Tungurahua	2018	20	18.5	0.07	0.06	0.00	0.89
27	109	Tungurahua	2018	23	21.3	0.08	0.07	0.00	1.02
28	122	Tungurahua	2018	20	18.5	0.07	0.06	0.00	0.89
29	9	Unión	2018	22	20.4	0.08	0.06	0.00	0.98
30	35	Unión	2018	20	18.5	0.07	0.06	0.00	0.89
31	46	Unión	2018	20	18.5	0.07	0.06	0.00	0.89
32	27	Libertadores	2018	20	18.5	0.07	0.06	0.00	0.89
33	3	Jerpazsol	2018	27	25.0	0.09	0.08	0.00	1.20

5.2.11 Humedad relativa y Presión del aire en Ambato

HUMEDAD RELATIVA (%)- noviembre/2018			
	Mañana	Tarde	promedio
sábado 3	62	70	66
domingo 4	60	72	66
lunes 5	61	70	65.5
martes 6	62	77	69.5
miércoles 7	63	76	69.5
jueves 8	60	77	68.5
viernes 9	61	78	69.5
lunes 12	61	75	71
martes13	62	74	69.5
miercoles14	62	74	68
jueves 15	61	77	69
viernes 16	61	75	70
lunes 19	60	77	68.5
martes 20	61	74	69
miércoles 21	63	76	69.5
jueves 22	64	72	68
viernes 23	61	74	69
HUMEDAD RELATIVA			69

PRESION (hPa) -noviembre /2018			
	Mañana	Tarde	promedio
sábado 3	1024	1022	1,023.00
domingo 4	1023	1022	1,022.50
lunes 5	1022	1021	1,021.50
martes 6	1024	1021	1,022.50
miércoles 7	1024	1022	1,023.00
jueves 8	1024	1022	1,023.00
viernes 9	1023	1022	1,022.50
lunes 12	1023	1023	1,023.00
martes13	1024	1022	1,023.00
miercoles14	1024	1022	1,023.00
jueves 15	1022	1023	1,022.50
viernes 16	1023	1021	1,022.00
lunes 19	1022	1021	1,021.50
martes 20	1024	1022	1,023.00
miércoles 21	1022	1020	1,021.00
jueves 22	1021	1020	1,020.50
viernes 23	1025	1023	1,024.00
PRESION FINAL			1,022.44

5.2.12 Uso del programa DOLZHNOS para cálculo de la densidad

ρ	densidad del aire en kg / m ³
P	presión atmosférica en Pa
M_a	masa molar del aire seco 0,0289635 kg / mol (para aire con una fracción molar de CO ₂ $x_{CO_2}=0,0004$)
Z	factor de compresibilidad adimensional
R	constante molar de los gases 8,31451 JK/(mol)
T	temperatura termodinámica en K, $T = t + 273,15$ (t °C)
x_v	fracción molar de vapor de agua, adimensional
M_v	masa molar del vapor de agua, 0,0180154 kg/mol

Presión atmosférica:	1022.44	hPa	incertidumbre ±	0.1	hPa
Temperatura ambiente:	27.51	°C	incertidumbre ±	1.0	°C
Humedad relativa en:	69	%	incertidumbre ±	10	%
Densidad del aire:	1.1739	kg/m ³	incertidumbre ±	0.0042	kg/m ³

$$\rho = \frac{P \cdot M_a}{Z \cdot R \cdot T} \cdot \left[1 - x_v \cdot \left(1 - \frac{M_v}{M_a} \right) \right]$$

5.2.13 Factores de emisión EURO II

N° de unidad	Cooperativa	Año de Fab.	%CO ₂	kg CO ₂ (durante la medición)	kg CO ₂ (año)	FACTOR EMI. CO2 Kg/TJ	g NO (año)	g [N ₂ O] (año)	kg N ₂ O (año)	FACTOR EMI.N2O Kg/TJ	g/LSO (año)	kg SO ₂ (año)	FACTOR EMI. SO ₂ Kg/TJ	
14	Vía Flores	2015	2	0.000023	5.29E+04	4.25E+04	6.31E+01	1	46.25	0.0463	3.71E-02	1.26E+01	0.0126	1.01E-02
15	Vía Flores	2015	2.3	0.000027	6.08E+04	5.06E+04	9.72E+01	1	71.31	0.0713	5.94E-02	1.10E+01	0.0110	9.19E-03
19	Vía Flores	2015	2.7	0.000032	7.14E+04	5.35E+04	9.46E+01	1	69.38	0.0694	5.20E-02	1.05E+01	0.0105	7.88E-03
25	Vía Flores	2015	2.6	0.000031	6.88E+04	5.52E+04	1.20E+02	2	87.88	0.0879	7.05E-02	5.78E+00	0.0058	4.64E-03
14	Tungurahua	2015	1.5	0.000018	3.97E+04	4.46E+04	8.41E+01	1	61.67	0.0617	6.93E-02	8.41E+00	0.0084	9.45E-03
18	Tungurahua	2015	1.4	0.000016	3.70E+04	3.78E+04	7.57E+01	1	55.50	0.0555	5.67E-02	4.73E+00	0.0047	4.83E-03
27	Tungurahua	2015	2.5	0.000029	6.61E+04	7.43E+04	1.47E+02	2	107.54	0.1075	1.21E-01	8.41E+00	0.0084	9.45E-03
28	Tungurahua	2015	1.6	0.000019	4.23E+04	3.96E+04	9.67E+01	1	70.92	0.0709	6.64E-02	5.78E+00	0.0058	5.41E-03
29	Tungurahua	2015	1.9	0.000022	5.02E+04	5.65E+04	1.17E+02	2	85.95	0.0860	9.66E-02	8.41E+00	0.0084	9.45E-03
30	Tungurahua	2015	1.2	0.000014	3.17E+04	3.24E+04	6.57E+01	1	48.18	0.0482	4.92E-02	4.20E+00	0.0042	4.30E-03
26	Unión	2015	1	0.000012	2.64E+04	2.97E+04	5.89E+01	1	43.17	0.0432	4.85E-02	4.73E+00	0.0047	5.32E-03

