



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL



FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

MODELO MATEMÁTICO PARA DETERMINAR EL IMPUESTO VERDE DE LOS VEHÍCULOS A TRAVÉS DEL CONSUMO ESPECÍFICO DE COMBUSTIBLE

PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGÍSTER EN SISTEMAS AUTOMOTRICES

EDWIN FERNANDO DÍAZ POMA

ingferdiaz2012@hotmail.com

MILTON GEOVANNY ENCALADA TENESACA

milton_g87@hotmail.com

DIRECTOR: ING. ÁNGEL PORTILLA AGUILAR, Mgs.

angel.portilla@epn.edu.ec

Quito, mayo 2017

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por los señores EDWIN FERNANDO DÍAZ POMA y MILTON GEOVANNY ENCALADA TENESACA, bajo mi supervisión.

Ing. Ángel Portilla, Mgs.

DIRECTOR DE PROYECTO

DECLARACIÓN

Nosotros, Edwin Fernando Díaz Poma y Milton Geovanny Encalada Tenesaca, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Edwin Fernando Díaz Poma.

Milton Geovanny Encalada Tenesaca.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto a Dios y a virgen del Cisne, quienes han sido los que me han dado fortaleza y sabiduría para seguir adelante en los momentos más difíciles y alegres de mi vida y de mis estudios.

A mis padres Galo Díaz y Ernestina Poma, porque creyeron en mí en todo momento y me guiaron en este mundo del saber, dedico también a mis hermanas Lorena, María y Estefanny por animarme en mis estudios con el deseo de superación y anhelo de triunfo en la vida. Dedico también a Sonia quien es un pilar importante en mi vida desde que está a mi lado,

Dedico a todas las personas que de una u otra manera me apoyaron, me guiaron en el desempeño de mi proyecto ya que de una u otra manera esta investigación servirá a la sociedad.

Edwin Díaz P.

DEDICATORIA

Esta tesis le dedico a mi adorada esposa Janeth Duy quién me brindó su apoyo incondicional, su cariño y comprensión para terminar mis estudios de postgrado

A mis padres Matilde y Luis quienes fueron un pilar fundamental en mi vida y me enseñaron que no se debe dejar de luchar para alcanzar los objetivos que se plantean en la vida.

Milton Encalada T.

AGRADECIMIENTO

Al finalizar un trabajo tan arduo y lleno de dificultades como el desarrollo de una tesis de maestría es inevitable ser justos y consecuentes expresando nuestro agradecimiento.

A Dios por habernos guiado por el camino del bien con sabiduría e inteligencia para culminar una etapa más en nuestra vida profesional.

Al Ing. Ángel Portilla, en calidad de director por su brillante colaboración y orientación quien hizo posible la culminación de nuestro trabajo de titulación

Y por supuesto, el agradecimiento más profundo y sincero a nuestros padres por su apoyo y colaboración a lo largo de este periodo quienes nos motivaron para alcanzar el objetivo trazado en busca de ser mejores profesionales y útiles para la patria

Los autores

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
Pregunta de Investigación	2
Objetivo general	2
Objetivos específicos.....	2
Hipótesis o Alcance	3
1. MARCO TEÓRICO.....	4
1.1. La contaminación ambiental	4
1.2. Fuentes de contaminación.....	5
1.3. Tipos de contaminantes	5
1.3.1. Contaminantes criterio.....	6
1.3.2. Gases de efecto invernadero (GEI).....	7
1.4. Efectos de la contaminación ambiental.....	9
1.4.1. Efecto invernadero	9
1.4.2. El calentamiento global	10
1.4.3. El cambio climático.....	12
1.5. Compromisos a la contaminación ambiental.....	13
1.6. Medidas de mitigación a la contaminación ambiental	14
1.7. Políticas ambientales.....	15
1.8. Impuestos ambientales.....	15
1.8.1. Impuestos ambientales a nivel mundial	17
1.8.2. Política ambiental en Ecuador	19
2. MODELOS AMBIENTALES VEHICULARES A NIVEL MUNDIAL	22
2.1.2. Bélgica	25
2.1.3. Chile	26
2.1.4. España	28
2.1.5. Finlandia.....	30
2.1.6. Francia	31
2.1.7. Holanda (países bajos).....	32
2.1.8. Luxemburgo	34
2.1.9. Portugal.....	36
2.1.10. Rumania.....	38
2.1.11. Suecia	43
2.1.12. Ecuador.....	45

2.2.	Cálculo de modelos ambientales a nivel mundial	49
3.	PLANTEAMIENTO DEL MODELO MATEMÁTICO.....	56
3.1.	Antecedentes del modelo matemático.....	56
3.2.	Definiciones.....	57
3.3.	Características del modelo matemático.....	59
3.4.	Planteamiento teórico de la fórmula matemática	61
3.4.1.	Factor de emisión (FEj):	62
3.4.2.	Consumo real de combustible (CR):.....	63
3.4.3.	Costo de tCO ₂ (T).....	64
3.4.4.	Factor de ajuste (FAi):	65
3.5.	Límite permisible de consumo de combustible (Lp).....	67
3.5.1.	Consumo de combustible de diversos sectores del Ecuador	70
3.5.2.	Selección del límite permisible.	76
3.6.	Síntesis del modelo matemático.....	79
4.	VALIDACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO IVCCV	81
4.1.	Aplicación de la fórmula	81
4.2.	Análisis y comparación de resultados.....	83
4.2.1.	Análisis del modelo matemático IACV.....	83
4.2.2.	Análisis comparativo del modelo matemático IVCCV con el IACV.....	85
4.2.3.	Análisis de sensibilidad del modelo IVCCV	89
4.2.4.	Análisis comparativo del Modelo IVCCV con diversos modelos matemáticos ambientales.....	91
4.3.	Ejemplos del modelo matemático IVCCV	92
4.4.	Proceso para el registro de combustible.....	93
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	96
5.1.	Conclusiones.....	96
5.2.	Recomendaciones.....	97
	Referencias bibliográficas.....	98
	Anexos	i

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1. Impuestos ambientales a nivel mundial por contaminación vehicular.	18
Tabla 1. 2. Impuesto ambiental en Ecuador.....	21
Tabla 2. 1. Escala del impuesto según emisiones de CO ₂	29
Tabla 2. 2. Tasa del impuesto según potencia fiscal.....	32
Tabla 2. 3. Impuesto por gramo de CO ₂ en Holanda.....	33
Tabla 2. 4. Factor exponencial de las emisiones de CO ₂	35
Tabla 2. 5. Impuesto vehicular según cilindrada	36
Tabla 2. 6. Impuesto vehicular generado por gasolina	37
Tabla 2. 7. Impuesto vehicular generado por diésel.....	37
Tabla 2. 8. Clasificación de los vehículos.....	39
Tabla 2. 9. Emisiones de CO ₂ para vehículos a gasolina con Norma Euro 5 y 6.....	39
Tabla 2. 10. Emisiones de CO ₂ para vehículos a gasolina Euro 4.....	40
Tabla 2. 11. Emisiones de CO ₂ para vehículos a gasolina Euro 3.....	40
Tabla 2. 12. Emisiones de CO ₂ para vehículos diésel Euro 4	41
Tabla 2. 13. Emisiones de CO ₂ para vehículos diésel Euro 3	41
Tabla 2. 14. Porcentaje de reducción.....	42
Tabla 2. 15. Cilindrada vs tasa de vehículos diésel y gasolina según normas Euro	42
Tabla 2. 16. Tasa según norma Euro para tipos de vehículos N1, N2, N3, M2, M3.	43
Tabla 2. 17. Equivalencia del impuesto según peso del vehículo.....	44
Tabla 2. 18. Tabla para la tarifa según cilindrada.....	46
Tabla 2. 19. Factor de ajuste progresivo con la antigüedad del vehículo	46
Tabla 2. 20. Especificaciones generales de los vehículos de Ecuador.....	50
Tabla 2. 21. Precios de comercialización de vehículos	50
Tabla 2. 22. Análisis comparativo de impuestos mundiales anuales y únicos	52
Tabla 3. 1. Factores de emisión de los combustibles	63
Tabla 3. 2. Ejemplo de digitación de la placa según la AMT	70
Tabla 3. 3. Tipos de vehículos utilizados por los estratos sociales.....	72
Tabla 3. 4. Consumo de combustible anual de los Estratos Sociales del Ecuador.....	72
Tabla 3. 5. Consumo de combustible vehicular de las regiones del Ecuador	73
Tabla 3. 6 Vehículos matriculados por tipo de combustible.....	74
Tabla 3. 7. Consumo de combustible de la Chevrolet LUV D-MAX 2.4L TM 4X2.....	74
Tabla 3. 8. Consumo de combustible por categoría del vehículo	76
Tabla 3. 9. Consumo de combustible para vehículos pesados.....	76

Tabla 3. 10. Constantes fijas dependiendo del tipo de combustible	80
Tabla 4. 1. Datos de vehículos.....	81
Tabla 4. 2. Transitorias IACV	83
Tabla 4. 3. Cálculo del Impuesto IVCCV para vehículos de 1600 cc a gasolina.....	92
Tabla 4. 4. Cálculo del Impuesto IVCCV para vehículos de 3000 cc a diésel.....	93
Tabla 4. 5. Cálculo del Impuesto IVCCV para vehículos de 15000 cc a diésel.....	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1. Modelo idealizado del efecto invernadero natural	10
Figura 1. 2. Incremento de temperatura con el tiempo (°C).....	11
Figura 1. 3. Subida del nivel del mar (milímetros)	12
Figura 1. 4. Categoría de emisiones pos sectores a nivel mundial.....	17
Figura 2. 1. Impuestos ambientales vehicular anual para el Kia Rio.	53
Figura 2. 2. Impuesto ambientales vehicular anual para el Kia Sportage.....	54
Figura 2. 3. Impuesto ambientales vehicular anual para la Toyota Hilux.....	54
Figura 3. 1. Costo de la tCO ₂ según SENDECO2	65
Figura 3. 2. Página Web del historial de la RTV.....	69
Figura 3. 3. . Ficha técnica del fabricante para el Chevrolet Aveo 1.6 cc.	69
Figura 4. 1. Impuesto IACV para vehículos del 2006 y 2012.....	84
Figura 4. 2. Consumo de combustible de los vehículos por cilindrada	86
Figura 4. 3. Impuesto IVCCV frente al IACV para vehículos livianos.....	87
Figura 4. 4. Impuesto IVCCV frente a IACV para vehículos pesados año 2011	88
Figura 4. 5. Sensibilidad del IVCCV para vehículos livianos con más o menos 32%	89
Figura 4. 6. Sensibilidad del IVCCV para vehículos pesados con más o menos el 48% ..	90
Figura 4. 7. Comportamiento del modelo IVCCV con los modelos ambientales del mundo.	91
Figura 4. 8. Proceso para el pago del impuesto	94
Figura 4. 9. Equipo Pinpad II FC ID	95

RESUMEN

El aumento de los vehículos en el Ecuador se ha convertido en una amenaza potencial para el medio ambiente generando altas concentraciones de gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global. La presente tesis tiene como objetivo desarrollar un modelo matemático para el cálculo del Impuesto Verde a través del Consumo de Combustible Vehicular “IVCCV”, el mismo que servirá como una nueva propuesta para el parque automotor ecuatoriano. En el primer capítulo se define los conceptos que influyen en la contaminación ambiental. En el segundo capítulo se estudian los diversos modelos ambientales aplicados al vehículo en diferentes países del mundo. En el tercer capítulo se desarrolla la fórmula matemática que está definida por el consumo de combustible, factor de emisión de CO₂ según el tipo de combustible, costo de la tonelada de CO₂ y un factor de ajuste que indica si el impuesto tiene un subsidio o sanción. En el cuarto capítulo se realiza un análisis comparativo de sensibilidad del modelo propuesto IVCCV con el modelo actual IACV. Se concluye la investigación indicando que el modelo IVCCV es un modelo más realista en términos ecológicos y de tributación ambiental porque sus valores del impuesto son proporcionales a las emisiones, lo que incentiva al contribuyente a ser más eficiente en el uso de combustibles y a adquirir vehículos con mejor rendimiento en beneficio del medio ambiente.

Palabras clave: Combustible, consumo, emisiones CO₂, impuesto ambiental, modelo matemático

ABSTRACT

Increased vehicles in Ecuador have become a potential threat to the environment by generating high concentrations of greenhouse gases that contribute to global warming. The present thesis aims to develop a mathematical model for the calculation of the green tax through the consumption of vehicular fuel "IVCCV", the same one that will be applied to the ecuadorian automotive park. The first chapter defines concepts that influence environmental pollution. The second chapter examines the different environmental models applied to the vehicle in different countries of the world. The third chapter develops the mathematical formula that is defined by the fuel consumption, CO₂ emissions, cost CO₂ and a factor of adjustment that can be of subsidy or sanction. In the fourth chapter, a comparative sensitivity analysis of the proposed IVCCV model is performed with the current IACV model. The research concludes that the IVCCV model is a more realistic model in ecological terms and environmental taxation because its tax values are proportional to emissions, so that the incentive to the taxpayer is more efficient in the use of fuels and to acquire vehicles with best performance for the benefit of the environment.

Keywords: Fuel, consumption, emissions CO₂, environmental tax, mathematical model

MODELO MATEMÁTICO PARA DETERMINAR EL IMPUESTO VERDE DE LOS VEHÍCULOS A TRAVÉS DEL CONSUMO ESPECÍFICO DE COMBUSTIBLE

INTRODUCCIÓN

El desarrollo económico de una nación depende crucialmente de su actividad antropogénica realizada en los diferentes sectores que demandan consumo de energía. En el caso particular del sector transporte el uso de energía hace que se requiera combustibles fósiles. El incremento del consumo energético tiene un aumento en la contaminación atmosférica, liberando grandes concentraciones de contaminantes que han alterado la composición y la función de la atmósfera, contribuyendo al fenómeno de Efecto Invernadero que está asociado con el aumento en la temperatura promedio del planeta o Calentamiento Global.

Uno de los principales mecanismos de intervención del Estado para mitigar la contaminación, es a través de políticas fiscales que ofrece herramientas que se han probado efectivas para alcanzar algunos objetivos medioambientales. El uso de impuestos dentro de la política ambiental se ha expandido hacia el empleo de otras herramientas fiscales conocido como los impuestos verdes que son alternativas que ya se han implementado en el contexto internacional y que correctamente combinados con otras medidas ofrecen resultados esperanzadores.

A nivel nacional ya existen esfuerzos encaminados a la conservación del medio ambiente como lo indica la Constitución de 2008 y el Plan Nacional del Buen Vivir que “Reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*”.

El impuesto verde del país denominado Impuesto Ambiental a la Contaminación Vehicular (IACV) se encuentra en vigencia desde 2011, de acuerdo a Ley de Fomento Ambiental y Optimización de los Ingresos del Estado, donde indica que este impuesto grava la contaminación del ambiente producida por el uso de vehículos motorizados de transporte terrestre en base a los datos de la revisión vehicular, bajo el supuesto de que mientras más grande es el motor, mayor es el consumo de combustible y más gases contaminantes generan, asumiendo que las tecnologías antiguas son menos eficientes en

el consumo de combustible. Esto quiere decir que el impuesto en el Ecuador no está dado por la unidad o medida del contaminante sino por su cilindrada y año de antigüedad.

Los impuestos pigouvianos¹ son la base de la visión tradicional de la economía ambiental y su único afán es la búsqueda de la eficiencia económica mediante la corrección de las externalidades. De esta formulación nació el principio “quien contamina paga”. Es decir su tasa de penalidad es proporcional al consumo de energía (consumo de combustible)

En el presente proyecto se plantea un modelo matemático para el cálculo del impuesto verde, aplicado al parque automotor del país, considerando al consumo real de combustible ya sea gasolina extra o súper y diésel, como la principal actividad de contaminación.

Pregunta de Investigación

¿El impuesto verde vehicular es una metodología para controlar las emisiones de CO₂ provocados por el consumo de combustible?

Objetivo general

Desarrollar un modelo matemático para el cálculo del impuesto verde en vehículos a partir del consumo específico de combustible.

Objetivos específicos

- Determinar el consumo de combustible del parque automotor de vehículos livianos y pesados del Ecuador.
- Obtener el modelo matemático en función al consumo de combustibles y emisiones de CO₂.
- Determinar el valor del impuesto por consumo de combustible.
- Comparar el modelo matemático propuesto con el impuesto verde actual.

¹ Pigouviano: En términos económicos la palabra indica corregir una actividad negativa, como la contaminación ambiental.

Hipótesis o Alcance

El proyecto propuesto obedece a una necesidad medioambiental en el Ecuador, ya que las regulaciones tradicionales aplicadas por las entidades competentes no están solucionando los problemas ambientales sino imponiendo costos sustanciales a la población. Esto ha motivado que se piense en otro mecanismo que sea más justo y consecuente a la hora de grabar un impuesto por contaminación vehicular

El proyecto trata de comprobar, que todo consumo de combustible genera emisiones de CO₂, por lo tanto estas emisiones se las puede tratar como impuestos verdes ya que obligan a pagar a la persona que generan la contaminación ambiental vehicular a través de una teoría justa de quien contamina, paga.. Por lo tanto el proyecto es ejecutable en Ecuador por el crecimiento acelerado del parque automotor el cual se ha convertido en una amenaza potencial para el ambiente y es de gran importancia para futuras investigaciones en el desarrollo de programas de mitigación de lucha contra el cambio climático.

1. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se presenta un estudio de la contaminación ambiental, en el cual se considera los contaminantes criterio y gases de efecto invernadero (GEI); así como también, se explica los efectos de la contaminación ambiental como el cambio climático y calentamiento global, donde se detallan los compromisos, medidas y políticas ambientales como herramientas para la mitigación del impacto ambiental a nivel nacional, regional y mundial.