44	Unión	2015	2.5		6.61E+04	8.25E+04	1.09E+0			9.96E-02	8.94E+00		1.12E-02
				0.000029			2	79.79	0.0798			0.0089	
25	Jerpazso	2015	2.7		7.14E+04	5.35E+04	1.37E+0			7.51E-02	1.10E+01		8.27E-03
	l			0.000032			2	100.21	0.1002			0.0110	
27	Jerpazso	2015	1.4		3.70E+04	2.77E+04	1.37E+0			7.51E-02	4.20E+00		3.15E-03
	l			0.000016			2	100.21	0.1002			0.0042	
28	Jerpazso	2015	1.2		3.17E+04	2.55E+04	1.27E+0			7.46E-02	4.73E+00		3.80E-03
	l			0.000014			2	92.89	0.0929			0.0047	
31	Jerpazso	2015	1.1		2.91E+04	2.25E+04	8.78E+0			4.99E-02	4.20E+00		3.26E-03
	l			0.000013			1	64.37	0.0644			0.0042	
1	Vía	2016	3.1		8.20E+04	6.82E+04	1.35E+0			8.25E-02	1.52E+01		1.27E-02
	Flores			0.000036			2	99.06	0.0991			0.0152	
4	Vía	2016	2.4		6.35E+04	5.28E+04	1.00E+0			6.13E-02	7.36E+00		6.13E-03
	Flores			0.000028			2	73.62	0.0736			0.0074	
5	Vía	2016	2.3		6.08E+04	4.88E+04	1.12E+0			6.59E-02	7.88E+00		6.33E-03
	Flores			0.000027			2	82.10	0.0821			0.0079	
7	Vía	2016	3		7.93E+04	5.94E+04	1.47E+0			8.09E-02	8.94E+00		6.69E-03
	Flores			0.000035			2	107.92	0.1079			0.0089	
10	Vía	2016	2.1		5.55E+04	4.62E+04	8.09E+0			4.94E-02	4.73E+00		3.94E-03
	Flores			0.000025			1	59.36	0.0594			0.0047	
22	Vía	2016	2		5.29E+04	4.75E+04	1.16E+0			7.66E-02	2.10E+00		1.89E-03
	Flores			0.000023			2	85.18	0.0852			0.0021	
28	Vía	2016	2.5		6.61E+04	5.31E+04	1.14E+0			6.68E-02	8.41E+00		6.75E-03
	Flores			0.000029			2	83.26	0.0833			0.0084	
32	Vía	2016	2.7		7.14E+04	5.94E+04	1.40E+0			8.53E-02	7.88E+00		6.56E-03
	Flores			0.000032			2	102.53	0.1025			0.0079	
33	Vía	2016	2.6		6.88E+04	5.52E+04	1.24E+0			7.27E-02	9.46E+00		7.59E-03
	Flores			0.000031			2	90.58	0.0906			0.0095	
45	Vía	2016	2		5.29E+04	4.25E+04	9.93E+0			5.85E-02	2.10E+00		1.69E-03
	Flores			0.000023			1	72.85	0.0728			0.0021	

47	Vía Flores	2016	2.7	0.000032	7.14E+04	5.53E+04	1.12E+0	2	82.10	0.0821	6.36E-02	1.26E+01	0.0126	9.78E-03
49	Vía Flores	2016	3	0.000035	7.93E+04	5.94E+04	1.18E+0	2	86.34	0.0863	6.47E-02	7.88E+00	0.0079	5.91E-03
3	Tungura hua	2016	1	0.000012	2.64E+04	2.70E+04	7.31E+0	1	53.58	0.0536	5.47E-02	5.78E+00	0.0058	5.91E-03
25	Tungura hua	2016	1	0.000012	2.64E+04	2.58E+04	7.88E+0	1	57.82	0.0578	5.65E-02	3.68E+00	0.0037	3.60E-03
31	Tungura hua	2016	1	0.000012	2.64E+04	2.38E+04	5.31E+0	1	38.93	0.0389	3.50E-02	1.58E+00	0.0016	1.42E-03
33	Tungura hua	2016	0.9	0.000011	2.38E+04	2.33E+04	6.15E+0	1	45.10	0.0451	4.41E-02	3.15E+00	0.0032	3.08E-03
52	Tungura hua	2016	1.1	0.000013	2.91E+04	2.72E+04	7.67E+0	1	56.27	0.0563	5.27E-02	3.15E+00	0.0032	2.95E-03
64	Tungura hua	2016	1.2	0.000014	3.17E+04	3.57E+04	6.57E+0	1	48.18	0.0482	5.41E-02	6.31E+00	0.0063	7.09E-03
74	Tungura hua	2016	2.4	0.000028	6.35E+04	7.13E+04	1.18E+0	2	86.34	0.0863	9.70E-02	6.83E+00	0.0068	7.68E-03
92	Tungura hua	2016	1	0.000012	2.64E+04	2.70E+04	6.62E+0	1	48.57	0.0486	4.96E-02	5.78E+00	0.0058	5.91E-03
108	Tungura hua	2016	0.9	0.000011	2.38E+04	2.67E+04	4.89E+0	1	35.85	0.0358	4.03E-02	4.73E+00	0.0047	5.32E-03
110	Tungura hua	2016	1.1	0.000013	2.91E+04	2.97E+04	7.62E+0	1	55.89	0.0559	5.71E-02	5.78E+00	0.0058	5.91E-03
121	Tungura hua	2016	1.6	0.000019	4.23E+04	4.75E+04	8.25E+0	1	60.51	0.0605	6.80E-02	4.73E+00	0.0047	5.32E-03
125	Tungura hua	2016	2.2	0.000026	5.82E+04	5.94E+04	1.60E+0	2	117.56	0.1176	1.20E-01	7.36E+00	0.0074	7.52E-03
132	Tungura hua	2016	1.2	0.000014	3.17E+04	3.24E+04	7.67E+0	1	56.27	0.0563	5.75E-02	3.68E+00	0.0037	3.76E-03

2	Unión	2016	3.3		8.73E+04	7.85E+04	1.43E+0			9.43E-02	1.52E+01		1.37E-02
				0.000039			2	104.84	0.1048			0.0152	
4	Unión	2016	1.1		2.91E+04	3.27E+04	5.15E+0			4.24E-02	3.68E+00		4.13E-03
				0.000013			1	37.77	0.0378			0.0037	
12	Unión	2016	0.9		2.38E+04	2.82E+04	4.36E+0			3.78E-02	4.20E+00		4.97E-03
				0.000011			1	31.99	0.0320			0.0042	
15	Unión	2016	2.2		5.82E+04	6.54E+04	9.57E+0			7.88E-02	1.26E+01		1.42E-02
				0.000026			1	70.15	0.0702			0.0126	
17	Unión	2016	1.3		3.44E+04	3.09E+04	8.99E+0			5.93E-02	5.78E+00		5.20E-03
				0.000015			1	65.91	0.0659			0.0058	
19	Unión	2016	2.5		6.61E+04	6.75E+04	1.11E+0			8.35E-02	9.99E+00		1.02E-02
				0.000029			2	81.71	0.0817			0.0100	
32	Unión	2016	1		2.64E+04	3.13E+04	5.78E+0			5.02E-02	3.15E+00		3.73E-03
				0.000012			1	42.40	0.0424			0.0032	
34	Unión	2016	1.7		4.50E+04	5.05E+04	9.30E+0			7.67E-02	5.78E+00		6.50E-03
				0.000020			1	68.22	0.0682			0.0058	
37	Unión	2016	1.5		3.97E+04	5.57E+04	8.04E+0			8.28E-02	5.78E+00		8.12E-03
				0.000018			1	58.97	0.0590			0.0058	
40	Unión	2016	2.1		5.55E+04	5.20E+04	8.94E+0			6.14E-02	5.26E+00		4.92E-03
				0.000025			1	65.52	0.0655			0.0053	
45	Unión	2016	0.9		2.38E+04	2.43E+04	5.10E+0			3.82E-02	2.63E+00		2.68E-03
				0.000011			1	37.39	0.0374			0.0026	
56	Unión	2016	1.1		2.91E+04	3.27E+04	5.20E+0			4.29E-02	5.78E+00		6.50E-03
				0.000013			1	38.16	0.0382			0.0058	
63	Unión	2016	1.8		4.76E+04	4.86E+04	8.57E+0			6.42E-02	6.83E+00		6.98E-03
				0.000021			1	62.83	0.0628			0.0068	
64	Unión	2016	0.9		2.38E+04	2.97E+04	5.57E+0			5.10E-02	3.15E+00		3.94E-03
				0.000011			1	40.86	0.0409			0.0032	
73	Unión	2016	2.2		5.82E+04	5.23E+04	1.25E+0			8.25E-02	3.68E+00		3.31E-03
				0.000026			2	91.73	0.0917			0.0037	