1.1. La contaminación ambiental

A medida que aumenta el poder del hombre sobre la naturaleza y aparecen nuevas necesidades como consecuencia de la vida en la sociedad, el medio ambiente que lo rodea se deteriora cada vez más. El progreso tecnológico, por una parte y el acelerado crecimiento demográfico por la otra, producen la alteración del medio ambiente, llegando en el mayor de los casos a atentar contra el equilibrio biológico de la tierra. El problema no es que exista contrariedad entre el desarrollo tecnológico y el avance de la civilización, sino el problema radica en que el hombre no sepa armonizarlos.

La contaminación es uno de los problemas ambientales más importantes que afectan a nuestro planeta. Esta surge cuando se produce un desequilibrio por la adición de sustancias físicas, químicas y biológicas en cantidad tal, que sobrepasen los niveles aceptables en la naturaleza. Para ello es necesario que el hombre proteja los recursos renovables y no renovables y que tome conciencia de que el saneamiento ambiental es fundamental para la vida sobre el planeta.

Los elementos más afectados por la contaminación son el agua, el suelo y el aire. La contaminación del agua y el suelo se produce por desechos tóxicos que proviene del hombre. Mientras que la contaminación del aire (o atmosférica), se produce cuando ciertos gases tóxicos provienen de fuentes naturales o antropogénicas entran en contacto con las partículas de la atmosfera, Esta es la más importante y se considerada como crítica en la mayoría de países en vías de desarrollo. Por lo general este tipo de contaminación está dada por la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas) del sector industrial y de transporte.

1.2. Fuentes de contaminación

Resulta importante comprender que una fuente de emisión es el origen donde se produce una liberación de contaminante al ambiente. La contaminación surge a partir de diversas manifestaciones de la naturaleza (fuentes naturales) o debido a los diversos procesos productivos del hombre denominada fuente antropogénica; sin embargo esta fuente antropogénica se divide a su vez en: fuentes fijas y fuentes móviles de emisiones. (Gallegos, 2016)

Las fuentes fijas son una fuente de contaminación en un punto fijo o estacionario, y pueden emitir uno o varios contaminantes criterio del aire, además de muchos otros contaminantes peligrosos. Una fuente fija es toda actividad de carácter industrial (frigoríficos, curtiembre, petrolera), comercial, agrícola (agroquímicos) y domiciliarias. (SEMARNAT, 2005)

Las fuentes móviles son las que pueden desplazarse en forma autónoma, emitiendo contaminantes en su trayectoria; incluyen las diversas formas de transporte: automóviles, trenes, camiones, buses, aviones y barcos, entre otros. En la mayoría de las áreas urbanas, los vehículos automotores son los principales generadores de los contaminantes atmosféricos. La mayor parte de los sistemas de transporte actual, obtienen su energía por medio de la combustión de diversos productos lo que origina diferentes compuestos que son emitidos a la atmósfera. Los motores de combustión interna constituyen una de las principales fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos conocidos como contaminantes criterio. (SEMARNAT, 2005)

1.3. Tipos de contaminantes

Los contaminantes son sustancias físicas, químicas o biológicas que interactúan en el aire, agua y el suelo; considerando los más perjudiciales y estudiados los contaminantes del aire. A continuación se mencionan los siguientes:

- Contaminantes criterio
- Gases de efecto invernadero (GEI).

1.3.1. Contaminantes criterio

Los contaminantes del aire se han clasificado como contaminantes criterio y contaminantes no criterio. Los contaminantes criterio se han identificado como perjudiciales para la salud y el bienestar de los seres humanos. Se les llamó contaminantes criterio porque fueron objeto de evaluaciones publicadas en documentos de calidad del aire en los Estados Unidos, con el objetivo de establecer niveles permisibles que protegieran la salud, el medio ambiente y el bienestar de la población. (INECC, 2013).

Actualmente el término “contaminantes criterio” ha sido adoptado en muchos países, y están considerados los siguientes:

- Bióxido de azufre (SO₂)

El SO₂ es un gas incoloro que se forman al quemar azufre y tienden a disolverse fácilmente en agua. La fuente primaria de SO_x es la quema de combustibles fósiles que contienen azufre en su composición como el combustóleo y en particular el carbón.

- Bióxido de nitrógeno (NO₂)

Este gas pertenece a los óxidos de nitrógeno (NO_x). Los óxidos de nitrógeno se forman cuando un combustible es quemado a altas temperaturas y/o cuando éste contiene compuestos nitrogenados

- Material Particulado (PM)

Forma una mezcla compleja de materiales sólidos y líquidos suspendidos en el aire, que pueden variar significativamente en tamaño, forma y composición, dependiendo fundamentalmente de su origen. El tamaño del material particulado varía desde 0.005 hasta 100 micras (10⁻⁶ m) de diámetro aerodinámico.

- Plomo (Pb)

La fuente primaria de contaminación del aire por plomo ha sido el uso de combustibles con plomo en los automóviles. Debido a que el plomo no se consume en el proceso de combustión, se emite como material particulado.

- Monóxido de carbono (CO)

El monóxido de carbono se forma en la naturaleza mediante la oxidación del metano (CH₄), que es un gas común producido por la descomposición de la materia orgánica. La principal fuente antropogénica de monóxido de carbono es la quema incompleta de combustibles como la gasolina por falta de oxígeno.

- Ozono (O₃)

El ozono es un contaminante secundario que se forma mediante la reacción química del dióxido de nitrógeno (NO₂) y compuestos orgánicos volátiles (COV) en presencia de la luz solar.

Para cada contaminante criterio se han desarrollado guías y normas. Las guías son recomendaciones que establecen los niveles de exposición a contaminantes atmosféricos, a fin de reducir los riesgos o proteger de los efectos nocivos. Las normas establecen las concentraciones máximas de los contaminantes atmosféricos que se permiten durante un período definido, estos valores límite son diseñados con un margen de protección ante los riesgos y tienen la finalidad de proteger la salud humana y el medio ambiente. (CDMX, 2012)

Por otro lado los contaminantes no criterio son considerados inofensivos para la salud de los seres humanos y se los encuentra en mínimas cantidades en el aire.

1.3.2. Gases de efecto invernadero (GEI)

Se denominan gases de efecto invernadero (GEI) a los gases cuya presencia en la atmósfera contribuyen al efecto invernadero. Son gases de origen natural y antropogénico que integran la atmósfera, los mismos que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la tierra, la atmósfera y las nubes. (IPCC, Glosario, 2012).

Los gases de efecto invernadero persisten en la atmósfera durante escalas de tiempo corto y largo; por ello, los gases de efecto invernadero pueden ser de larga vida (CO₂, CH₄, N₂O) y de corta vida (contaminantes criterio).

Su concentración puede verse modificada por la actividad humana, y por algunos gases artificiales, producto de la industria. Los principales gases considerados de efecto invernadero son el dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) y clorofluorocarbonos (CFCs).

- Dióxido de carbono (CO_2)

El CO_2 es uno de los gases de efecto invernadero más importante, este es un gas incoloro e inodoro que existe naturalmente en la atmósfera terrestre; pero su concentración puede alterarse principalmente por la quema de los combustibles fósiles y después por el uso del suelo, lo cual suele combinarse con una pérdida de superficie en bosques y selvas. El dióxido de carbono no tiene un período específico de vida porque está en ciclo continuo con la atmósfera, los océanos y la biosfera terrestre y su eliminación neta de la atmósfera involucra una gama de procesos con escalas de tiempo diferentes. (IPCC, Climate Change, 2007).

Las actividades humanas con la quema de combustibles fósiles, han alterado el equilibrio natural. En 2014 la concentración media mundial de CO_2 alcanzó el 143% de la media en la era preindustrial, siendo de 397,7 ppm² y acercándose así el incremento anual a la media de los últimos años. Lo más probable es que el promedio mundial anual supere las 400 ppm en 2017. (OMM, 2015).

El vapor de agua y el CO_2 son los dos principales gases de efecto invernadero, pero el CO_2 es el principal causante del cambio climático. Los cambios del vapor de agua son los denominados mecanismos de retroalimentación y se producen como respuesta a los cambios que se dan en el CO_2 .

- Metano (CH_4)

El metano (CH_4) es un gas de efecto invernadero, producido por la descomposición anaerobia (sin oxígeno) de residuos en vertederos, digestión animal, descomposición de residuos animales, producción y distribución de gas natural y petróleo, producción de carbón, y combustión incompleta de combustibles fósiles. El metano es uno de los seis gases de efecto invernadero que se intenta reducir en el marco del Protocolo de Kyoto. (IPCC, Glosario, 2012)

² Ppm = partículas por millón

- Óxido nitroso (N₂O)

El óxido nitroso (N₂O) es un potente gas de efecto invernadero emitido con los usos de cultivos en tierras, especialmente con el uso de fertilizadores comerciales y orgánicos, la combustión de combustibles fósiles, la producción de ácido nítrico, y la combustión de biomasa. (IPCC, Glosario, 2012)

- Clorofluorocarbonos (CFCs)

Los clorofluorocarbonos (CFCs) son sustancias sintetizadas por la industria química a partir de compuestos de cloro, flúor y carbón.; no son inflamables y en general, no son tóxicos en dosis bajas. Sin embargo, han sido identificados como gases de efecto invernadero y como sustancias agotadoras de la capa de ozono.

1.4. Efectos de la contaminación ambiental

El efecto se puede describir como las acciones de las fuentes contaminantes naturales (acciones biológicas) y antropogénicas (producidas por el hombre) que son la causa para la contaminación ambiental. Por ello se analiza cuáles son los efectos de la contaminación, que provocan impactos en el aire, agua, suelo y el hombre. Entre estos tenemos: efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático.

1.4.1. Efecto invernadero

Los gases de efecto invernadero propias de la atmosfera absorben la radiación infrarroja, emitida por la superficie de la tierra, la cual se emite en varios sentidos, incluso hacia la superficie terrestre.

Cuando los gases de efecto invernadero atrapan el calor dentro del sistema de la tropósfera terrestre, esto se le denomina “efecto invernadero natural”. La radiación atmosférica se vincula en gran medida a la temperatura del nivel al que se emite. En la tropósfera la temperatura disminuye generalmente con la altura. En efecto la radiación infrarroja emitida al espacio se origina en altitud con una temperatura que tiene una media de -19°C, en equilibrio con la radiación solar neta de entrada, mientras que la superficie terrestre tiene una temperatura media mucho mayor, de unos +14°C.

La mayor concentración de gases de efecto invernadero produce un aumento de la opacidad infrarroja de la atmósfera y por lo tanto una radiación efectiva en el espacio desde una altitud mayor a una temperatura más baja. Esto causa un forzamiento radiativo, un desequilibrio que sólo puede ser compensado con un aumento de la temperatura del sistema superficie tropósfera. A esto se denomina “efecto invernadero aumentado” (IPCC, Glosario, 2012).

A continuación en la figura 1.1, se indica cómo se crea el efecto invernadero a partir de la interacción de las radiaciones solares con la superficie terrestre.

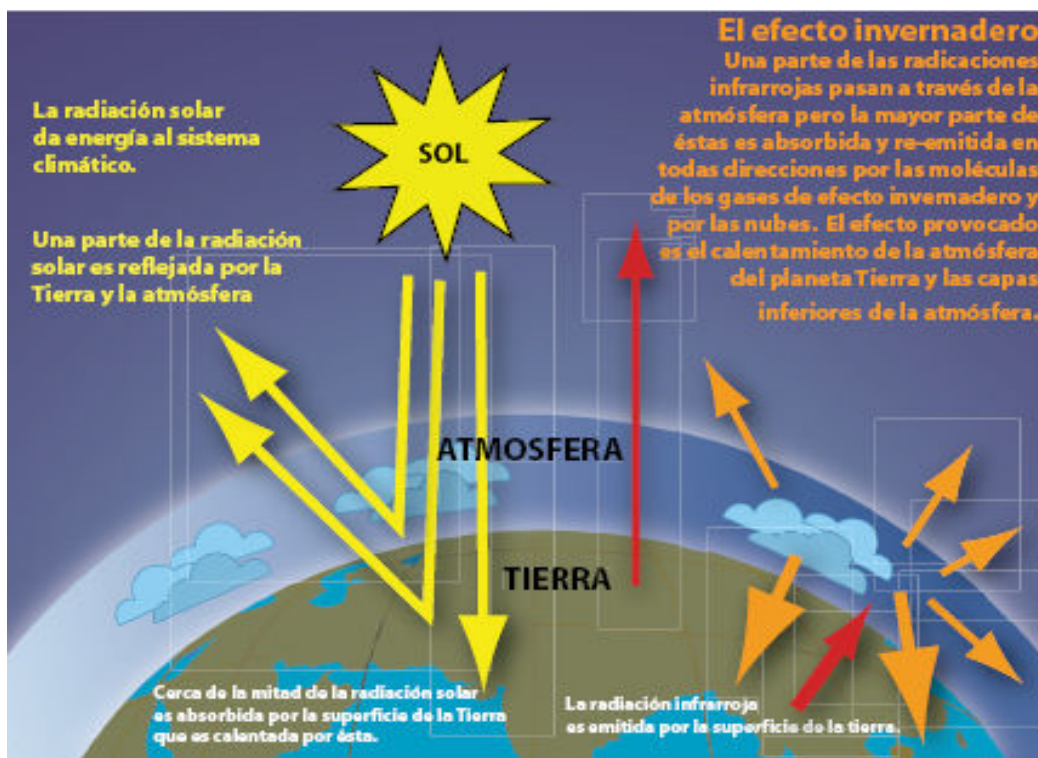


Figura 1. 1. Modelo idealizado del efecto invernadero natural

(Fuente: IPCC, Que es el efecto invernadero, 2016))

1.4.2. El calentamiento global

El término calentamiento global se refiere al aumento gradual de las temperaturas de la atmósfera y los océanos de la tierra que se han detectado en la actualidad, así como al continuo aumento que se proyecta al futuro. Por lo general se utiliza para designar el aumento reciente y continuo de la temperatura global cerca de la superficie de la tierra. Además las variaciones de temperatura son las que provocan cambios en los patrones

climáticos. Las causas naturales que provocan un desequilibrio a la temperatura de la tierra son:

- Los cambios en el efecto invernadero.
- Las variaciones en la energía solar que llega al planeta.
- Las modificaciones en la reflectividad de la atmósfera y la superficie.

En el Boletín de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) sobre los gases de efecto invernadero señala que entre 1990 y 2014 el forzamiento radiactivo ha experimentado un incremento del 36% a causa de los gases de efecto invernadero de larga duración, tales como el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) o el óxido nitroso (N_2O), que resultan de las actividades industriales, agrícolas y domésticas. (OMM, 2015).

En la figura 1.2, se presenta el incremento de la temperatura de la atmósfera y los océanos con relación al tiempo, la cual indica que a partir del año 2000 la temperatura ha ido aumentando con mayor rapidez progresivamente.

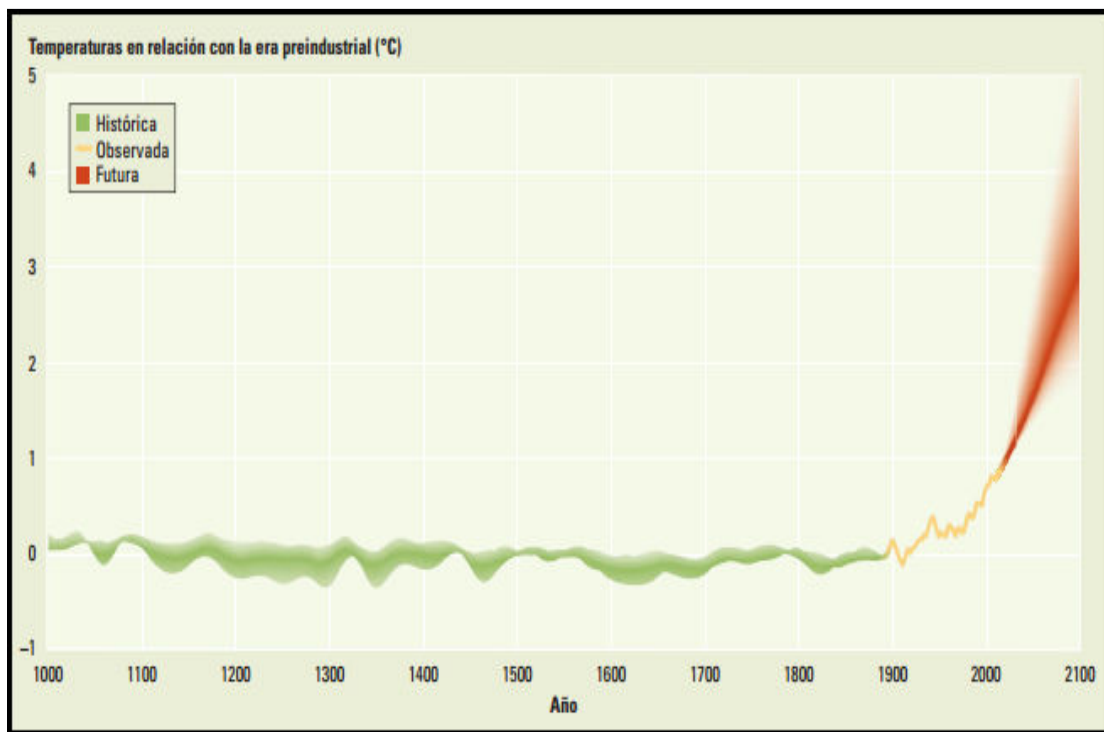


Figura 1. 2. Incremento de temperatura con el tiempo (°C)

(Fuente: Informe Desarrollo Mundial. Banco Mundial, 2010)

1.4.3. El cambio climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC), en su Artículo 1, define a cambio climático como: “Un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”. (IPCC, Glosario, 2012)

El cambio de la temperatura media mundial es el principal factor determinante del aumento de nivel del mar, y un útil indicador del cambio climático global. Es importante tener en cuenta que el cambio climático no se producirá uniformemente en todo el planeta; sino, los cambios de temperatura y de otras variables climáticas (por ejemplo, precipitación, nubosidad, o frecuencia de sucesos extremos) variarán grandemente de una región a otra.

En la figura 1.3, se indica el crecimiento que ha tenido el nivel del mar en los océanos con relación a los años.