74	Unión	2016	1.1		2.91E+04	3.27E+04	6.89E+0			5.67E-02	5.26E+00	5.91E-03
				0.000013			1	50.49	0.0505		0.0053	
81	Unión	2016	1		2.64E+04	2.97E+04	6.04E+0			4.98E-02	3.68E+00	4.13E-03
				0.000012			1	44.33	0.0443		0.0037	
85	Unión	2016	1.3		3.44E+04	3.51E+04	7.57E+0			5.67E-02	4.73E+00	4.83E-03
				0.000015			1	55.50	0.0555		0.0047	
91	Unión	2016	1.3		3.44E+04	3.68E+04	7.31E+0			5.73E-02	5.78E+00	6.19E-03
				0.000015			1	53.58	0.0536		0.0058	
95	Unión	2016	1.1		2.91E+04	3.85E+04	5.99E+0			5.81E-02	4.20E+00	5.56E-03
				0.000013			1	43.94	0.0439		0.0042	
96	Unión	2016	2.7		7.14E+04	7.64E+04	1.26E+0			9.86E-02	8.41E+00	9.00E-03
				0.000032			2	92.12	0.0921		0.0084	
5	Libertad ores	2016	1		2.64E+04	2.70E+04	6.62E+0			4.96E-02	5.78E+00	5.91E-03
				0.000012			1	48.57	0.0486		0.0058	
7	Libertad ores	2016	1.7		4.50E+04	5.05E+04	9.15E+0			7.54E-02	6.83E+00	7.68E-03
				0.000020			1	67.07	0.0671		0.0068	
8	Libertad ores	2016	1.2		3.17E+04	3.40E+04	7.20E+0			5.65E-02	6.83E+00	7.31E-03
				0.000014			1	52.81	0.0528		0.0068	
14	Libertad ores	2016	1.1		2.91E+04	2.84E+04	1.13E+0			8.10E-02	5.78E+00	5.65E-03
				0.000013			2	82.87	0.0829		0.0058	
17	Libertad ores	2016	1.1		2.91E+04	3.27E+04	6.46E+0			5.33E-02	5.26E+00	5.91E-03
				0.000013			1	47.41	0.0474		0.0053	
33	Libertad ores	2016	1.8		4.76E+04	5.94E+04	1.09E+0			1.00E-01	4.20E+00	5.25E-03
				0.000021			2	80.17	0.0802		0.0042	
37	Libertad ores	2016	1.1		2.91E+04	2.97E+04	6.73E+0			5.04E-02	5.26E+00	5.37E-03
				0.000013			1	49.34	0.0493		0.0053	
38	Libertad ores	2016	1.3		3.44E+04	4.29E+04	8.88E+0			8.13E-02	5.26E+00	6.56E-03
				0.000015			1	65.14	0.0651		0.0053	
41	Libertad ores	2016	1.2		3.17E+04	3.40E+04	7.31E+0			5.73E-02	6.31E+00	6.75E-03
				0.000014			1	53.58	0.0536		0.0063	

49	Libertad ores	2016	0.1	0.000001	2.64E+03	2.38E+03	7.31E+0	1	53.58	0.0536	4.82E-02	6.83E+00	0.0068	6.14E-03
64	Libertad ores	2016	1.2	0.000014	3.17E+04	3.57E+04	8.67E+0	1	63.60	0.0636	7.15E-02	6.31E+00	0.0063	7.09E-03
14	Jerpazso l	2016	2.5	0.000029	6.61E+04	5.12E+04	1.17E+0	2	85.57	0.0856	6.63E-02	8.94E+00	0.0089	6.93E-03
15	Jerpazso l	2016	2.5	0.000029	6.61E+04	5.12E+04	1.34E+0	2	98.29	0.0983	7.62E-02	9.46E+00	0.0095	7.33E-03
16	Jerpazso l	2016	1.1	0.000013	2.91E+04	2.18E+04	7.57E+0	1	55.50	0.0555	4.16E-02	5.78E+00	0.0058	4.33E-03
41	Jerpazso l	2016	2.9	0.000034	7.67E+04	5.75E+04	1.14E+0	2	83.26	0.0833	6.24E-02	1.73E+01	0.0173	1.30E-02
44	Jerpazso l	2016	2.4	0.000028	6.35E+04	6.20E+04	1.50E+0	2	109.85	0.1099	1.07E-01	6.83E+00	0.0068	6.68E-03
45	Jerpazso l	2016	0.9	0.000011	2.38E+04	1.78E+04	5.57E+0	1	40.86	0.0409	3.06E-02	3.68E+00	0.0037	2.76E-03
46	Jerpazso l	2016	1.1	0.000013	2.91E+04	2.18E+04	1.05E+0	2	76.70	0.0767	5.75E-02	4.20E+00	0.0042	3.15E-03
47	Jerpazso l	2016	1.2	0.000014	3.17E+04	2.55E+04	8.62E+0	1	63.21	0.0632	5.07E-02	5.26E+00	0.0053	4.22E-03
52	Jerpazso l	2016	1.5	0.000018	3.97E+04	2.97E+04	1.21E+0	2	88.65	0.0887	6.64E-02	8.41E+00	0.0084	6.30E-03
53	Jerpazso l	2016	1.5	0.000018	3.97E+04	3.07E+04	6.94E+0	1	50.88	0.0509	3.94E-02	6.31E+00	0.0063	4.89E-03
54	Jerpazso l	2016	0.9	0.000011	2.38E+04	1.78E+04	6.68E+0	1	48.95	0.0490	3.67E-02	5.78E+00	0.0058	4.33E-03
	PROMEDIO		1.6773		44354.777	4.20E+04	9.21E+0	6.76E+0	6.76E-02		6.43E-02			
			8	0.000020	8		1	1				6.5137	0.0065	0.0062

5.2.14 Factor de emisión EURO III

N° de unidad	Cooperativa	Año de Fabri.	%CO ₂	kg CO ₂ (durante la medición)	kg CO ₂ (año)	FACTOR EMI. CO2 Kg/TJ	g NO (año)	g [N ₂ O] (año)	kg N ₂ O (año)	FACTOR EMI. N2O Kg/TJ	g/LSO ₂ (año)	kg SO ₂ (año)	FACTOR EMI. SO ₂ Kg/TJ
24	Tungurahua	2017	2.1	0.000025	5.55E+04	6.24E+04	9.99E+01	7.32E+01	7.32E-02	8.23E-02	5.26E+00	0.0053	4.22E-03
48	Tungurahua	2017	1.5	0.000018	3.97E+04	4.46E+04	9.83E+01	7.21E+01	7.21E-02	8.10E-02	8.94E+00	0.0089	7.44E-03
50	Tungurahua	2017	2.6	0.000031	6.88E+04	7.73E+04	1.14E+02	8.33E+01	8.33E-02	9.36E-02	9.46E+00	0.0095	7.09E-03
75	Tungurahua	2017	1.2	0.000014	3.17E+04	3.40E+04	7.83E+01	5.74E+01	5.74E-02	6.15E-02	4.73E+00	0.0047	3.80E-03
82	Tungurahua	2017	2.3	0.000027	6.08E+04	6.51E+04	1.38E+02	1.01E+02	1.01E-01	1.08E-01	8.94E+00	0.0089	1.00E-02
84	Tungurahua	2017	1.2	0.000014	3.17E+04	2.85E+04	7.52E+01	5.51E+01	5.51E-02	4.96E-02	5.26E+00	0.0053	5.37E-03
106	Tungurahua	2017	2.1	0.000025	5.55E+04	5.67E+04	1.10E+02	8.09E+01	8.09E-02	8.27E-02	6.31E+00	0.0063	7.09E-03
136	Tungurahua	2017	1.7	0.000020	4.50E+04	4.39E+04	1.14E+02	8.36E+01	8.36E-02	8.17E-02	5.26E+00	0.0053	4.92E-03
143	Tungurahua	2017	2.1	0.000025	5.55E+04	5.67E+04	1.24E+02	9.06E+01	9.06E-02	9.25E-02	6.83E+00	0.0068	7.68E-03
3	Unión	2017	1.3	0.000015	3.44E+04	4.54E+04	7.83E+01	5.74E+01	5.74E-02	7.59E-02	4.73E+00	0.0047	4.83E-03
6	Unión	2017	1.2	0.000014	3.17E+04	2.97E+04	6.94E+01	5.09E+01	5.09E-02	4.76E-02	6.83E+00	0.0068	7.68E-03
59	Unión	2017	1.9	0.000022	5.02E+04	4.52E+04	1.06E+02	7.79E+01	7.79E-02	7.00E-02	6.31E+00	0.0063	7.88E-03