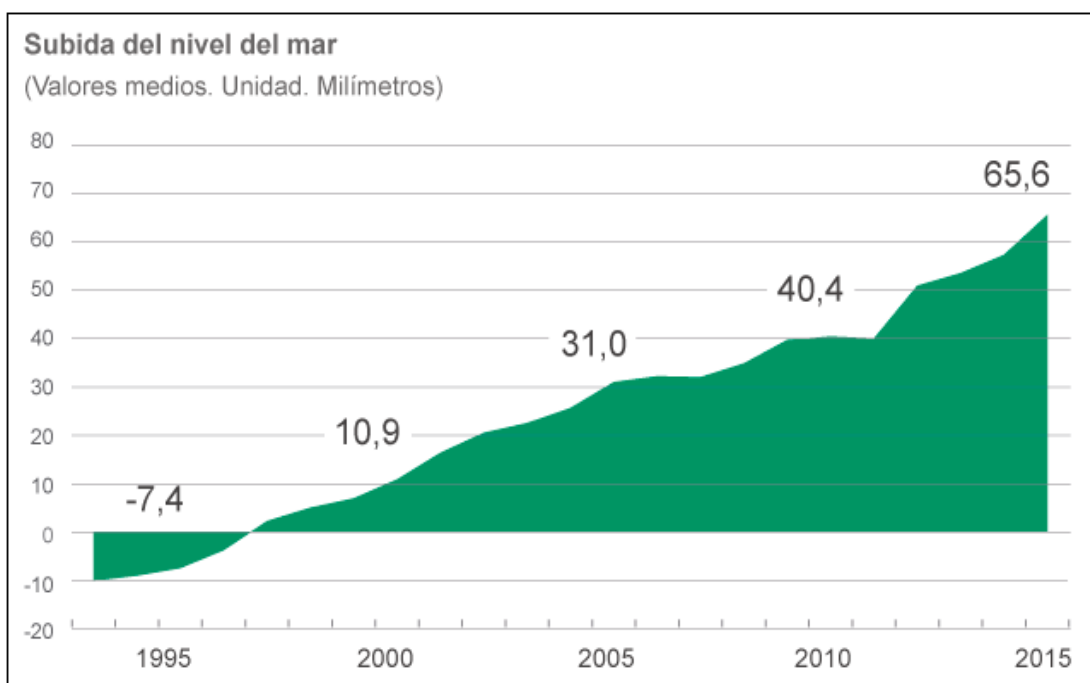


Figura 1. 3. Subida del nivel del mar (milímetros)

(Fuente: NASA Goddard Space Flight Center, 2006)

1.5. Compromisos a la contaminación ambiental

Para controlar los efectos de la contaminación ambiental a nivel local, regional y mundial, cada país se basa en la gestión de políticas ambientales, utilizando dos compromisos generales, el primero reducir las emisiones de los gases que causan el problema y el segundo adoptar medidas que permitan conservar la vida humana, los recursos naturales y garantizar un desarrollo sustentable para el ser humano.

Además de los compromisos generales, existen compromisos individuales y colectivos de los países, que pueden ser de reducción o limitación. Estos compromisos hacen que se creen organizaciones, cumbres y tratados internacionales para abordar los temas de contaminación ambiental. A continuación se presentan los compromisos que se han ido adquiriendo con el tiempo:

- a) El tratado internacional de KYOTO y el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC), se comprometieron a lograr que para el 2013-2020 los países que conforman parte de estos tratados deberán limitar o disminuir sus emisiones de gases de efecto invernadero a un 20% menos del nivel de emisiones de 1990 que fue de 28,7 GtCO₂-equivalente. (IPCC, 2014)
- b) La Convención de Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC) en el 2010, se comprometió a que las emisiones se reducirán del 2015 al 2020 un 40% y para el 2050 un máximo de 50% en relación al umbral (28,7 GtCO₂-equivalente) establecido por la IPCC, esto ayudará a que el aumento de las temperaturas a nivel mundial se quede limitado a menos de dos grados centígrados. (CMCC, 2016)
- c) El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), como compromisos ambientales plantearon: (PUMA, 2015)
 - Garantizar y promover una vida saludable para el bienestar de todos.
 - Restaurar, promover y proteger la utilización sostenible de los ecosistemas terrestres.

- d) Para el 2030 los países como EEUU y Brasil con mayor cantidad de emisiones se comprometieron a producir el 20% de su electricidad con energías renovables distintas a las hidroeléctricas. (El espectador, 2015).

Los compromisos antes mencionados por las organizaciones, cumbres, tratados y países, se pueden cumplir siempre que se adopten los siguientes objetivos:

- Fomentar e incentivar la búsqueda de nuevas técnicas y tecnología que permita la creación de nuevos métodos y la utilización de insumos para mitigar la contaminación ambiental.
- Generar políticas medioambientales en cada país para controlar las emisiones de gases contaminantes conservando y manteniendo los recursos naturales.
- Generar ingresos y reducción de gastos que permitan controlar los procesos, la tecnología para el manejo de los recursos naturales.

1.6. Medidas de mitigación a la contaminación ambiental

Las medidas de mitigación ambiental, forman el conjunto de acciones de prevención, control, atenuación, restauración y compensación de impactos ambientales que deben acompañar el desarrollo de un proyecto, a fin de asegurar el uso sostenible de los recursos naturales y la protección del medio ambiente.

Según el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), los países deben tomar dos medidas para contrarrestar el impacto ambiental, las cuales son (IPCC, 2014):

- De mitigación: Esta hace referencia a las políticas, tecnologías y medidas que permitan limitar y reducir las emisiones de gases contaminantes como: programas, acuerdos, medidas, tributos, entre otros.
- De adaptación: Se refiere a las iniciativas y medidas que reducen la vulnerabilidad de los sistemas naturales y antropogénicas frente a los efectos reales o esperados del cambio climático como: medidas de prevención y precaución, adecuación a lugares más seguros, entre otros.

Las acciones de mitigación pueden intervenir en los siguientes sectores:

- Vivienda
- Transporte
- Industria
- Agropecuario
- Energético

1.7. Políticas ambientales

Las políticas ambientales son aquellas acciones que pueden ser ejecutadas u ordenadas por un país en favor del medio ambiente, ya que busca un equilibrio entre la sociedad, la economía y el ambiente. Para alcanzar los objetivos de las políticas ambientales se deben considerar los principios generales, entre los cuales se tiene:

- Principios de desarrollo sustentable y responsabilidad.
- Principio de prevención, según el cual siempre es mejor prevenir que corregir.
- Principio de sustitución que exige remplazar sustancias peligrosas por substitutos menos contaminantes.
- Principio de: "el que contamina paga" para los casos en los que no se puede prevenir el daño ambiental, siempre que sea posible identificar el causante.
- Principio de la cooperación, a través de la integración de importantes grupos sociales en la definición de metas ambientales.

1.8. Impuestos ambientales

Los impuestos, tasas y contribuciones son tributos que se fundamenta en las políticas ambientales fiscales que establecen incentivos a la protección ambiental o compensan los daños ocasionados al medio ambiente por sujetos que soportan la carga tributaria.

Los impuestos ambientales o llamados también impuestos verdes tienen muchas definiciones descritos por varios autores pero todos coinciden en un mismo fin. A continuación se presentan algunas teorías sobre los impuestos ambientales:

La definición técnica que dan varios organismos internacionales como la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y la Agencia Internacional de la Energía

(IEA), es la siguiente "Los impuestos ambientales son aquellos cuya base imponible consiste en una unidad física (o similar) de algún material que tiene un impacto negativo, comprobado y específico, sobre el medioambiente". (OCDE, 2014)

Para la Unión Europea son impuestos destinados a mitigar el cambio climático y promover el uso sostenible de los recursos, facilitando usos más eficientes de la energía, con sistemas energéticos y transportes más limpios. (Andes, 2013)

Para la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), un impuesto ambiental es aquel que emplea, corrige los daños al medio ambiente con los valores recaudados porque internaliza los costos externos denominados también externalidades logrando un nivel aceptable de contaminación ya que toda actividad humana provoca un impacto directo o indirecto en el entorno en que se desarrolla. (EPA, 2013).

Los impuestos ambientales se pueden clasificar de la siguiente forma:

- a) **Cubrimientos de costos:** Son acciones que sirven para cubrir los costos de un servicio ambiental, por ejemplo, los gravámenes para cubrir los costos de alcantarillado.
- b) **Incentivos fiscales:** son estímulos tributarios para quienes realicen acciones ambientalmente sanas.
- c) **Impuestos ambientales fiscales:** Están diseñados principalmente para dos acciones las cuales son: (Pérez N. O., 2011)
 - Recaudación de tributos: Se fundamenta en el cambio de la estructura de incentivos de los hogares y empresas lo cual afecta las decisiones de consumo, inversión y producción.
 - Fondos públicos: Son gastos gubernamentales, mediante la inversión de la infraestructura, el apoyo al desarrollo tecnológico, el fomento de sectores encaminados a proteger o mejorar la calidad del medio ambiente o a reducir los impactos negativos de las actividades económicas.

1.8.1. Impuestos ambientales a nivel mundial

Desde los años 70 se han ido creando varios impuestos ambientales de acuerdo a las políticas aprobadas por cada país según sus necesidades, los cuales han venido logrando resultados importantes en la mitigación de la contaminación. Estos impuestos están aplicados en su mayoría al sector de energía (transporte), porque a nivel mundial presenta cifras alarmantes como indica el Instituto Nacional de la Ecología y el Cambio Climático (INECC, 2013)

La figura 1.4, indica el porcentaje de los sectores con más emisiones contaminantes, donde se considera a la energía como la fuente más alta de contaminación derivada de la industria y los medios de transporte.

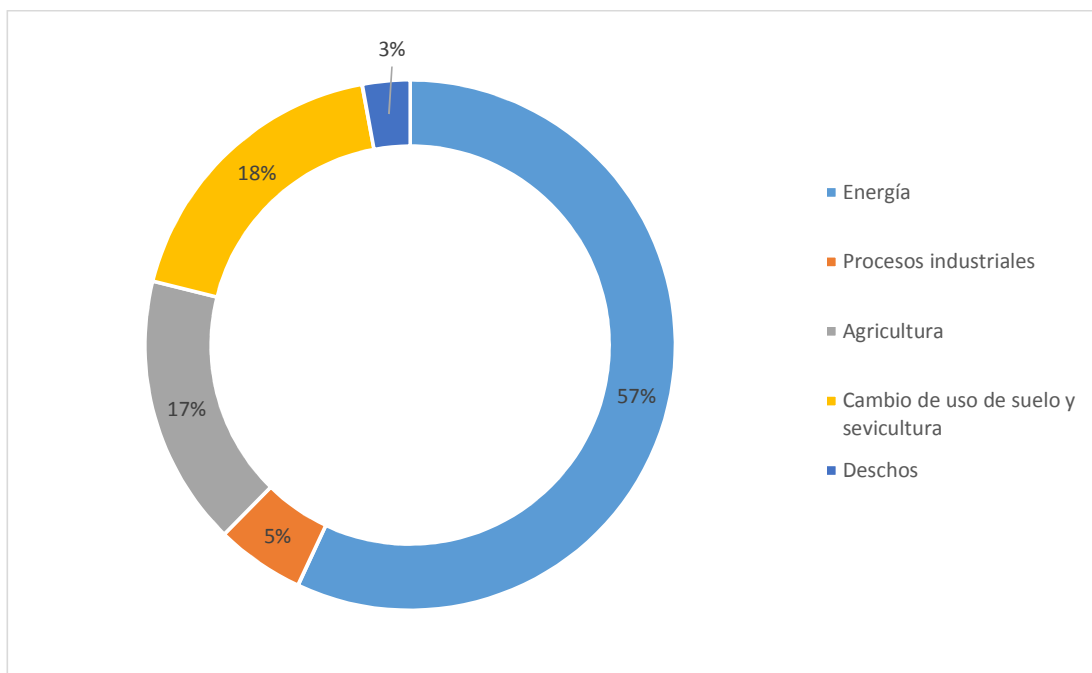


Figura 1. 4. Categoría de emisiones pos sectores a nivel mundial

(Fuente: Inventario de emisiones INECC, 2010)

En la tabla 1.1, se indica los tributos que se aplican actualmente en el sector del transporte, que son de gran interés en la mitigación de la contaminación en varios países.

Tabla 1. 1. Impuestos ambientales a nivel mundial por contaminación vehicular.

PAIS	NOMBRE DEL TRIBUTO	BASE IMPONIBLE	VIGENCIA
AMERICA			
Argentina	Impuesto a los combustibles fósiles	Combustibles	2007
Canadá	Tasa adicional de registro de vehículos diferenciados por cilindraje	Cilindraje	2004
Chile	Unidades tributarias mensuales (UTM)	Emisiones NOx	2009
ASIA			
Corea	Impuesto a los vehículos	El cilindraje del motor o capacidad de carga	
OCEANIA			
Australia	Impuesto al peso y motor de los vehículos	Cilindraje en cc x coeficiente antigüedad x un valor fijo por tipo de combustible	1993
EUROPA			
Albania	Impuesto al registro vehicular	Vehículo con peso hasta 3,5 tons. Otros vehículos: peso total; Motos: cilindraje	2007
Bélgica	Reducción de impuestos para la compra de autos verdes	Reducción de impuestos para vehículos que emitan entre 105-115 g/km y menos de 115 g/Km de CO2	2005
Croacia	Tasa especial ambiental	Por tipos de vehículos. Ej.: buses, motocicletas, autos privados y de trabajo.	2004
Chipre	Reducción o aumento de aranceles	Peso en toneladas y cilindraje	2006
Dinamarca	Impuestos verdes a los vehículos de pasajeros	Consumo de gasolina (Km/litro) y por tipo de combustible	1997
España	Impuesto a la matriculación (Registro)	Tipo de vehículo y nivel de emisiones % de la Base Imponible de acuerdo al tipo de vehículo y al nivel de emisiones de CO ₂ (g/Km)	1992
Portugal	Impuesto al registro	Tipo de vehículo y componentes específicos: cilindraje, tipo de combustible, emisiones de CO ₂ y partículas.	2007

Alemania	Impuestos a los vehículos motorizados	Para vehículos de pasajeros: tipo de combustible (diésel o gasolina según normas EURO 1-4, tracción eléctrica). Para los demás: peso del vehículo, emisión de gases, emisión de ruidos, capacidad de carga.	2002
Holanda	Impuestos verde de circulación	Tamaño, peso y emisiones de CO ₂ por km	2010
Noruega	Impuesto anual basado en el peso a los vehículos motorizados (para peso total mayor a 7500 kg.)	Peso del vehículo número de ejes y la clase según la normativa europea sobre emisiones (EURO I - EURO V)	
Francia	Reducción de impuestos a la compra de vehículos con bajas emisiones de CO ₂	Reducción de impuestos a la compra de vehículos con bajas emisiones de CO ₂	2007
Italia	Impuesto a los vehículos motorizados	Tipo de vehículo, cilindraje, Norma Euro, años	1953
Inglaterra	Impuesto a los vehículos	Tipo de vehículo, emisiones de CO ₂	1994

(Fuente: Autores, ACEA, 2016)

1.8.2. Política ambiental en Ecuador

La política ambiental en Ecuador tiene como objetivo controlar las emisiones de gases contaminantes conservando y manteniendo los recursos naturales, a través de impuestos ambientales considerados como medidas de mitigación.

En la nueva Constitución de la República del Ecuador, aprobada en el año 2008, Título II, capítulo segundo, Art 14. “Reconoce el derecho de los ecuatorianos a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir (sumak kawsay)”. Y en el Art 15, indica que “El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto”. (Constitución, 2008)

Además el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), explica que para los años 2011 al 2016 se priorizara el manejo de la riqueza natural, el cambio climático, la responsabilidad ambiental, social y la participación ciudadana para el Quito verde. (Alcaldía, 2015)

El Plan Nacional del Buen Vivir en uno de sus objetivos indica que el Ecuador asume el liderazgo mundial en el reconocimiento de los derechos de la naturaleza, como una respuesta contundente a su estado actual, orientando sus esfuerzos al respeto integral de su existencia, a su mantenimiento y a la regeneración de sus ciclos vitales y procesos evolutivos.

El Plan del Buen vivir 2013-2017 indica que las políticas ambientales más importantes son: (Senplades, 2014)

- Asegurar la promoción, la vigencia y la plena exigibilidad de los derechos de la naturaleza.
- Conocer, valorar, conservar y manejar sustentablemente el patrimonio natural y su biodiversidad terrestre, acuática continental, marina y costera, con el acceso justo y equitativo a sus beneficios.
- Consolidar la gestión sostenible de los bosques, enmarcada en el modelo de gobernanza forestal.
- Garantizar la bioseguridad precautelando la salud de las personas, de otros seres vivos y de la naturaleza.
- Promover la eficiencia y una mayor participación de energías renovables sostenibles como medida de prevención de la contaminación ambiental.
- Controlar, prevenir y mitigar la contaminación ambiental en varias técnicas de extracción, producción, consumo.
- Efectuar medidas de mitigación y adaptación al cambio climático para reducir la vulnerabilidad económica y ambiental con énfasis en grupos de atención prioritaria.

Para cumplir con la Constitución del 2008, la Ley de Fomento Ambiental y Optimización de los Ingresos de Estado en su registro oficial Suplemento 583, desde el 24 de noviembre del 2011, ha creado impuestos ambientales, para mejorar las decisiones de consumo de la sociedad ecuatoriana, entre estos tenemos:

- a) **Impuesto Ambiental a la Contaminación Vehicular (IACV):** Es un impuesto o pago de matriculación que grava la contaminación del ambiente producida por el uso de vehículos motorizados de transporte terrestre y cuya misión es regularizar las emisiones contaminantes. (SRI, Servicio de Rentas Internas, 2015). En la tabla 1.2 se presenta el tributo ambiental de Ecuador.