97	Unión	2017	1.1	0.000013	2.91E+04	3.27E+04	7.88E+0	5.78E+0	5.78E-	6.50E-02	5.78E+0	0.0058	4.33E-
							1	1	02		0		03
1	Libertadores	2017	1.2	0.000014	3.17E+04	3.40E+04	1.01E+0	7.40E+0	7.40E-	7.92E-02	4.20E+0	0.0042	3.15E-
							2	1	02		0		03
18	Libertadores	2017	1	0.000012	2.64E+04	2.97E+04	4.84E+0	3.55E+0	3.55E-	3.99E-02	9.46E+0	0.0095	7.59E-
							1	1	02		0		03
25	Libertadores	2017	1.4	0.000016	3.70E+04	4.16E+04	8.25E+0	6.05E+0	6.05E-	6.80E-02	6.83E+0	0.0068	5.30E-
							1	1	02		0		03
29	Libertadores	2017	0.8	0.000009	2.12E+04	2.16E+04	6.73E+0	4.93E+0	4.93E-	5.04E-02	5.78E+0	0.0058	4.81E-
							1	1	02		0		03
30	Libertadores	2017	1.2	0.000014	3.17E+04	2.85E+04	7.10E+0	5.20E+0	5.20E-	4.68E-02	6.83E+0	0.0068	5.69E-
							1	1	02		0		03
2	Jerpazol	2017	0.9	0.000011	2.38E+04	1.84E+04	5.10E+0	3.74E+0	3.74E-	2.90E-02	7.88E+0	0.0079	6.33E-
							1	1	02		0		03
11	Jerpazol	2017	1.2	0.000014	3.17E+04	2.64E+04	8.46E+0	6.21E+0	6.21E-	5.17E-02	6.31E+0	0.0063	4.73E-
							1	1	02		0		03
6	Vía Flores	2018	2	0.000023	5.29E+04	3.96E+04	9.46E+0	6.94E+0	6.94E-	5.20E-02	9.46E+0	0.0095	7.88E-
							1	1	02		0		03
11	Vía Flores	2018	2.4	0.000028	6.35E+04	4.92E+04	1.09E+0	7.98E+0	7.98E-	6.18E-02	6.83E+0	0.0068	6.14E-
							2	1	02		0		03
18	Vía Flores	2018	2.8	0.000033	7.40E+04	6.40E+04	1.53E+0	1.12E+0	1.12E-	9.70E-02	8.94E+0	0.0089	7.17E-
							2	2	01		0		03
26	Vía Flores	2018	2.5	0.000029	6.61E+04	5.50E+04	1.06E+0	7.75E+0	7.75E-	6.45E-02	1.10E+0	0.0110	9.19E-
							2	1	02		1		03
47	Tungurahua	2018	2.3	0.000027	6.08E+04	6.83E+04	1.03E+0	7.55E+0	7.55E-	8.49E-02	9.46E+0	0.0095	7.59E-
							2	1	02		0		03
53	Tungurahua	2018	1.4	0.000016	3.70E+04	4.16E+04	8.30E+0	6.09E+0	6.09E-	6.84E-02	7.36E+0	0.0074	5.91E-
							1	1	02		0		03
109	Tungurahua	2018	1.2	0.000014	3.17E+04	3.10E+04	7.36E+0	5.40E+0	5.40E-	5.27E-02	6.83E+0	0.0068	5.30E-
							1	1	02		0		03

122	Tungurahua	2018	1.3	0.000015	3.44E+04	3.86E+04	7.46E+0	5.47E+0	5.47E-02	6.15E-02	7.36E+0	0.0074	5.51E-03
9	Unión	2018	1.3	0.000015	3.44E+04	3.51E+04	6.46E+0	4.74E+0	4.74E-02	4.84E-02	6.83E+0	0.0068	6.98E-03
35	Unión	2018	1.4	0.000016	3.70E+04	4.16E+04	7.20E+0	5.28E+0	5.28E-02	5.93E-02	7.88E+0	0.0079	7.70E-03
46	Unión	2018	1.7	0.000020	4.50E+04	5.05E+04	8.88E+0	6.51E+0	6.51E-02	7.32E-02	6.31E+0	0.0063	5.67E-03
27	Libertadores	2018	0.5	0.000006	1.32E+04	1.49E+04	8.78E+0	6.44E+0	6.44E-02	7.23E-02	7.88E+0	0.0079	7.70E-03
3	Jerpazol	2018	1.3	0.000015	3.44E+04	2.86E+04	8.04E+0	5.90E+0	5.90E-02	4.91E-02	7.36E+0	0.0074	6.89E-03
	PROMEDIO		1.578		41747.693	4.18E+04	90.2757	66.2022	0.06620	6.67E-02	7.14E+0		6.35E-03
			8	0.000019	3		82	4	224			0.00714	03

5.2.15 Toneladas de CO₂ equivalente / HUELLA DE CARBONO EURO II

Número de buses	N° de unidad	Cooperativa	Año de Fabri.	Dato de emisión CO ₂	Dato de emisión N ₂ O	Dato de emisión CH ₄	Σ(CO ₂ +N ₂ O+CH ₄)
1	14	Vía Flores	2015	52.9	1.23E-02	0.136	53.0
2	15	Vía Flores	2015	60.8	1.89E-02	0.131	61.0
3	19	Vía Flores	2015	71.4	1.84E-02	0.146	71.6
4	25	Vía Flores	2015	68.8	2.33E-02	0.136	68.9
5	14	Tungurahua	2015	39.7	1.63E-02	0.097	39.8
6	18	Tungurahua	2015	37.0	1.47E-02	0.107	37.1
7	27	Tungurahua	2015	66.1	2.85E-02	0.097	66.2
8	28	Tungurahua	2015	42.3	1.88E-02	0.117	42.4
9	29	Tungurahua	2015	50.2	2.28E-02	0.097	50.4
10	30	Tungurahua	2015	31.7	1.28E-02	0.107	31.9
11	26	Unión	2015	26.4	1.14E-02	0.097	26.6
12	44	Unión	2015	66.1	2.11E-02	0.087	66.2
13	25	Jerpazsol	2015	71.4	2.66E-02	0.146	71.6
14	27	Jerpazsol	2015	37.0	2.66E-02	0.146	37.2
15	28	Jerpazsol	2015	31.7	2.46E-02	0.136	31.9
16	31	Jerpazsol	2015	29.1	1.71E-02	0.141	29.2
17	1	Vía Flores	2016	82.0	2.63E-02	0.131	82.1
18	4	Vía Flores	2016	63.5	1.95E-02	0.131	63.6
19	5	Vía Flores	2016	60.8	2.18E-02	0.136	61.0
20	7	Vía Flores	2016	79.3	2.86E-02	0.146	79.5
21	10	Vía Flores	2016	55.5	1.57E-02	0.131	55.7
22	22	Vía Flores	2016	52.9	2.26E-02	0.121	53.0

23	28	Vía Flores	2016	66.1	2.21E-02	0.136	66.3
24	32	Vía Flores	2016	71.4	2.72E-02	0.131	71.6
25	33	Vía Flores	2016	68.8	2.40E-02	0.136	68.9
26	45	Vía Flores	2016	52.9	1.93E-02	0.136	53.0
27	47	Vía Flores	2016	71.4	2.18E-02	0.141	71.6
28	49	Vía Flores	2016	79.3	2.29E-02	0.146	79.5
29	3	Tungurahua	2016	26.4	1.42E-02	0.107	26.6
30	25	Tungurahua	2016	26.4	1.53E-02	0.112	26.6
31	31	Tungurahua	2016	26.4	1.03E-02	0.121	26.6
32	33	Tungurahua	2016	23.8	1.20E-02	0.112	23.9
33	52	Tungurahua	2016	29.1	1.49E-02	0.117	29.2
34	64	Tungurahua	2016	31.7	1.28E-02	0.097	31.8
35	74	Tungurahua	2016	63.5	2.29E-02	0.097	63.6
36	92	Tungurahua	2016	26.4	1.29E-02	0.107	26.6
37	108	Tungurahua	2016	23.8	9.50E-03	0.097	23.9
38	110	Tungurahua	2016	29.1	1.48E-02	0.107	29.2
39	121	Tungurahua	2016	42.3	1.60E-02	0.097	42.4
40	125	Tungurahua	2016	58.2	3.12E-02	0.107	58.3
41	132	Tungurahua	2016	31.7	1.49E-02	0.107	31.9
42	2	Unión	2016	87.3	2.78E-02	0.121	87.4
43	4	Unión	2016	29.1	1.00E-02	0.097	29.2
44	12	Unión	2016	23.8	8.48E-03	0.092	23.9
45	15	Unión	2016	58.2	1.86E-02	0.097	58.3
46	17	Unión	2016	34.4	1.75E-02	0.121	34.5
47	19	Unión	2016	66.1	2.17E-02	0.107	66.2
48	32	Unión	2016	26.4	1.12E-02	0.092	26.5
49	34	Unión	2016	45.0	1.81E-02	0.097	45.1

50	37	Unión	2016	39.7	1.56E-02	0.078	39.8
51	40	Unión	2016	55.5	1.74E-02	0.117	55.7
52	45	Unión	2016	23.8	9.91E-03	0.107	23.9
53	56	Unión	2016	29.1	1.01E-02	0.097	29.2
54	63	Unión	2016	47.6	1.66E-02	0.107	47.7
55	64	Unión	2016	23.8	1.08E-02	0.087	23.9
56	73	Unión	2016	58.2	2.43E-02	0.121	58.3
57	74	Unión	2016	29.1	1.34E-02	0.097	29.2
58	81	Unión	2016	26.4	1.17E-02	0.097	26.6
59	85	Unión	2016	34.4	1.47E-02	0.107	34.5
60	91	Unión	2016	34.4	1.42E-02	0.102	34.5
61	95	Unión	2016	29.1	1.16E-02	0.083	29.2
62	96	Unión	2016	71.4	2.44E-02	0.102	71.5
63	5	Libertadores	2016	26.4	1.29E-02	0.107	26.6
64	7	Libertadores	2016	45.0	1.78E-02	0.097	45.1
65	8	Libertadores	2016	31.7	1.40E-02	0.102	31.8
66	14	Libertadores	2016	29.1	2.20E-02	0.112	29.2
67	17	Libertadores	2016	29.1	1.26E-02	0.097	29.2
68	33	Libertadores	2016	47.6	2.12E-02	0.087	47.7
69	37	Libertadores	2016	29.1	1.31E-02	0.107	29.2
70	38	Libertadores	2016	34.4	1.73E-02	0.087	34.5
71	41	Libertadores	2016	31.7	1.42E-02	0.102	31.8
72	49	Libertadores	2016	2.6	1.42E-02	0.121	2.8
73	64	Libertadores	2016	31.7	1.69E-02	0.097	31.8
74	14	Jerpazsol	2016	66.1	2.27E-02	0.141	66.3
75	15	Jerpazsol	2016	66.1	2.60E-02	0.141	66.3
76	16	Jerpazsol	2016	29.1	1.47E-02	0.146	29.2