Tabla 1. 2. Impuesto ambiental en Ecuador

PAIS	TIPO DE TRIBUTOS	NOMBRE DEL TRIBUTOS	BASE IMPONIBLE	TARIFA-MONTO	VIGENCIA
ECUADOR	Impuesto ambiental	Impuesto Ambiental a la Contaminación vehicular (IACV)	Cilindraje, Antigüedad del vehículo	Tabla de acuerdo a intervalos de cilindraje	2012

(Fuente: Autores, SRI, 2016)

b) Impuesto redimible a las botellas plásticas no retornables: El objetivo de este impuesto es disminuir la contaminación ambiental y estimular el proceso de reciclaje, además el hecho generador de este impuesto será embotellar bebidas en botellas plásticas no retornables, utilizadas para contener bebidas alcohólicas, no alcohólicas, gaseosas, no gaseosas y agua. (Amoroso, 2014).

Una vez realizado el estudio de la contaminación ambiental y conociendo los compromisos de medidas de mitigación se procede en el siguiente capítulo a indicar algunos modelos ambientales que se aplican a los vehículos en el mundo.

2. MODELOS AMBIENTALES VEHICULARES A NIVEL MUNDIAL

En este capítulo se da una revisión general de varios modelos ambientales a nivel mundial y nacional, con ejemplos de aplicación reales. Al final del capítulo se establece una comparación de los costos del impuesto entre el modelo actual de Ecuador y los modelos existentes en otros países. Para esto se calculan los impuestos a pagar para tres vehículos conocidos en el parque automotor ecuatoriano.

2.1. Estado del arte

Los países han elaborado en sus sistemas fiscales impuestos, tasas y contribuciones que se conocen con varios nombres como: Impuesto ambiental vehicular, impuestos verdes, impuesto a la propiedad o circulación, impuestos de matriculación, entre otros los cuales van a ser pagados de acuerdo a variables que están relacionadas con el consumo de combustible y por ende con las emisiones contaminantes.

Las variables analizadas son:

- Caballos de potencia
- Emisiones de CO₂ y NOx
- Peso
- Precio del vehículo
- Cilindrada
- Año de fabricación
- Marca y modelo

Los modelos matemáticos de emisiones vehiculares se han implementado en su mayoría en países de la Unión Europea, sin embargo en América también se han adoptado medidas similares con el objetivo de cuidar el medio ambiente, como en el caso de Ecuador. Entre los países a considerar para el análisis se tienen:

- Austria
- Bélgica
- Chile
- España
- Finlandia
- Francia
- Holanda
- Luxemburgo
- Portugal
- Rumania
- Suecia
- Ecuador.

2.1.1. Austria

En Austria se conoce al modelo como “Impuesto sobre el consumo de combustible y contaminación”, que en el idioma checo, se denomina Normverbrauchausgabe “Nova”³. Este impuesto se aplica al precio de compra de vehículos nuevos como motocicletas, vehículos de pasajeros y turismos.

El modelo presenta exenciones para algunos casos como el uso de vehículos eléctricos o electrohidráulicos, vehículos de escuelas, taxis, ambulancias, vehículos para uso diplomático y para personas con discapacidad.

El impuesto vehicular para vehículos de pasajeros y turismos se calcula a través de sus emisiones de CO₂ que provee el fabricante del vehículo. Y para las motocicletas el impuesto utiliza el valor de su cilindrada. (Osterreichs, 2014)

El impuesto vehicular es un valor expresado en Euros, que se obtiene por la diferencia entre el porcentaje NOVA y un valor deducible, como indica la ecuación 2.1.

$$IAV = NOVA - deducible \quad \text{Ec. (2.1)}$$

Dónde:

- IAV = Impuesto sobre el consumo de combustible y contaminación, expresada en euros
- NOVA = Cantidad expresada en euros. Se calcula a través de las ecuaciones 2.2 y 2.3
- Deducible = constante: 300 para vehículos y 0 cuando se trata de motocicletas.

Caso1: Para motocicletas con una cilindrada superior a 125cm³:

$$NOVA = Pv \times \{0,02 \times [(cc - 100) \times 0,01]\} \quad \text{Ec. (2.2)}$$

Dónde:

- NOVA = Cantidad expresada en euros.
- Pv = Precio del vehículo, expresada en euros.
- cc = Cilindrada en centímetros cúbicos.

Nota: Las motocicletas con una cilindrada inferior a 125 cc no paga este impuesto.

³ El Nova es un impuesto que se paga una sola vez y está en función de las emisiones de CO₂

Caso 2: Para vehículos de pasajeros (incluidos minibuses y caravanas) y combinados⁴.

$$NOVA = \left\{ P_v \times \left[\left(\frac{CO_2 - 90}{5} \right) \times 0,01 \right] \right\} - (Nova_{malus}) \quad \text{Ec. (2.3)}$$

Dónde:

- NOVA = Cantidad expresada en euros.
- P_v = Precio de venta del vehículo, expresada en euros
- CO₂ = Factor de emisión del dióxido de carbono (g/km) obtenido de la ficha técnica del fabricante.
- Nova_{malus} = Es un valor que se paga por el excedente de emisiones de CO₂

Nota: El *Nova_{malus}* se obtiene cuando las emisiones de CO₂, superen los 250 g/Km de CO₂, por el cual se paga 10 euros por cada unidad excedente; caso contrario se considera a las emisiones de CO₂ como cero (0).

Ejemplo 1:

¿Cuál es el impuesto para una motocicleta de cilindrada 250 cc que su valor comercial es 1800 euros?

$$\begin{aligned} NOVA &= P_v \times \{0,02 \times [(cc - 100) \times 0,01]\} \\ NOVA &= 1800 \times \{0,02 \times [(250 - 100) \times 0,01]\} \\ NOVA &= 54 \text{ euros} \\ IAV &= NOVA - \text{deducible} \\ IAV &= 54 \text{ EUR} \end{aligned}$$

Ejemplo 2:

¿Cuál es el impuesto para un vehículo si las emisiones son 160 g /km de CO₂, si el vehículo tiene un valor comercial de 22000 euros?

$$NOVA = \left\{ P_v \times \left[\left(\frac{CO_2 - 90}{5} \right) \times 0,01 \right] \right\} - (Nova_{malus})$$

⁴ Calculadora: <http://www.oeamtc.at/portal/normverbrauchsabgabe-nova+2500+1098231>

$$NOVA = \left\{ 22000 \times \left[\left(\frac{160 - 90}{5} \right) \times 0,01 \right] \right\} - (0)$$

$$NOVA = 3080 \text{ euros}$$

$$IAV = NOVA - \text{deducible}$$

$$IAV = (3080 \text{ euros}) - 300$$

$$IAV = 2780 \text{ EUR}$$

Nota: El valor de Nova es cero porque el valor de CO₂ está por debajo del umbral que es 250 g/km de CO₂.

Ejemplo 3:

¿Cuál es el impuesto para un vehículo si las emisiones son 260 g/km de CO₂. Y el vehículo tiene un costo de 15000 euros?

$$NOVA = \left\{ Pv \times \left[\left(\frac{CO_2 - 90}{5} \right) \times 0,01 \right] \right\} - (Nova_{malus})$$

$$NOVA = \left\{ 15000 \times \left[\left(\frac{260 - 90}{5} \right) \times 0,01 \right] \right\} - (100)$$

$$NOVA = 5000 \text{ euros}$$

$$IAV = NOVA - \text{deducible}$$

$$IAV = 5000 \text{ euros} - 300$$

$$IAV = 4700 \text{ EUR}$$

Nota: El valor de 300, corresponde al valor deducible para vehículos.

2.1.2. Bélgica

En Bélgica existe un impuesto denominado "Impuesto de matriculación vehicular", y son aplicables a todos los vehículos nuevos o usados en relación a las emisiones de CO₂, el cual se paga mensualmente.

La ecuación 2.4 indica que por cada gramo de CO₂ por kilómetro se debe pagar 9 euros y reducir la constante del tipo de combustible, cuyo valor se divide para 12 meses que tiene el año y se multiplica por un coeficiente de índice de 1,2267 el cual ira aumentando cada año, como se indica a continuación. (Automotive, 2016)

$$IAV = \{ [(CO_2 \times 9) - Y] / 12 \} \times 1,2267 \quad \text{Ec. (2.4)}$$

Dónde:

- IAV = Impuesto a la matriculación vehicular, expresado en euros.
- CO₂ = Factor de emisión del dióxido de carbono (g/km) obtenido de la ficha técnica del fabricante.
- Y = Constante que depende del tipo de combustible (768 para gasolina, 600 en diésel y 990 para GLP).

Nota: Las emisiones de CO₂ son determinadas por los fabricantes, en caso de que no exista este valor disponible, el valor se determinará de la siguiente manera:

- Motor a gasolina se asume el valor de 182 g/km de CO₂.
- Motor diésel se asume el valor de 165 g/km de CO₂.

Ejemplo 1.

¿Calcular el impuesto a un vehículo de gasolina con emisiones de 99 g/km de CO₂?

$$IAV = \{[(CO_2 \times 9) - Y] / 12\} \times 1,2267$$

$$IAV = \{[(99 \times 9) - 768] / 12\} \times 1,2267$$

$$IAV = (10,25) \times 1,2267$$

$$IAV = 12,57 \text{ EUR por mes}$$

Ejemplo 2.

¿Calcular el impuesto a un vehículo de diésel con emisiones de 99 g/km de CO₂?

$$IAV = \{[(CO_2 \times 9) - Y] / 12\} \times 1,2267$$

$$IAV = \{[(99 \times 9) - 600] / 12\} \times 1,2267$$

$$IAV = (24,25) \times 1,2267$$

$$IAV = 29,75 \text{ EUR por mes}$$

2.1.3. Chile

En Chile se conoce al modelo como “Impuesto a emisiones contaminantes de vehículos nuevos”, este impuesto se aplica a todos los vehículos nuevos en base a las emisiones de Óxido nítrico (NOx), precio del vehículo y rendimiento urbano; este se paga una sola vez en la primera matriculación. A continuación se presenta la ecuación 2.5 que esta expresada en pesos chilenos.

$$IAV = UTM \times \text{Factor de conversión} \quad \text{Ec. (2.5)}$$

Dónde:

- IAV = Impuesto a la matriculación vehicular (pesos chilenos)
- UTM = Unidad tributaria mensual. Ver ecuación 2.6.
- Factor de conversión = 1UTM = 45496,83 CLP (pesos chilenos)

$$UTM = \left[\left(\frac{35}{Ru} \right) + (90 \times NOx) \right] \times (Pv \times cte) \quad \text{Ec. (2.6)}$$

Dónde:

- UTM = Unidad tributaria mensual vehicular
- NOx = Factor de emisión de óxido nítrico, Dato obtenido de la base de datos del Servicio de Impuestos Internos (SII)⁵, cuyo valor depende de las características del vehículo como marca, modelo, año. Expresado en (g/km)
- Ru = Rendimiento urbano ver en base de datos del SII
- Pv = Precio de venta del vehículo.
- Cte = Factor de corrección de 0,0000006

Nota: El parámetro 90 que multiplica la emisión de óxido de nitrógeno aumentará a 120 desde 2017 (Internos, 2014)

Ejemplo 1:

Un vehículo marca kia, tipo sedán, modelo Rio 4 1,2 lts, DOHC 4p, T/M Motor Otto, con un costo de 7790000 CLP. Se desea calcular el Impuesto a emisiones contaminantes a pagar.

$$UTM = \left[\left(\frac{35}{Ru} \right) + (90 \times NOx) \right] \times (Pv \times cte)$$

$$UTM = \left[\left(\frac{35}{13,80} \right) + (90 \times 0,00930) \right] \times (7790000 \times 0,0000006)$$

⁵ Calculadora: <https://www4.sii.cl/calculmpVehiculoNuevoInternet/internet.html?modulo=listado>

$$UTM = [(2,53) + (0,83)] \times (0,46)$$

$$UTM = 1,54$$

$$IAV = UTM \times \text{Factor de conversión}$$

$$IAV = 1,54 \times 45496,83$$

$$IAV = 70,065,12 \text{ CLP}$$

Ejemplo 2:

Un vehículo marca Chevrolet, tipo sedán, modelo Sail NB 1,4 Lts 4P.T/M Motor Otto, con un costo de 7790000 CLP. Se desea calcular el Impuesto a emisiones contaminantes.

$$UTM = \left[\left(\frac{35}{Ru} \right) + (90 \times NOx) \right] \times (Pv \times cte)$$

$$UTM = \left[\left(\frac{35}{12} \right) + (90 \times 0,02660) \right] \times (7790000 \times 0,00000006)$$

$$UTM = [(2,91) + (2,394)] \times (0,46)$$

$$UTM = 2,48$$

$$IAV = UTM \times \text{Factor de conversión}$$

$$IAV = 2,48 \times 45496,83$$

$$IAV = 112,833.00 \text{ CLP}$$

2.1.4. España

En España se denomina “Impuesto de Matriculación vehicular”, el cual se aplica a las emisiones de CO₂ de vehículos nuevos. El impuesto de matriculación se paga únicamente por una vez al momento de la primera matrícula.

A continuación se presenta la ecuación 2.7 la cual está relacionada el precio del vehículo con el porcentaje de CO₂ de acuerdo a un rango de valores que se presenta en la tabla 2.1. (ACEA, 2016):

$$IAV = Pv \times Y \quad \text{Ec. (2.7)}$$

Dónde:

- IAV = Impuesto de matriculación vehicular expresada en euros
- Pv = Precio del vehículo en Euros
- Y = Porcentaje (%) de acuerdo a las emisiones de CO₂. Ver Tabla 2.1

Nota:

Para calcular el modelo se debe tomar en cuenta como prioridad la ecuación 2.7, si el vehículo no cuenta con el valor de las emisiones de CO₂, se cobra de acuerdo a la potencia fiscal⁶.

Tabla 2. 1. Escala del impuesto según emisiones de CO₂

Emisiones de CO ₂ (g/km)	Impuesto (%)
≤ 120	0
120 a 159	4,75
160 a 199	9,75
≥200	14.75

(Fuente: ACEA, 2016)

Ejemplo 1:

Se desea encontrar el impuesto a la matriculación de un vehículo cuyas características son: marca Chevrolet, modelo Sail, de 1400 cc, y sus emisiones de CO₂ son de 139 g/km. Con un costo de 10000 euros.

$$\begin{aligned} IAV &= P_v \times Y \\ IAV &= 10000 \times (4,75\%) \\ IAV &= 475 \text{ EUR} \end{aligned}$$

Ejemplo 2:

Se desea encontrar el impuesto a la matriculación de un vehículo cuyas características son: marca Kia, modelo picanto, cuyas emisiones de CO₂ son 140 g/km, cuyo precio es 8300 euros. (Año actual 2016).

$$\begin{aligned} IAV &= P_v \times Y \\ IAV &= 8300 \times (4,75\%) \\ IAV &= 394,25 \text{ EUR} \end{aligned}$$

⁶ La calculadora para el impuesto se encuentra en <http://www.coche.es/impuesto-matriculacion>.

2.1.5. Finlandia

En Finlandia se denomina “Impuesto de matriculación vehicular” y este se paga en la primera matriculación del vehículo por una sola vez. Este impuesto toma como componente de contribución básico a las emisiones de CO₂ de los vehículos aplicados a los automóviles, furgonetas y vehículos recreativos (Tiedotuskeskus, 2016).

El modelo matemático para el cálculo de la tasa de impuestos se determina en base al precio del vehículo, emisiones de CO₂ y varios factores de ajuste como se presenta en la ecuación 2.8:

$$IAV = Pv \times \left\{ \left[52,15 - \left(\frac{51,95}{1 + e^{0,015 \times (CO_2 - 152)}} \right) \right] \times 0,01 \right\} \quad \text{Ec. (2.8)}$$

Dónde:

- IAV = Impuesto vehicular en euros
- Pv = Precio del vehículo en euros
- e = Constante matemática (2,71828...)
- CO₂ = Factor de emisión del CO₂ (g/km) obtenido de la ficha técnica del fabricante.

Nota: Para vehículos que no tenga el valor de emisiones del CO₂, se calculará dependiendo de la masa total del vehículo (ACEA, 2016).

Ejemplo 1:

El Hyundai Elantra con emisiones de 148 g/km de CO₂ y su precio de venta es de 18440 euros. Determinar el impuesto de matriculación.

$$\begin{aligned} IAV &= Pv \times \left\{ \left[52,15 - \left(\frac{51,95}{1 + e^{0,015 \times (CO_2 - 152)}} \right) \right] \times 0,01 \right\} \\ IAV &= 18440 \times \left\{ \left[52,15 - \left(\frac{51,95}{1 + e^{0,015 \times (148 - 152)}} \right) \right] \times 0,01 \right\} \\ IAV &= 18440 \times \left\{ \left[52,15 - \left(\frac{51,95}{1,94} \right) \right] \times 0,01 \right\} \\ IAV &= 18440 \times \{ [52,15 - (26,75)] \times 0,01 \} \\ IAV &= 18440 \times 0,254 \\ IAV &= 4683,76 \text{ EUR} \end{aligned}$$

Ejemplo 2:

El Volvo S60 con emisiones de 114 g/km de CO₂ y su precio de venta es de 32150 euros. Determinar el impuesto de matriculación.

$$\begin{aligned} IAV &= Pv \times \left\{ \left[52,15 - \left(\frac{51,95}{1 + e^{0,015 \times (CO_2 - 152)}} \right) \right] \times 0,01 \right\} \\ IAV &= 32150 \times \left\{ \left[52,15 - \left(\frac{51,95}{1 + e^{0,015 \times (114 - 152)}} \right) \right] \times 0,01 \right\} \\ IAV &= 32150 \times \left\{ \left[52,15 - \left(\frac{51,95}{1,56} \right) \right] \times 0,01 \right\} \\ IAV &= 32150 \times \{ [52,15 - (33,18)] \times 0,01 \} \\ IAV &= 32150 \times 0,1896 \\ IAV &= 6095,64 \text{ EUR} \end{aligned}$$

2.1.6. Francia

En Francia el impuesto sobre los vehículos de motor se conoce como “Potencia Fiscal”. Se aplica a turismos matriculados por primera vez y a vehículos de pasajeros que ingresan a Francia provenientes de países registrados en la Unión Europea.