77	41	Jerpazsol	2016	76.7	2.21E-02	0.146	76.9
78	44	Jerpazsol	2016	63.5	2.91E-02	0.112	63.6
79	45	Jerpazsol	2016	23.8	1.08E-02	0.146	24.0
80	46	Jerpazsol	2016	29.1	2.03E-02	0.146	29.3
81	47	Jerpazsol	2016	31.7	1.68E-02	0.136	31.9
82	52	Jerpazsol	2016	39.7	2.35E-02	0.146	39.8
83	53	Jerpazsol	2016	39.7	1.35E-02	0.141	39.8
84	54	Jerpazsol	2016	23.8	1.30E-02	0.146	24.0
		PROMEDIO		HUELLA DE CARBONO EURO III			44.5
				HUELLA DE CARBONO EURO II (población ,281 Buses)			12501.2

5.2.16 Toneladas de CO₂ equivalente / HUELLA DE CARBONO EURO III

Número de buses	N° de unidad	Cooperativa	Año de Fabri.	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	Σ(CO ₂ +N ₂ O+CH ₄)
1	24	Tungurahua	2017	55.5	1.94E-02	0.10	55.6
2	48	Tungurahua	2017	39.7	1.91E-02	0.10	39.8
3	50	Tungurahua	2017	68.8	2.21E-02	0.10	68.9
4	75	Tungurahua	2017	31.7	1.52E-02	0.10	31.8
5	82	Tungurahua	2017	60.8	2.68E-02	0.10	60.9
6	84	Tungurahua	2017	31.7	1.46E-02	0.12	31.9
7	106	Tungurahua	2017	55.5	2.14E-02	0.11	55.7
8	136	Tungurahua	2017	45.0	2.22E-02	0.11	45.1
9	143	Tungurahua	2017	55.5	2.40E-02	0.11	55.7
10	3	Unión	2017	34.4	1.52E-02	0.08	34.5
11	6	Unión	2017	31.7	1.35E-02	0.12	31.9
12	59	Unión	2017	50.2	2.06E-02	0.12	50.4
13	97	Unión	2017	29.1	1.53E-02	0.10	29.2
14	1	Libertadores	2017	31.7	1.96E-02	0.10	31.9
15	18	Libertadores	2017	26.4	9.40E-03	0.10	26.5
16	25	Libertadores	2017	37.0	1.60E-02	0.10	37.1
17	29	Libertadores	2017	21.2	1.31E-02	0.11	21.3
18	30	Libertadores	2017	31.7	1.38E-02	0.12	31.9
19	2	Jerpazsol	2017	23.8	9.91E-03	0.14	23.9
20	11	Jerpazsol	2017	31.7	1.64E-02	0.13	31.9
21	6	Vía Flores	2018	52.9	1.84E-02	0.15	53.0
22	11	Vía Flores	2018	63.5	2.11E-02	0.14	63.6

23	18	Vía Flores	2018	74.0	2.97E-02	0.13	74.2
24	26	Vía Flores	2018	66.1	2.05E-02	0.13	66.3
25	47	Tungurahua	2018	60.8	2.00E-02	0.10	60.9
26	53	Tungurahua	2018	37.0	1.61E-02	0.10	37.1
27	109	Tungurahua	2018	31.7	1.43E-02	0.11	31.9
28	122	Tungurahua	2018	34.4	1.45E-02	0.10	34.5
29	9	Unión	2018	34.4	1.26E-02	0.11	34.5
30	35	Unión	2018	37.0	1.40E-02	0.10	37.1
31	46	Unión	2018	45.0	1.73E-02	0.10	45.1
32	27	Libertadores	2018	13.2	1.71E-02	0.10	13.3
33	3	Jerpazsol	2018	34.4	1.56E-02	0.13	34.5
PROMEDIO HUELLA DE CARBONO EURO III							41.9
HUELLA DE CARBONO EURO III (población ,111 Buses)							
						4,648.17	