El impuesto se basa en la potencia real del motor y las emisiones de CO₂. Este determina el valor a pagar por el impuesto en base intervalos presentados en la tabla 2.2. A continuación se presenta la ecuación 2.9 para el cálculo del impuesto. (ACEA, 2016):

$IAV \equiv Pf \text{ según tabla 2.2}$

$$Pf = \left(\frac{CO_2}{45} \right) + \left(\frac{P}{40} \right)^{1,6} \quad \text{Ec. (2.9)}$$

Dónde:

- IAV = Impuesto a la potencia fiscal expresada en euros,
- Pf = Potencia fiscal expresada en hp
- P = Potencia de los motores real, expresada en kilovatios (kW)
- CO₂ = Factor de emisión del dióxido de carbono (g/km) obtenido de la ficha técnica del fabricante.

La potencia real del motor y las emisiones de CO₂ se miden de acuerdo a los procedimientos y regulaciones de la Unión Europea. En la tabla 2.2, se obtiene el impuesto a pagar según la potencia fiscal obtenida de la ecuación 2.9.

Tabla 2. 2. Tasa del impuesto según potencia fiscal

Potencia fiscal (hp)	Tasa del impuesto (Euros)
≤ 3	750
4-6	1400
7-10	3000
11-15	3600
>15	4500

(Fuente: ACEA, 2016)

Ejemplo 1:

El Nissan pulsar 2016 tiene una potencia de 85 KW y sus emisiones es de 117 g/km de CO₂, determinar el impuesto a pagar.

$$Pf = \left(\frac{CO_2}{45}\right) + \left(\frac{P}{40}\right)^{1,6}$$

$$Pf = \left(\frac{117}{45}\right) + \left(\frac{85}{40}\right)^{1,6}$$

$$Pf = 2,54 + (2,12)^{1,6}$$

$$Pf = 2,54 + 3,32$$

$$Pf = 5,94 \text{ hp}$$

Según la tabla 2.2:

5,86 hp equivale a 1400 EUR

2.1.7. Holanda (países bajos)

En Holanda el impuesto de matriculación, se denomina “Impuestos sobre turismos y motocicletas”, conocido en holandés como “Motorrijwielen del Belasting Personenauto” (BPM)⁷. Se aplica a todos los vehículos nuevos de pasajeros y motocicletas, registrados por primera vez en el país.

El BPM se calcula sobre las emisiones de CO₂ del vehículo que depende del tipo de combustible para esto existen dos casos, el primero para vehículos a gasolina que hace referencia a través de dos tasas impositivas y el segundo caso hace referencia a vehículos a diésel a través de una tasa impositiva ya determinada, a continuación se presenta la ecuación 2.10 para el cálculo.

⁷ BPM: siglas de Motorrijwielen del Belasting Personenauto” (BPM), impuesto sobre turismos y motocicletas

Caso 1. Para vehículos a gasolina

$$IAV = (CO_2 \times Tasa\ 1) + Tasa\ 2 \quad \text{Ec. (2.10)}$$

Dónde:

- IAV = Impuestos sobre turismos y motocicletas (BPM), expresado en euros
- CO₂ = Factor de emisión del dióxido de carbono (g/km) obtenido de la ficha técnica del fabricante.
- Tasa 1 = Primera tasa impositiva en euros, tabla 2.3
- Tasa 2 = Segunda tasa impositiva en euros, tabla 2.3

Los umbrales y las tarifas son las mismas para los vehículos de gasolina y diésel. La tabla 2.3, muestra la cantidad total de impuesto a pagar por g/km de CO₂. (ACEA, 2016).

Tabla 2. 3. Impuesto por gramo de CO₂ en Holanda

Umbrales de CO ₂ (g / km)		Tasa 1 (euros)	Tasa 2 (euros)
Desde	Hasta incluye		
1	79	6	175
80	106	69	649
107	155	124	2512
156	174	239	8588
175	—	478	13129

(Fuente: ACEA, 2016)

Caso 2. Para vehículos diésel.

El impuesto para vehículos a diésel se aplica a las emisiones de CO₂ de más de 70 g/km. Para el 2016 el recargo es de € 86,43 por cada gramo de CO₂ que este encima de 67 g/km. (Belastingdienst, 2016)

$$IAV = (CO_2 - 67) \times 86,43 \quad \text{Ec. (2.11)}$$

Dónde:

- IAV = Impuestos sobre turismos y motocicletas (BPM), expresado en euros
- CO₂ = Factor de emisión del dióxido de carbono (g/km) obtenido de la ficha técnica del fabricante.

Ejemplo 1

¿Calcular el impuesto para un Citroen C3, a gasolina con un nivel de emisiones de CO₂ de 104 g/km?

$$IAV = (CO_2 \times Tasa 1) + Tasa 2$$

$$IAV = (104 \times 69) + 649$$

$$IAV = 7825 \text{ EUR}$$

Ejemplo 2

Las Emisiones de CO₂ del vehículo Nissan Qashqai diésel de 167 gr CO₂/km. A continuación calcular el pago del impuesto:

$$IAV = (CO_2 - 67) \times 86,43$$

$$IAV = (167 - 67) \times 86,43$$

$$IAV = 8643 \text{ EUR}$$

2.1.8. Luxemburgo

El impuesto vehicular en Luxemburgo se conoce como “Impuesto a la circulación”, el cual se paga anualmente. Esta aplicado a vehículos particulares, autobuses y a vehículos comerciales.

Se calcula en función de las emisiones de CO₂ y se determina por la ecuación 2.12 (Luxembourg, 2006)

$$IAV = CO_2 \times B \times FE \quad \text{Ec. (2.12)}$$

Dónde:

- IAV = Impuesto a la circulación, expresado en euros
- CO₂ = Factor de emisión del dióxido de carbono (g/km) obtenido de la ficha técnica del fabricante.
- B = Variable (0,9 en diésel y 0,6 en otros combustibles)⁸
- FE = Factor exponencial que es igual a 0,5 si las emisiones de CO₂ no superan los 90 gr CO₂/ km de y se incrementa 0,10 por cada 10 g/ km de CO₂ adicional. Ver tabla 2.4

⁸ Calculadora: <http://www.acl.lu/expertise/taxe-sur-les-vehicules-routiers>

A continuación se presentan en la tabla 2.4, el factor exponencial de acuerdo a las emisiones de CO₂.

Tabla 2. 4. Factor exponencial de las emisiones de CO₂

Emisiones de CO ₂ (g/km)	Factor de exponencial	Emisiones de CO ₂ (g/km)	Factor de exponencial
1 a ≤ 90	0,5	230 < a ≤ 240	2
90 < a ≤ 100	0,6	240 < a ≤ 250	2,1
100 < a ≤ 110	0,7	250 < a ≤ 260	2,2
110 < a ≤ 120	0,8	260 < a ≤ 270	2,3
120 < a ≤ 130	0,9	270 < a ≤ 280	2,4
130 < a ≤ 140	1,0	280 < a ≤ 290	2,5
140 < a ≤ 150	1,1	290 < a ≤ 300	2,6
150 < a ≤ 160	1,2	300 < a ≤ 310	2,7
160 < a ≤ 170	1,3	230 < a ≤ 240	2,8
170 < a ≤ 180	1,4	240 < a ≤ 250	2,9
180 < a ≤ 190	1,5	250 < a ≤ 260	3
190 < a ≤ 200	1,6	260 < a ≤ 270	3,1
200 < a ≤ 210	1,7	Etc...	
210 < a ≤ 220	1,8		
220 < a ≤ 230	1,9		

(Fuente: ACEA, 2016)

Ejemplo 1:

¿Calcular el impuesto para el vehículo Nissan Qashqai diésel de 167 g/km de CO₂?

$$IAV = CO_2 \times B \times FE$$

$$IAV = 167 \times 0,9 \times 1,3$$

$$IAV = 195,39 \text{ EUR}$$

Ejemplo 2:

¿Calcular el impuesto para el vehículo a gasolina de 400 g/km de CO₂?

$$IAV = CO_2 \times B \times FE$$

$$IAV = 400 \times 0,6 \times 3,7$$

$$IAV = 888 \text{ EUR}$$

2.1.9. Portugal

En Portugal se paga un “Impuesto sobre vehículos”. Este impuesto pagan los vehículos nuevos a gasolina y diésel por una sola vez al momento de matricular el vehículo.

Para estimar el impuesto para su cobro se analiza dos componentes, el primero es la capacidad de cilindrada y el segundo las emisiones de CO₂ del automotor.

El impuesto IAV se determina sumando los componentes como muestra la ecuación 2.13. (ACEA, 2016)

$$IAV = ISV_{cilindrada} + ISV_{CO_2} \quad \text{Ec. (2.13)}$$

Dónde:

- IAV = Impuesto sobre vehículos, expresado en euros
- $ISV_{cilindrada}$ = Impuesto sobre vehículos de acuerdo a la capacidad de Cilindrada. Ver tabla 2.5.
- ISV_{CO_2} = Impuesto sobre vehículos a las Emisiones de CO₂, de acuerdo al tipo de combustible determinado por el fabricante. Ver tabla 2.6 y 2.7 respectivamente⁹.

Tabla 2. 5. Impuesto vehicular según cilindrada

Cilindrada (cc)	$ISV_{cilindrada}$ (€)
≤ 1000cc	$ISV = 0,95 \times CC - €737$
1001-1250cc	$ISV = 1,03 \times CC - €740,55$
> 1250cc	$ISV = 4,84 \times CC - €5362,67$

(Fuente: ACEA, 2016)

⁹ Calculadora: <https://home.moonlight.pt/acapco2/>

Tabla 2. 6. Impuesto vehicular generado por gasolina

Gasolina	
CO₂ (g/Km)	ISV_{CO2} (€)
≤ 99	ISV = 4,00 × CO ₂ – €370
100-115	ISV = 7,00 × CO ₂ – €370
116-145	ISV = 45,49 × CO ₂ – €5,110
146-175	ISV = 53,00 × CO ₂ – €6,180
176-195	ISV = 135,00 × CO ₂ – €20,450
> 195	ISV = 178,00 × CO ₂ – €28,900

(Fuente: ACEA, 2016)

Tabla 2. 7. Impuesto vehicular generado por diésel

Diésel	
CO₂ (g/Km)	ISV_{CO2} (€)
≤79	ISV = 5,00 × CO ₂ – €380
80-95	ISV = 20,30 × CO ₂ – €1,600
96-120	ISV = 68,58 × CO ₂ – €6,228
121-140	ISV = 152,10 × CO ₂ – €16,380
141-160	ISV = 169,15 × CO ₂ – €18,800
> 160	ISV = 232,33 × CO ₂ – €28,950

(Fuente: ACEA, 2016)

Existen exenciones de este impuesto por ejemplo para combustibles diferentes a gasolina y diésel. Para los vehículos eléctricos solo deberán pagar el impuesto a la capacidad de cilindrada.

Ejemplo 1.

¿Cuánto es el impuesto que debe pagar el Chevrolet sail de 1400 cc de 139 g/km de CO₂?

$$ISV_{cilindrada} = 4,84 \times CC - 5362,27$$

$$ISV_{cilindrada} = 4,84 \times 1400 - 5362,27$$

$$ISV_{cilindrada} = 1413,73$$

$$ISV_{CO_2} = (45,49 \times CO_2) - 5,110$$

$$ISV_{CO_2} = (45,49 \times 139) - 5,110$$

$$ISV_{CO_2} = 1213 \text{ EUR}$$

$$IAV = ISV_{cilindrada} + ISV_{CO_2}$$

$$IAV = 1413,73 + 1213$$

$$IAV = 2626,73 \text{ EUR}$$

2.1.10. Rumania

En Rumania se paga un impuesto medio ambiental vehicular llamado "Impuesto a la tasa ecológica", el cual se debe pagar en la primera matriculación del vehículo.

El impuesto se basa en las emisiones de CO₂, cilindrada, las normas europeas y la clasificación de vehículo. Ver tabla 2.8. A continuación se presenta las ecuaciones que se utilizan para calcular el impuesto. (ACEA, 2016)

Caso 1: Vehículos de la categoría M1, con normas Euro 6, 5, 4 y 3.

$$IAV = [CO_2 \times B \times (100 - C)] / 100 \quad \text{Ec. (2.14)}$$

Dónde:

- IAV = Impuesto a la tasa ecológica, expresada en euros
- CO₂ = Factor de emisión del dióxido de carbono (g/km) obtenido de la ficha técnica del fabricante.
- B = Relación entre cilindrada y CO₂. Ver las tablas 2.9, 2.10, 2.11, 2.12, 2.13 según corresponda.
- C = % de reducción. Ver tabla 2.14

Caso 2: Vehículos de las categorías M1, M2, M3, N1, N2 y N3 con normativa Euro 1, Euro 2, y los que no cumplan con las normas.

$$IAV = [E \times D \times (100 - C)] / 100 \quad \text{Ec. (2.15)}$$

Dónde:

- IAV = Impuesto a la tasa ecológica, expresada en euros
- C = % de reducción. Ver la tabla 2.14
- D = Cilindrada del motor (cc)
- E = Tasa según tipo de combustible y normas euro. Ver la tabla 2.15 y 2.16 según corresponda¹⁰

¹⁰ Calculadora: <http://www.servicii-inmatriculare.ro/calculator-tax-auto/>

A continuación se presentan las tablas que sirven como complemento para las ecuaciones 2.14 y 2.15.

Tabla 2. 8. Clasificación de los vehículos

Categoría	Sub clasificación	
M (Para pasajeros)	M1	Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados
		Vehículos de ocho asientos o menos.
	M2	Vehículos de más de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos.
	M3	Vehículos de más de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de más de 5 toneladas
N (Para carga)	N1	Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y
		Vehículos de peso bruto vehicular de 3,5 toneladas o menos
	N2	Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 3,5 toneladas hasta 12 toneladas.
	N3	Vehículos de peso bruto vehicular mayor a 12 toneladas

(Fuente: ACEA, 2016)

Tabla 2. 9. Emisiones de CO₂ para vehículos a gasolina con Norma Euro 5 y 6

Emisiones de CO₂ (g/km)	Capacidad de cilindrada (cc)						
	≤ 1000	1001-1200	1201-1400	1401-1600	1601-2000	2001-3000	≥ 3001
≤ 110	0,30	0,36	0,45	0,51	0,60	0,81	0,99
111-120	0,42	0,50	0,63	0,71	0,84	1,13	1,39
121-130	0,54	0,65	0,81	0,92	1,08	1,46	1,78
131-140	0,66	0,79	0,99	1,12	1,32	1,78	2,18
141-150	0,78	0,94	1,17	1,33	1,56	2,11	2,57
151-165	0,96	1,15	1,44	1,63	1,92	2,59	3,17
166-180	1,26	1,51	1,89	2,14	2,52	3,40	4,16
181-195	1,44	1,73	2,16	2,45	2,88	3,89	4,75
196-210	1,62	1,94	2,43	2,75	3,24	4,37	5,35
> 210	2,04	2,45	3,06	3,47	4,08	5,51	6,73

(Fuente: ACEA, 2016)

Tabla 2. 10. Emisiones de CO₂ para vehículos a gasolina Euro 4.

Emision es de CO ₂ (g/km))	Capacidad de cilindrada (cc)						
	≤ 1000	1001- 1200	1201- 1400	1401- 1600	1601- 2000	2001- 3000	≥ 3001
≤ 110	1,80	2,16	2,70	3,06	3,60	4,86	5,94
111-125	2,52	3,02	3,78	4,28	5,04	6,80	8,32
126-140	3,24	3,89	4,86	5,51	6,48	8,75	10,69
141-155	3,96	4,75	5,94	6,73	7,92	10,69	13,07
156-170	4,68	5,62	7,02	7,96	9,36	12,64	15,44
171-185	5,76	6,91	8,64	9,79	11,52	15,55	19,01
186-200	7,56	9,07	11,34	12,85	15,12	20,41	24,95
201-215	8,64	10,37	12,96	14,69	17,28	23,33	28,51
≥ 216	9,72	11,66	14,58	16,52	19,44	26,24	32,08

(Fuente: ACEA, 2016)

Tabla 2. 11. Emisiones de CO₂ para vehículos a gasolina Euro 3

Emisiones CO ₂ (g/km)	Capacidad de cilindrada (cc)						
	≤ 1000	1001- 1200	1201- 1400	1401- 1600	1601- 2000	2001- 3000	≥ 3001
≤ 110	5,40	6,48	8,10	9,18	10,80	14,58	17,82
111-125	7,56	9,07	11,34	12,85	15,12	20,41	24,95
126-140	9,72	11,66	14,58	16,52	19,44	26,24	32,08
141-155	11,88	14,26	17,82	20,20	23,76	32,08	39,20
156-170	14,04	16,85	21,06	23,87	28,08	37,91	46,33
171-185	17,28	20,74	25,92	29,38	34,56	46,66	57,02
186-200	22,68	27,22	34,02	38,56	45,36	61,24	74,84
201-215	25,92	31,10	38,88	44,06	51,84	69,98	85,54
≥ 216	29,16	34,99	43,74	49,57	58,32	78,73	96,23

(Fuente: ACEA, 2016)

Tabla 2. 12. Emisiones de CO₂ para vehículos diésel Euro 4

CO ₂ emisiones (g/km)	Capacidad de cilindrada (cc)						
	≤ 1000	1001- 1200	1201- 1400	1401- 1600	1601- 2000	2001- 3000	≥ 3001
≤ 110	3,15	3,78	4,73	5,36	6,30	8,51	10,40
111-125	4,41	5,29	6,62	7,50	8,82	11,91	14,55
126-140	5,67	6,80	8,51	9,64	11,34	15,31	18,71
141-155	6,93	8,32	10,40	11,78	13,86	18,71	22,87
156-170	8,19	9,83	12,29	13,92	16,38	22,11	27,03
171-185	10,08	12,10	15,12	17,14	20,16	27,22	33,26
186-200	13,23	15,88	19,85	22,49	26,46	35,72	43,66
201-215	15,12	18,14	22,68	25,70	30,24	40,82	49,90
≥ 216	17,01	20,41	25,52	28,92	34,02	45,93	56,13

(Fuente: ACEA, 2016)

Tabla 2. 13. Emisiones de CO₂ para vehículos diésel Euro 3

Emisiones CO ₂ (g/km)	Capacidad de cilindrada (cc)						
	≤ 1000	1001- 1200	1201- 1400	1401- 1600	1601- 2000	2001- 3000	≥ 3001
≤ 110	9,45	11,34	14,18	16,07	18,90	25,52	31,19
111-125	13,23	15,88	19,85	22,49	26,46	35,72	43,66
126-140	17,01	20,41	25,52	28,92	34,02	45,93	56,13
141-155	20,79	24,95	31,19	35,34	41,58	56,13	68,61
156-170	24,57	29,48	36,86	41,77	49,14	66,34	81,08
171-185	30,24	36,29	45,36	51,41	60,48	81,65	99,79
186-200	39,69	47,63	59,54	67,47	79,38	107,16	130,98
201-215	45,36	54,43	68,04	77,11	90,72	122,47	149,69
≥ 216	51,03	61,24	76,55	86,75	102,06	137,78	168,40

(Fuente: ACEA, 2016)

Tabla 2. 14. Porcentaje de reducción

Año de vehículo	Porcentaje de reducción	Año de vehículo	Porcentaje de reducción
Nuevo	0	>6-7 años	49
≤ 1 meses	3	>7-8 años	55
>1-3	5	>8-9 años	61
>3-6	8	>9-10 años	66
>6-9	10	>11-12 años	73
>9 meses -1año	13	>12-13 años	79
>1-2 años	21	>13-14 años	89
>2-3 años	28	>14 años	90
>3-4 años	33		
>4-5 años	38		
>5-6 años	43		

(Fuente: ACEA, 2016)

Tabla 2. 15. Cilindrada vs tasa de vehículos diésel y gasolina según normas Euro

Norma	Cilindrada	Tasa(€/cc) vehículos a gasolina	Tasa(€/cc) vehículos a Diésel
Euro 2	≤1200	3,00	5,25
	1201-1400	3,50	6,13
	1401-1600	4,00	7,00
	1601-2000	4,30	7,53
	2001-3000	4,60	8,05
	>3000	4,90	8,58
Euro 1	≤1200	2,90	5,08
	1201-1400	3,30	5,78
	1401-1600	3,80	6,65
	1601-2000	4,20	7,35
	2001-3000	4,40	7,70
	>3000	4,50	7,88

(Fuente: ACEA, 2016)

Tabla 2. 16. Tasa según norma Euro para tipos de vehículos N1, N2, N3, M2, M3.

Norma	Tasa (€/cc)
Euro 6	0
Euro 5	0,05
Euro 4	0,25
Euro 3	0,5
Euro 2	2
Euro 1	4
Euro 0	9

(Fuente: ACEA, 2016)

Ejemplo 1:

Un vehículo a gasolina del año 2010, con Norma Euro 4 tipo M1, de cilindrada 1500 cc, cuanto debe pagar por el impuesto especial o tasa ecológica si las emisiones son 172 g/Km de CO₂.

$$\begin{aligned}
 IAV &= [CO_2 \times B \times (100 - C)]/100 \\
 IAV &= [172 \times 9,79 \times (100 - 49)]/100 \\
 IAV &= [85877,88]/100 \\
 IAV &= 858,77 \text{ EUR}
 \end{aligned}$$

Ejemplo 2:

Un vehículo a Diésel del año 2015, con Norma Euro 5 tipo M1, de cilindrada 2200 cc, cuanto debe pagar por el impuesto especial o tasa ecológica si las emisiones son 112 g/Km de CO₂.

$$\begin{aligned}
 IAV &= [CO_2 \times B \times (100 - C)]/100 \\
 IAV &= [112 \times 1,13 \times (100 - 13)]/100 \\
 IAV &= [11010,72]/100 \\
 IAV &= [11010,72]/100 \\
 IAV &= 110 \text{ EUR}
 \end{aligned}$$

2.1.11. Suecia

En Suecia se llama al modelo “Impuesto a la circulación”, el cual es aplicable al peso del vehículo y las emisiones de CO₂ que dependen de la tecnología como las Normas Euro 4, 5, 6. Además este impuesto se paga por los vehículos de pasajeros anualmente al momento de matriculación. (ACEA, 2016)

Caso 1: Vehículos que no cumplen con las normas Euro 4, se calcula el impuesto en base al peso del vehículo.

Tabla 2. 17. Equivalencia del impuesto según peso del vehículo

Peso	Impuesto a la gasolina (SEK)	Impuesto al diésel (SEK)
Hasta 900 Kg	913,00	2298,00
901 - 1000kg	1129,00	2863,00
Mayor a 100 kg	214,00	564,00

(Fuente: ACEA, 2016)

Caso 2: Vehículos que cumplen con las normas Euro 4, se calcula el impuesto en base a las emisiones de CO₂ y de acuerdo al tipo de combustible.

Vehículos a Gasolina

$$I_{AV} = 360 + [22 \times (CO_2 - 111)] \quad \text{Ec. (2.16)}$$

Vehículos a Diésel

$$I_{AV} = [2,37 (360 + 22 \times (CO_2 - 111))] + 250 \quad \text{Ec. (2.17)}$$

Vehículos con E85, metanol, GNV, GN

$$I_{AV} = 360 + [11 \times (CO_2 - 111)] \quad \text{Ec. (2.18)}$$

Dónde:

- IAV = Impuesto a la circulación, expresado en SEK (corona sueca)
- CO₂ = Emisiones determinadas por el fabricante, expresada en g/km.

Ejemplo 1:

¿Un vehículo a gasolina con emisiones de 200g/km de CO₂, cual es el impuesto a pagar?

$$I_{AV} = 360 + [22 \times (200 - 111)]$$

$$I_{AV} = 360 + [22 \times (89)]$$

$$I_{AV} = 360 + [1958]$$

$$I_{AV} = 2318 \text{ SEK}$$

Ejemplo 2:

¿Un vehículo a diésel con emisiones de 150 g/km de CO₂, cual es el impuesto a pagar?

$$IAV = [2,37 \times (360 + 22 \times (150 - 111))] + 250$$

$$IAV = [2,37 \times (1218)] + 250$$

$$IAV = 3136,66 \text{ SEK}$$

Ejemplo 3:

¿Un vehículo a GNV con emisiones de 80 g/km de CO₂, cual es el impuesto a pagar?

Vehículos con E85, metanol, GNV, GN

$$IAV = 360 + [11 \times (80 - 111)]$$

$$IAV = 360 + [-341]$$

$$IAV = 19 \text{ SEK}$$

Ejemplo 4:

¿Un vehículo a gasolina con tecnología Euro 3, cuyo peso es 1000 kg, cual es el impuesto a pagar?

IAV= 240 SEK (Ver tabla 27)

2.1.12. Ecuador

En Ecuador el modelo matemático se llama Impuesto Ambiental a la Contaminación Vehicular "IACV" o también denominado Impuesto Verde, que está en vigencia a partir del 19 de mayo del 2014, con resolución No. NAC- DGERC GC12-00295 del Servicio de rentas Internas (SRI), en registro oficial Suplemento N° 248.

Este impuesto grava a la contaminación del ambiente producida por el uso de vehículos motorizados de transporte terrestre, aunque existen algunas excepciones para este impuesto.

El impuesto ambiental está definido en base de la cilindrada y años de antigüedad del vehículo, este impuesto se paga anualmente.

El impuesto se describe en la siguiente ecuación 2.19.

$$IACV = [(cc - 1500) \times tarifa][1 + factor de ajuste] \quad \text{Ec. (2.19)}$$

Dónde:

- IACV = Impuesto ambiental a la contaminación vehicular, expresada en dólares
- cc = Cilindrada del motor en centímetros cúbicos.
- Tarifa = Valor según cilindraje. Ver tabla 2.18
- Factor de ajuste = porcentaje (%) según el año. Ver tabla 2.19

Tabla 2. 18. Tabla para la tarifa según cilindrada

No.	Cilindraje (en centímetros cúbicos)	Dólares por CC.
1	menor a 1500 c.c.	0
2	1501 - 2000 c.c.	0,08
3	2001 - 2500 c.c.	0,09
4	2501 - 3000 c.c.	0,11
5	3001 - 3500 c.c.	0,12
6	3501 - 4000 c.c.	0,24
7	Más de 4000 c.c.	0,35

(Fuente: SRI, 2016)

Tabla 2. 19. Factor de ajuste progresivo con la antigüedad del vehículo

No.	Años de antigüedad	Factor de ajuste
1	menor a 5 años	0%
2	de 5 a 10 años	5%
3	de 11 a 15 años	10%
4	de 16 a 20 años	15%
5	mayor a 20 años	20%
6	Híbridos	-20%

(Fuente. SRI, 2016)

Nota: Este impuesto tienen que pagar los propietarios de los vehículos cuya cilindrada supere los 1500cc. A continuación se presenta algunas disposiciones para aplicar el modelo matemático.

a) Disposición transitoria

El modelo considera una disposición transitoria a partir del año fiscal 2012 hasta el 2016 que establece que los vehículos cuyo cilindraje sea mayor a 2500 centímetros cúbicos y tengan más de 5 años, contados desde el año de fabricación del vehículo, tendrán una rebaja del 80% del valor del IACV a pagar durante 3 años, y la rebaja será del 50% para el 4to y 5to año.

b) Algunas exenciones para vehículos que no pagan impuesto

- De las entidades del sector público.
- De choferes profesionales.
- De transporte público modalidad escolar y taxis.
- Vehículos destinados para el uso y traslado de personas con discapacidad.
- Vehículos de propiedad de personas de la tercera edad.
- Vehículos clásicos.
- Vehículos eléctricos.
- Vehículos directamente relacionados con la actividad productiva del contribuyente.
- Las ambulancias y hospitales rodantes.
- Vehículos de organismos internacionales y diplomáticos.

c) Consideraciones del IACV

- Este impuesto será exigible para la obtención de la matrícula, en el caso de vehículos nuevos el impuesto será pagado antes de que el distribuidor lo entregue a su propietario.
- Los intereses de mora se aplican de acuerdo a la tabla trimestral del Banco Central del Ecuador (BCE), a partir del primer día del mes siguiente de pago, dependiendo el último dígito de la placa.
- La Institución de Tránsito exigirá el pago del impuesto, previo a la entrega de la matrícula, debiendo obligatoriamente verificar su idoneidad en el sistema.

- En ningún caso el valor del impuesto a pagar será mayor al valor correspondiente al 40% del avalúo del vehículo, en el año al que corresponda el pago del referido impuesto.
- Los contribuyentes de 65 años o más que adquieran un vehículo nuevo no deben solicitar la exoneración del Impuesto Ambiental a la Contaminación Vehicular, porque el sistema genera automáticamente este beneficio en el momento en que la comercializadora realiza el registro del propietario.
- Para el caso de vehículos eléctricos, el sistema generará automáticamente la exoneración del IACV, siempre y cuando el Servicio Nacional de Aduana del Ecuador o los ensambladores, que registran las características principales de los vehículos importados y de fabricación nacional respectivamente, registren el tipo de combustible "Eléctrico" en el archivo XML que remiten al SRI. (SRI, Servicio de Rentas Internas, 2015)

A continuación se presentan ejemplos desarrollados con la fórmula para cobrar el impuesto ambiental a la contaminación vehicular.

Ejemplo 1:

Un vehículo particular del año 2003, con cilindrada de 4000cc. ¿Cuál es el impuesto a pagar en el año fiscal 2016?

$$\begin{aligned}
 IACV &= (cc - 1500) \times Tarifa \times (1 + FA) \\
 IACV &= (4000 - 1500) \times 0,24 \times (1 + 0,10) \\
 IACV &= 2500 \times 0,24 \times 1.1 \\
 IACV &= 660 \text{ USD} - 50\% \\
 IACV &= 330,00 \text{ USD}
 \end{aligned}$$

Ejemplo 2:

Un vehículo particular del año 2015, con cilindrada de 3000cc. ¿Cuál es el impuesto a pagar en el año 2016?

$$IACV = (cc - 1500) \times Tarifa \times (1 + FA)$$

$$IACV = (3000 - 1500) \times 0,11 \times (1 + 0)$$

$$IACV = 1500 \times 0,11 \times 1$$

$$IACV = 165 \text{ USD}$$

2.2. Cálculo de modelos ambientales a nivel mundial

Los modelos ambientales vehiculares descritos anteriormente se fundamentan en variables como la cilindrada, año de fabricación, emisiones de CO₂, potencia y el precio del vehículo. Estas variables adoptan los países para implementar un impuesto vehicular orientado a un impuesto verde, el cual en algunos casos tiene un fin medioambiental y en otros tan solo un fin tributario.

A continuación se evalúa a través de un análisis comparativo el valor del impuesto ambiental vehicular que existe en Ecuador con cada uno de los modelos de los países analizados. Para el cálculo de cada uno de los modelos se utiliza los vehículos más vendidos en Ecuador y en el mundo, entre los cuales tenemos que:

En Ecuador las marcas y modelos de vehículos que más participación han tenido según estadísticas de la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE, 2015), corresponden a Chevrolet Aveo, Kia Sportage y Rio, Hyundai Accent, Mazda BT50 y Toyota Hilux. (AEADE, 2014). A nivel mundial los vehículos más vendidos son Volkswagen Golf, Kia Sportage y Rio, Toyota Hilux, Opel Corsa.

Por lo tanto para los cálculos se seleccionan las marcas Kia rio, Kia Sportage y Toyota Hilux porque son las que más aceptación tienen tanto en Ecuador como en el mundo. A continuación se presentan las características de los vehículos de análisis, en la tabla 2.20:

Tabla 2. 20. Especificaciones generales de los vehículos en estudio

Especificaciones	Kia Rio R	Kia Sportage R GDI	Toyota Hilux 3,0 Diésel
Cilindrada (cc)	1200	2000	3000
Potencia Max. (KW)	63	100	125
Emisiones de CO ₂ (g/Km)	109	119	203
Tipo de combustible	Gasolina	Gasolina	Diésel
Año de fabricación	2015	2015	2015
Tipo de Norma	Euro 5	Euro 5	Euro 5
Categoría	M1	M1	M2

(Fuente: Autores, ficha técnica del fabricante, 2016)

La tabla 2.21, presenta los precios de comercialización al público de los tres vehículos en mención en su respectivo país y con su moneda de circulación.

Tabla 2. 21. Precios de comercialización de vehículos

País	Marcas	Precio vehículo según moneda de cada país	Precio vehículo dólares
Austria	Kia Rio	15389,00 EUR	17379,00
	Kia Sportage	37626,00 EUR	42492,00
	Toyota Hilux	35563,00 EUR	40162,00
Bélgica	Kia Rio	13678,00 EUR	15447,00
	Kia Sportage	37626,00 EUR	42492,00
	Toyota Hilux	35563,00 EUR	40162,00
Chile	Kia Rio	7878,779,73 CLP	11586,00
	Kia Sportage	13690,960,84 CLP	20133,00
	Toyota Hilux	27175,193,82 CLP	39962,00
España	Kia Rio	14457,00 EUR	16327,00
	Kia Sportage	23022,00 EUR	26000,00
	Toyota Hilux	32586,00 EUR	36800,00
Finlandia	Kia Rio	12543,00 EUR	14165,00
	Kia Sportage	21150,00 EUR	23885,00
	Toyota Hilux	23885,00 EUR	42967,00

Francia	Kia Rio	16597,00 EUR	18743,00
	Kia Sportage	23148,00 EUR	26142,00
	Toyota Hilux	38185,00 EUR	43123,00
Holanda	Kia Rio	13281,00 EUR	14999,00
	Kia Sportage	24051,00 EUR	27162,00
	Toyota Hilux	36126,00 EUR	40798,00
Luxemburgo	Kia Rio	13761,00 EUR	15541,00
	Kia Sportage	22403,00 EUR	25300,00
	Toyota Hilux	31230,00 EUR	35269,00
Portugal	Kia Rio	13527,00 EUR	15277,00
	Kia Sportage	25846,00 EUR	29189,00
	Toyota Hilux	37832,00 EUR	42725,00
Rumania	Kia Rio	13734,00 EUR	15510,00
	Kia Sportage	18595,00 EUR	21000,00
	Toyota Hilux	36131,00 EUR	40804,00
Suecia	Kia Rio	138455,47 SEK	16780,00
	Kia Sportage	216124,21 SEK	26193,00
	Toyota Hilux	336682,78 SEK	40804,00
Ecuador	Kia Rio	18000,00 USD	18000,00
	Kia Sportage	26000,00 USD	26000,00
	Toyota Hilux	42000,00 USD	42000,00

(Fuente: Autores, 2016)

En la tabla 2.22, se calcula el impuesto vehicular anual y único para cada país con sus respectivas variables de cálculo expresado en dólares, para los tres tipos de vehículos. En la mayoría de países el impuesto anual se paga durante la vida útil de los vehículos, logrando de esta manera compensar un pago único de este impuesto que existen en otros países, es por esto que se calcula para los dos pagos, tanto anual como para el valor único.

Tabla 2. 22. Análisis comparativo de impuestos mundiales anuales y únicos

PAIS	VARIABLE	VIDA UTIL	IMPUESTO ANUAL (dólares)			IMPUESTO UNICO (dólares)		
		(años)	Kia Rio	Kia Sportage	Toyota Hilux	Kia Rio	Kia Sportage	Toyota Hilux
Austria	Emisiones CO ₂ y cilindrada	15	24,02	144,30	585,10	360,40	2164,53	8776,61
Bélgica	Emisiones + tipo de combustible	15	297,00	423,00	1704,00	4455,00	6345,00	25560,00
Chile	Emisiones de NOx	15	15,72	37,53	83,40	235,85	563,00	1251,00
España	Emisiones de CO ₂	15	0,00	0,00	361,86	0,00	1235,00	5428,00
Finlandia	Emisiones de CO ₂ + precio	15	170,67	316,40	1021,20	2560,00	4746,00	15318,00
Francia	CO ₂ , potencia	15	93,00	200,00	240,00	1400,00	3000,00	3600,00
Holanda	CO ₂ + precio	15	216,33	787,60	862,20	3245,00	11814,00	12933,00
Luxemburgo	CO ₂	15	78,43	110,00	353,00	1176,45	1650,00	5295,00
Portugal	Cilindrada y CO ₂	15	67,33	457,27	2.073,93	1010,00	6859,00	31109,00
Rumania	CO ₂ , cilindrada	15	2,58	15,13	58,46	38,80	227,00	877,00
Suecia	CO ₂ , cilindrada	15	38,77	66,0	724,00	581,55	990,00	10860,00
Ecuador	Cilindrada, año	15	0,00	40,00	138,60	0,00	600,00	1800,00

(Fuente: Autores, 2016)

En la figura 2.1 se observa que el impuesto más alto corresponde a Bélgica, debido a que en la estructura de su modelo matemático considera una tasa muy alta por gramo de CO₂ emitida. En el caso de España, el impuesto es cero, porque el límite mínimo de emisiones que gravan impuestos es 120 g/km CO₂ y el vehículo en mención posee 109 g/Km CO₂. Mientras que en Ecuador el impuesto es 0 dólares debido a que el modelo no considera el CO₂ y el parámetro cilindrada no está dentro de la fórmula.

El Impuesto ambiental vehicular que se cobra al Kia Rio en diferentes países depende del modelo matemático. Para este vehículo el mayor impuesto se genera en Bélgica y el menor impuesto en Ecuador y España, estos valores se obtienen porque la cantidad de CO₂ que emite el vehículo es baja y el grado de control ambiental en dichos países no es demasiado exigente.

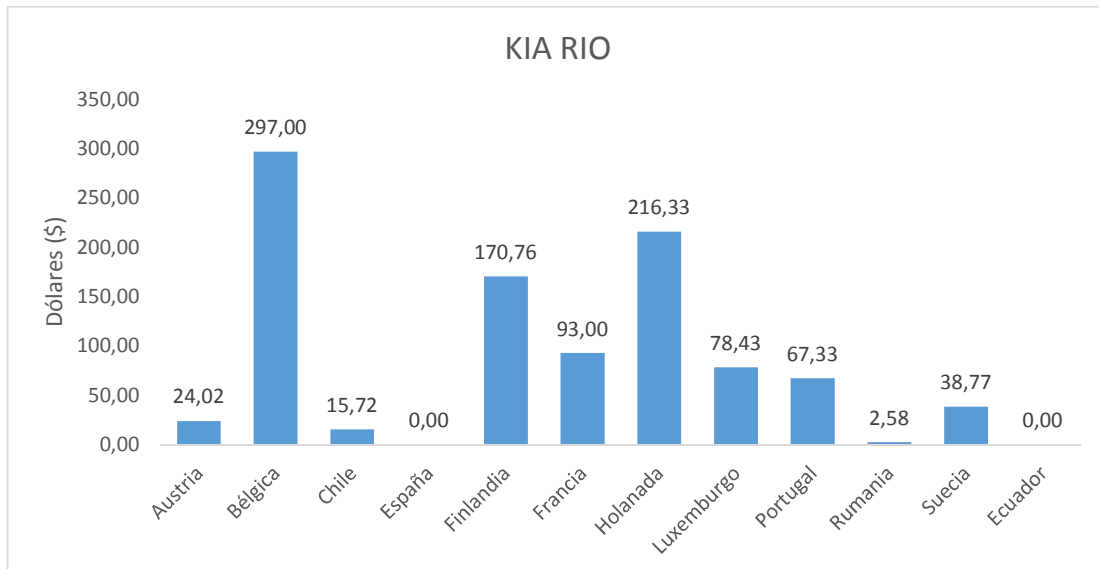


Figura 2. 1. Impuestos ambientales vehicular anual para el Kia Rio.

(Fuente: Autores, 2016)

La figura 2.2, que pertenece al Kia Sportage indica que Holanda es el país que establece un costo más alto por gramo de CO₂, por su gran exigencia medioambiental. Por otro lado el impuesto de España es nulo, porque el vehículo Sportage, no alcanza el límite mínimo de emisiones. Mientras que en Ecuador se observa un impuesto, pero considerando su cilindrada y no las emisiones de CO₂

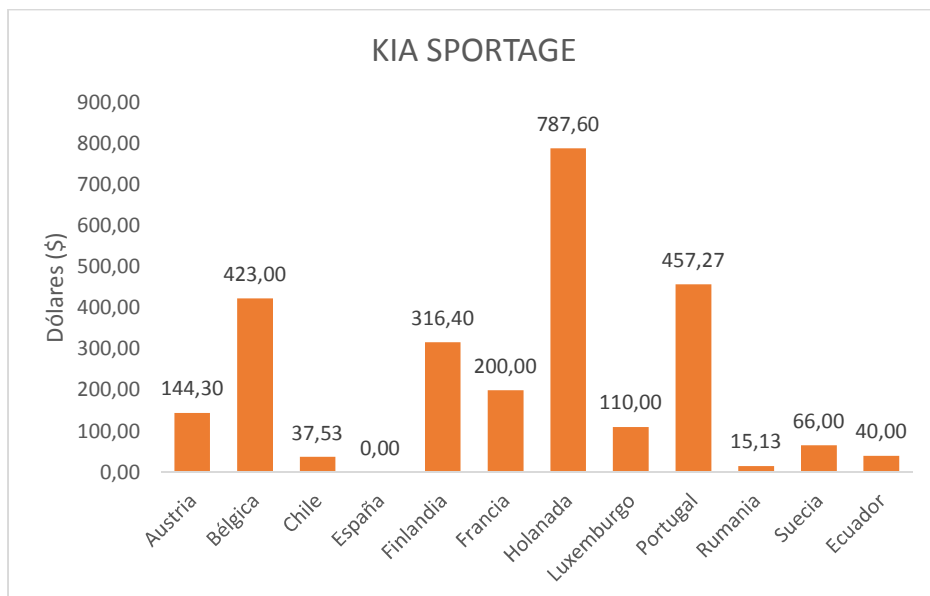


Figura 2. 2. Impuesto ambientales vehicular anual para el Kia Sportage

(Fuente: Autores, 2016)

La figura 2.3 muestra el valor que debe pagar la Toyota Hilux. Este vehículo posee una cilindrada y emisiones de CO₂ altas, lo que genera un impuesto alto para Portugal, porque el modelo considera dos variables gramos de CO₂ y cilindrada.

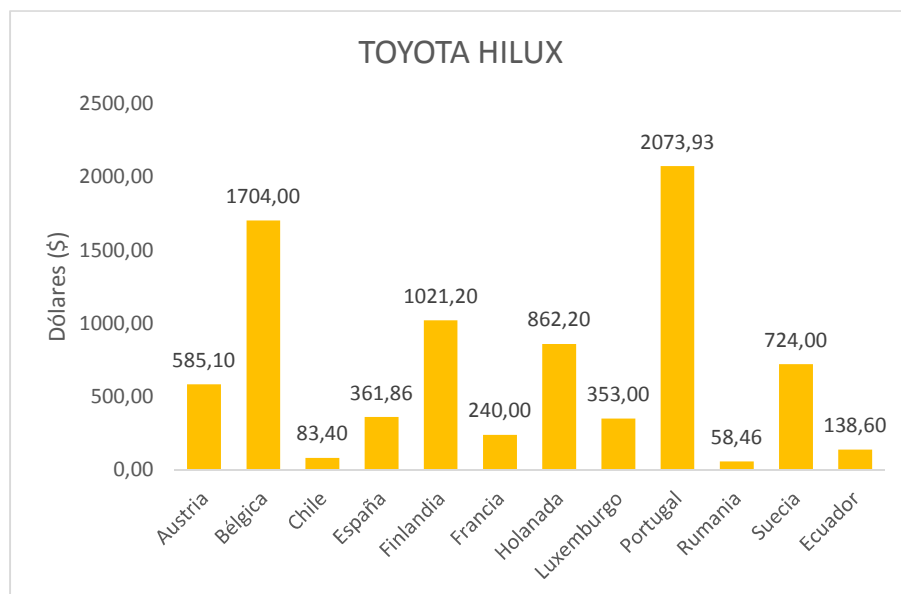


Figura 2. 3. Impuesto ambientales vehicular anual para la Toyota Hilux

(Fuente: Autores, 2016)

Según los resultados obtenidos de los impuestos vehiculares aplicados a los vehículos se puede concluir que:

Los modelos matemáticos de los países hacen que los vehículos paguen un impuesto alto o bajo según la política de cada país y variables que consideren. Los modelos descritos anteriormente consideran como variables de cálculo a los siguientes parámetros:

- Emisiones de CO₂
- Cilindrada del vehículo
- Potencia del vehículo
- Precio del vehículo
- Año de fabricación ,
- Tipo de vehículo
- Tipo de combustible

Para la estimación de los impuestos de contaminación vehicular en la mayoría de casos se utiliza el CO₂ como una variable principal, por su incidencia directa con el medioambiente.

Este valor está enfocado en valores determinados por el fabricante, sin embargo este dato no resulta tan eficiente debido a que los vehículos cambian sus características mecánicas de acuerdo a su vida útil, el cual no representa el CO₂ como un valor real.

Para obtener las emisiones de CO₂ reales, los modelos matemáticos deberán contemplar como variable principal el consumo específico de combustible real.

Por tal razón en el siguiente capítulo se plantea un modelo matemático orientado a valores reales de emisiones de CO₂, que cumplan con la condición del “impuesto verde” que permita aplicar el principio de quien contamina paga.

3. PLANTEAMIENTO DEL MODELO MATEMÁTICO

El presente capítulo describe las variables y la metodología para desarrollar la fórmula o ecuación matemática que permitirá cobrar el impuesto verde a los vehículos en función de: Las emisiones contaminantes de CO₂ generadas por el consumo de combustible, costo de la tonelada de CO₂ y un factor de ajuste que estará determinado por un límite permisible de consumo.

3.1. Antecedentes del modelo matemático.

El proyecto propuesto obedece a una necesidad medioambiental en el Ecuador, ya que las regulaciones tradicionales aplicadas por las entidades competentes no están solucionando los problemas ambientales sino imponiendo costos sustanciales a la población. Esto ha motivado que se piense en otro mecanismo que sea más justo y consecuente a la hora de grabar un impuesto por contaminación vehicular.

El cambio climático es la mayor amenaza ambiental para las autoridades de turno, el cual se debe al incremento de las emisiones de CO₂, provocadas por la quema de combustibles fósiles del sector del transporte. En el Ecuador la gasolina y el diésel son los combustibles más comercializados, lo que indica que el índice de emisiones de CO₂ es significativa. Conocida la efectividad de los impuestos verdes que actúan sobre las emisiones de CO₂ en otros países, surge como un deseo, la implementación del principio de quién contamina paga. Los impuestos verdes conocidos también como impuestos al carbono son unas de las herramientas de control ambiental para el control de emisiones de CO₂ que pueden entregar resultados esperanzadores si se aplican correctamente en el Ecuador. La correcta aplicación responde a la metodología a usarse, donde se pretende controlar las emisiones a través del consumo de combustible que realizan los vehículos. Estas emisiones se las utilizará como la base imponible del impuesto, descartando las características del vehículo como cilindrada, año de antigüedad, potencia entre otras se descartan porque estas no son las más acertadas para utilizarlas como base imponible de un impuesto sobre contaminación ambiental vehicular.

El deficiente sistema de la metodología del Impuesto Ambiental a la Contaminación Vehicular (IACV) que se emplea actualmente al parque automotor es una premisa que motiva investigar una nueva metodología. El modelo IACV es un modelo más de carácter

tributario antes que medioambiental, pues aquel considera la cilindrada y el año de antigüedad como parámetros de cálculo que determinan la imposición del impuesto, sin considerar que estos son parámetros constantes y no cambian. Esta característica explica que el valor del impuesto siempre será el mismo sin considerar que el vehículo no necesariamente se encuentra contaminando. La exoneración a todos los vehículos con cilindradas menores a 1600 cc, es otra inconsistencia del modelo, pues estos vehículos se encuentran circulando y por lo tanto estos vehículos también generan contaminación. Además, la disposición de las transitorias sobre el modelo ha ocasionado que un cierto grupo de vehículos accedan a un descuento en el impuesto y otros no.

Por lo expuesto anteriormente, este trabajo busca definir un modelo matemático para el cálculo del impuesto verde por consumo de combustible que reúna las características de un impuesto verde de tipo indirecto y que cumpla con el principio de progresividad, el cual se basa en las emisiones de CO₂ que son ocasionadas por la actividad vehicular con el consumo de combustible. Esta característica permite decir que el valor de imposición del impuesto no será constante sino variable, lo que demuestra que este modelo cumple con el principio de quien contamina más paga más.

Para el 2015 se estimó que existen matriculados 1 725 712 vehículos en todo el país, llegando en Quito a matricularse anualmente entre el 10% y 12%. Según el SRI la recaudación de la tarifa del impuesto verde a la contaminación vehicular en el 2014 llegó a \$ 115 299,00 y para el 2015 se recaudó alrededor de \$ 113 198, 00.

Desde el punto de vista fiscal el nuevo modelo planteado permitirá ajustarse en términos de recaudación al modelo actual IACV, lo que permitirá garantizar su aplicabilidad y además ser analizado como una nueva alternativa para el cálculo del impuesto verde del parque automotor ecuatoriano.

3.2. Definiciones

- **Consumo teórico:** El consumo teórico de combustible o rendimiento de un vehículo está determinado por la cantidad de combustible necesario para recorrer una distancia predeterminada, operando bajo condiciones típicas de un ciclo de conducción. Dicho rendimiento está relacionado con el consumo de combustible del vehículo y viene expresado en Litros/km (Oficina Catalana del Cambio Climatico, 2017)

- **Consumo real:** El consumo real o consumo específico es la cantidad de combustible que el usuario coloca al vehículo durante el año para su movilización expresado en gal/año.
- **Emisiones de CO₂:** Se considera a la liberación de gases de efecto invernadero (CO₂) en la atmosfera, producidos por la quema de combustibles procedentes de depósitos de carbono fósil, como el petróleo, el gas o el carbón. Las emisiones se calculan multiplicando el factor de emisión por el dato de actividad (consumo de combustible) (IPCC, 2014)
- **Factor de emisión:** El factor de emisión es el coeficiente que relaciona los datos de actividad (consumo de energía, unidades de producción, kilómetros recorridos, entre otros) con la cantidad de contaminante emitido a la atmosfera. Este valor viene determinado por el tipo de combustible que utiliza el vehículo y es determinado a nivel mundial por organismos internacionales. (Oficina Catalana del Cambio Climatico, 2017)
- **Factor de ajuste:** El factor de ajuste de un modelo matemático es aquel que permite hacer ajustes al resultado final a partir de consideraciones de las variables de cálculo. Por lo general estos factores de ajuste son valores de adición o sustracción del modelo. Estos factores se plantean por las múltiples condiciones que puede presentar una variable del modelo matemático. Por ejemplo un factor puede ser un porcentaje de recargo o descuento en la tarifa por el bajo o excesivo consumo de combustible.
- **Impuesto:** Son los pagos o prestaciones que se pagan al Estado de acuerdo a la ley, con el objetivo de satisfacer las necesidades comunes de todos los ciudadanos, como medio ambiente, infraestructura, salud, educación, seguridad, etc. (Pérez N. O., 2011) Los impuestos se pueden clasificar en:
 - Progresivos: Cuando a mayor ganancia, mayor es el porcentaje de impuestos sobre la base.
 - Regresivos: Cuando a menor ganancia, menor es el porcentaje de impuestos sobre la base.
 - Impuestos directos e indirectos: Son directos los impuestos que se aplican sobre la renta y el patrimonio, y son indirectos aquellos que gravan el consumo.

- **Sanción:** Es una penalización al consumidor y se da cuando este supera un límite de consumo, por lo que le corresponde un recargo adicional en el impuesto.
- **Subsidio:** Son acciones del gobierno que fomentan ciertas actividades específicas o mejoran la rentabilidad de determinados sectores de una economía. (Pérez N. O., 2011) Existen diversos tipos de subsidio:
 - Subsidios directos: El Gobierno paga directamente una parte del servicio a algunos consumidores.
 - Subsidios cruzados (entre diferentes usuarios). En este caso la Empresa calcula su tarifa general (que cubre los costos totales) pero no cobra el mismo monto a todos los clientes. Algunos pagan más que el costo real, para permitir que otros paguen menos.
- **Costo de tonelada de CO₂:** Las reducciones de emisiones de GEI se miden en toneladas de CO₂ equivalente, y se traducen en Certificados de Emisiones Reducidas (CER). Un CER equivale a una tonelada de CO₂ que se deja de emitir a la atmósfera, y puede ser vendido en el mercado de carbono a países industrializados, de acuerdo a la nomenclatura del protocolo de Kyoto. (SENDECO2, 2016)

3.3. Características del modelo matemático

a) Nombre del Impuesto:

El modelo propuesto se llama IMPUESTO VERDE AL CONSUMO DE COMBUSTIBLE VEHICULAR, denominado por las siglas "IVCCV".

b) Objetivo:

El objetivo es calcular el impuesto verde de los vehículos por concepto de emisiones de CO₂ provocadas por consumo de combustible vehicular.

c) Finalidad:

- La finalidad es proponer que se controlen las emisiones contaminantes de gases de efecto invernadero como el CO₂ en base al consumo de combustible.

- Incentivar a que el usuario adquiriera vehículos de mejor rendimiento, que le permita movilizarse la misma distancia, con menor cantidad de combustible.
- Incentivar a que las personas consuman menos combustible.
- Se propone que la recaudación monetaria puede ser destinada a la implementación de proyectos medioambientales como reforestación de bosques mediante bonos de carbono.

d) Parámetros:

El parámetro principal del IVCCV propuesto, es cuantificar la cantidad de combustible que utiliza el vehículo anualmente, sin utilizar parámetros como marca, año de antigüedad, cilindrada y potencia de los vehículos.

e) Alcance

El modelo propuesto está diseñado para poder aplicarlo a todo el parque automotor matriculado en la Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador, excepto los que el Estado ecuatoriano considere.

f) Principios del IVCCV

Los principios del nuevo modelo está encaminado a:

- **Generalidad:** El impuesto se aplica a todos los vehículos del parque automotor (motocicletas, vehículos livianos y pesados) que consumen combustible (gasolina, diésel).
- **Progresividad:** El impuesto este en función del consumo de combustible es decir quien más consume más paga.
- **Simplicidad:** El impuesto debe ser simple debido a que la única variable es el consumo de combustible que utiliza el vehículo.
- **Equidad:** El modelo debe ser justo porque se cobraría por la cuantificación del combustible a todos los vehículos y que usan combustibles, sin considerar el año de fabricación ó cilindrada.
- **Transparencia:** La fórmula deberá estar encaminada a que cualquier persona puede realizar el cálculo de su impuesto a pagar anualmente mediante la fórmula matemática
- **Suficiencia recaudatoria:** El modelo no debe ser excesivo o arbitrario con el consumidor, ya que los valores a pagar están relacionados con el modelo actual y la economía de las familias ecuatorianas. (Cepeda, 2015)

3.4. Planteamiento teórico de la fórmula matemática

La fórmula matemática planteada está estructurada por dos términos, el primero consiste en el costo de las emisiones de CO₂ producidas por el consumo de combustible y el segundo que corresponde a un factor de ajuste.

El primer término está compuesto por el consumo real de combustible, factor de emisión del combustible y el costo de la tonelada de CO₂. El segundo término corresponde al factor de ajuste el cual otorga un descuento o un excedente al valor del impuesto de acuerdo al límite de consumo de combustible. Finalmente el resultado de los dos términos determinará el valor total del impuesto verde por emisiones de CO₂.

A continuación se presenta el desarrollo de la fórmula matemática propuesta y se describen los elementos que la componen.

Para el planteamiento de la fórmula matemática se debe considerar que la metodología para determinar la contaminación ambiental es en base a las emisiones contaminantes que generan los vehículos por la quema de combustibles, los cuales contribuyen a la formación de gases GEI, por lo tanto se determinó la fórmula matemática para encontrar estas emisiones de acuerdo al Panel Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático. (Waldron, 2006)

$$\text{Emisiones} = \text{Factor de emisión} \times \text{Dato de actividad}$$

Donde el factor de emisión (FE) es una constante que depende del tipo de combustible el cual relaciona los datos de actividad con la cantidad de contaminante emitido a la atmósfera. El dato de actividad es una variable de consumo de combustible real (CR) el cual considera la cantidad de combustible utilizado en el vehículo.

Una vez determinada las emisiones contaminantes es necesario calcular el costo de las emisiones por tonelada de CO₂, para lo cual se multiplica por una tarifa constante que indicará el costo equivalente de las emisiones.

$$\text{Costo de la emisión} = \text{emisiones} \times \text{costo de tCO}_2$$

Ya calculado el costo de las emisiones se procede a ajustar la ecuación con condiciones según su aplicación a través de la relación consumo real-límite permisible; Donde se tendrá un subsidio o sanción al valor del costo de emisiones con el fin de mejorar la equidad en términos económicos, persiguiendo su objetivo de una manera justa.

De acuerdo a los elementos antes mencionados, se plantea la siguiente fórmula para calcular el impuesto verde al consumo de combustible vehicular (IVCCV), que se expresa con la ecuación 3.1:

$$IVCCV = [FE_j \times CR_j \times T] + FA \quad \text{Ec. (3.1)}$$

Dónde:

IVCCV: Impuesto verde al consumo de combustible vehicular [\\$]

FE: Factor de emisión de combustible, ver tabla 3.1 $\left[\frac{t\ CO_2}{Galones} \right]$

CR: Consumo real del combustible por año [Galones]

T: Tarifa del costo del CO₂ $\left[\frac{\$}{tCO_2} \right]$

FA: Factor de ajuste. Se considera Subsidio (-) o sanción (+) de acuerdo a límites de consumo de combustible. [\\$]

j: Tipo de combustible (gasolina, diésel, GLP)

Para visualizar directamente la formulación final propuesta refiérase al apartado 3.6 (síntesis del modelo matemático)

A continuación se presenta la explicación de cada constante y variable utilizada en la ecuación 3.1.

3.4.1. Factor de emisión (FE):

Este valor es una constante de la ecuación 3.1, que depende del tipo de combustible (j) que utiliza el vehículo ya sea gasolina, diésel, gas licuado de petróleo, gasolina + etanol. El FE puede estar expresado en varias unidades pero el que se utiliza en la fórmula es [tCO₂/galón]. Para este estudio se consideran los datos determinados por organismos internacionales como el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) y la

Oficina Catalana de Cambio Climático. En la tabla 3.1 se presenta el factor de emisión de los combustibles expresado en diferentes unidades y las conversiones se presentan en el anexo II.

Tabla 3. 1. Factores de emisión de los combustibles

Factor de emisión CO₂		
Combustibles líquidos		
Tipo Combustible	[Kg CO₂/litro]	[tCO₂/galón]
Gasolina extra	2,196	0,0083
Gasolina súper	2,196	0,0083
Gasolina Eco-país (E5)	2,180	0,0082
Diésel	2,503	0,0094
Biodiesel (B10)	2,354	0,0088
Combustibles gaseosos		
Tipo Combustible	[Kg CO₂/litro]	[tCO₂/galón]
GLP	1,520	0,0057

(Fuente: Oficina Catalana del Cambio Climático, 2017)

3.4.2. Consumo real de combustible (CR):

El consumo real o consumo específico de combustible, es la variable de la ecuación 3.1. Este término de la ecuación se lo contabilizará durante el año a través de la sumatoria de todos los galones del mismo tipo de combustible consumidos por el vehículo para su movilización.

$$\sum_{CR=1}^n \text{Repostaje}_{CR} = \text{repostaje } 1 + \text{repostaje } 2 + \dots + \text{repostaje } n$$

El consumo de combustible real se lo determina de acuerdo a un registro de base de datos el cual se va creando cuando en las estaciones de servicio de combustible se coloca la cantidad de combustible vendido para el vehículo. Este registro de base de

datos se realiza con equipos de conteo denominados Pinpad II, los mismos que se encuentran instalados en las gasolineras de Petroecuador como se observa en la figura 4.9.

Estos equipos son elementos que permiten contar e informar cada repostaje en base a la placa de vehículo los cuales se pueden conectar a sistemas informáticos, quienes indican el tipo y cantidad de combustible. Actualmente el equipo Pinpad II se encuentra conectado desde la estación de servicio a la plataforma informática del Servicio de Rentas Internas (SRI), lo cual permite asegurar que la cantidad y el tipo de combustible que sea registrado satisfactoriamente.

3.4.3. Costo de tCO₂ (T)

El costo de tonelada de CO₂ es un valor constante para la ecuación 3.1, que está en relación con los bonos de carbono los cuales son mecanismos internacionales de descontaminación que tiene el objetivo de reducir las emisiones contaminantes que generan los países industrializados, por lo tanto, un bono de carbono representa el derecho a contaminar emitiendo una tonelada de dióxido de carbono beneficiando a las empresas que no contaminan. Por lo tanto un bono de carbono es el costo de la tCO₂ y está expresada en dólares por cada tonelada de CO₂ [\$ / tCO₂].

Este valor del costo de la tCO₂ se puede realizar de acuerdo a dos acciones:

- Caso 1: El costo de la tCO₂ dependerá del mercado nacional o de un valor que imponga el Estado Ecuatoriano de acuerdo a estudios técnicos, en base a estándares internacionales. Actualmente en Ecuador no existen estudios encaminados a este tema por lo que se desprecia esta propuesta, pero si en algún momento existiera un estudio éste se tomaría en cuenta en la fórmula.
- Caso 2: Se toma como valor de la tonelada de CO₂ los datos presentados por organismos internacional medioambientales que estén acreditados por organizaciones medioambientales. Actualmente el Sistema Europeo de Negociación de CO₂ (SENDECO2) es una empresa de compra-venta de bonos de carbono acreditada por el protocolo de Kyoto quien hace un análisis al final de cada año del costo total de la tCO₂, como se indica en la figura 3.1.

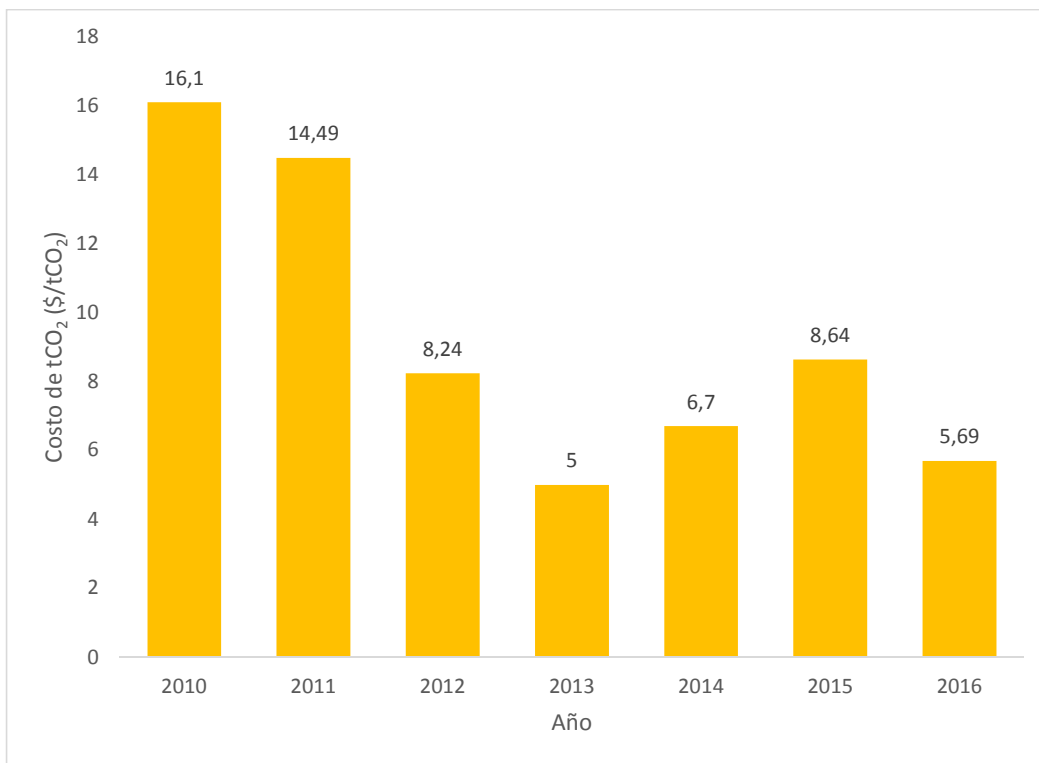


Figura 3. 1. Costo de la tCO₂ según SENDECO2

(Fuente: Autores, 2016)

La figura 3.1 indica el costo de la tCO₂ el cual varía en cada año, esto se debe a la demanda de bonos de carbono que las empresas compran, es decir entre menos bonos menor contaminación y menor el precio de la tCO₂, mientras mayor sea la demanda mayor será la contaminación así como su precio. (Códigor, 2010)

Por lo tanto el valor de la tCO₂ que se utilizará en la fórmula 3.1 será el valor del último año que presente SENDECO2, ya que representa el costo por contaminación, para lo cual en el año 2016 corresponde a 5,69 \$/tCO₂.

3.4.4. Factor de ajuste (FAi):

El factor de ajuste representa el valor de las emisiones de CO₂ multiplicado por la relación consumo real y límite permisible. Este factor nos indicará si el impuesto posee un subsidio o una sanción según la condición de consumo. Es decir se tendrá un subsidio cuando el consumo no alcance el valor permisible y se tendrá una sanción cuando dicho

consumo supere este valor. El factor de ajuste se calculará a través de la ecuación 3.2 y 3.4

$$FA = [(FE_j \times CR_j \times T) \times K] \quad \text{Ec. (3.2)}$$

Dónde K se obtiene de la siguiente manera:

K1 es la relación proporcional entre CR y LP:

$$K1 = \frac{CR}{LP} \quad \text{Ec. (3.3)}$$

Los valores de K1 pueden ser:

$$\text{Si } CR = LP \therefore K1 = 1$$

$$\text{Si } CR > LP \therefore K1 > 1$$

$$\text{Si } CR < LP \therefore K1 < 1$$

K es la diferencia entre K1 y 1, de tal forma que:

$$K = \frac{CR}{LP} - 1 \quad \text{Ec. (3.4)}$$

Los valores de K pueden ser:

$$\text{Si } K = 0 \therefore 0$$

$$\text{Si } K > 0 \therefore \text{Sanción}$$

$$\text{Si } K < 0 \therefore \text{Subsidio}$$

Dónde:

K = Relación entre Consumo real y limite permisible

LP (gal) = Limite permisible determinado mediante un estudio de consumo de combustible.

CR (gal) = Consumo real de combustible

3.5. Límite permisible de consumo de combustible (Lp)

El límite permisible es un valor constante de consumo de combustible el cual influye en el factor de ajuste y por ende en el pago económico del impuesto "IVCCV". Para determinar el límite permisible de este estudio es necesario conocer el consumo promedio de combustible que tiene el parque automotor ecuatoriano, por tal motivo en este estudio es trascendental analizar los sectores más importantes que generan consumo de combustible. A estos sectores se los ha clasificado según su importancia y su participación en el medio, pensando siempre con criterio justo y cuidando el porvenir de la ciudadanía. Para este estudio se consideran cuatro sectores:

- Condición socioeconómica de los estratos sociales
- Región geográfica
- Clasificación vehicular
- Tipo de combustible

Antes de proceder a encontrar el consumo promedio de combustible para cada sector es necesario conocer primero que elementos son necesarios para el cálculo, entre los cuales se tiene:

- Número de vehículos para la muestra
- Método de cálculo de consumo

a) Número de vehículos para la muestra

El número de vehículos para la muestra o tamaño de la muestra indica el número de vehículos que son necesarios en cada sector para determinar el promedio del consumo de combustible. Por lo tanto se utiliza la ecuación 3.5 que pertenece a la fórmula para el cálculo de la muestra poblacional finita. (UB, 2016)

$$n = \frac{Z^2 N p q}{p q Z^2 + (N - 1) e^2} \quad \text{Ec (3.5)}$$

Dónde:

n: Tamaño de la muestra

N: Tamaño de la población (ver anexo III)

Z: Nivel de confianza (95%≈ 1,96)

e: Nivel de precisión absoluta o error (5%)

p: Proporción esperada de éxito (0,997 debido a que no existen estudios realizados)

q: Proporcionalidad esperado de fracaso (1-p)

Los cálculos del tamaño de la muestra se presentan en el anexo III

b) Método de cálculo de consumo

Para encontrar el consumo promedio de combustible se aplica la ecuación 3.8, a través del método que cuantitativo y analítico para la recolección de datos mediante la base de datos de los kilómetros recorrido vehicular y al rendimiento de combustible, como se indica el anexo VI y en la ecuación 3.6. (Pérez J. G., 2012):

$$LCV = KRV * KPL \quad \text{Ec. (3.6)}$$

Dónde:

- LCV = Consumo anual [galones]
- KRV = Kilometraje recorrido vehicular al año [Km]
- KPL = Rendimiento de combustible combinado [gal/km]

Para determinar el kilometraje recorrido vehicular (KRV) se utiliza la base de datos de la Agencia Metropolitana de Tránsito “AMT”, Revisión Técnica de Guayaquil “SGS”, y encuestas, obteniéndose el número de kilómetros recorridos por cada vehículo en un año, como se indica en el anexo VI, VII. La figura 3.2 que pertenece a un vehículo Chevrolet Aveo 1.6.

REVISION TECNICA VEHICULAR DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

Cert.: 05137309 Adh.: 00191833 Fch.Rev.: 20/Jul/2016	Marca: CHEVROLET Modelo: AVEO ACTIVO 1.6L 5P STD Año: 2011	PBO6266 PLACA Aprobado RESULTADO
Chasis: 8LATD6887B0065559 Coop: N.Emmop: Centro: CENTRO MIXTO GUAMANI Nro. Rev.: 0200111809270-01	1/1 CONVOCATORIA 31-Dic-2016 VALIDO HASTA 20/Jul/2016 Fch. 1ra Rev.	
		Defectos: Tipo 3: 0 Tipo 2: 0 Tipo 1: 1 00099319 Kilom.

#	Codigo	Tipo	Desc. Defectos	Unidad	Valor	Rango	Calif.	Ubicac.
- MECATRONICOS -								
1	04.07.01.01	MEC	EFICACIA DE FRENADO	%	59.00	055.00<=X<=059.99	TIP1	
2	02.01.02.01	MEC	INTENSIDAD FARO CONDUCTOR	Lux	117.20	000.01<=X<=135.00	OK	09
3	10.03.01.01	MEC	NIVEL DE RUIDO EN EL ESCAPE	dB	72.80	000.01<=X<=074.99	OK	
4	10.02.01.04	MEC	HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) RALENTI	ppm	7.00	000.00<=X<=159.99	OK	
5	10.02.01.03	MEC	O2 EN BAJAS	%	0.29	000.00<=X<=003.00	OK	
6	10.02.01.05	MEC	LAMBDA EN BAJAS	***	1.01	000.13<=X<=999.99	OK	
7	10.02.01.01	MEC	MONOXIDO DE CARBONO (CO) RALENTI	%	0.00	000.00<=X<=000.59	OK	
8	10.02.04.03	MEC	RPM EN RALENTI	rpm	830.00	000.01<=X<=200.00	OK	
9	10.02.05.04	MEC	HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) 2500 RPM	ppm	7.00	000.00<=X<=159.99	OK	
10	10.02.05.03	MEC	O2 EN ALTAS RPM	%	0.22	000.00<=X<=003.00	OK	
11	10.02.05.05	MEC	LAMBDA EN ALTAS	***	1.01	000.13<=X<=999.99	OK	

Figura 3. 2. Página Web del historial de la RTV

(Fuente: AMT, 2016)

Una vez obtenido el kilometraje anual de cada vehículo se procede a buscar el rendimiento del vehículo de acuerdo a la ficha técnica del fabricante, el mismo que viene expresado en km/lt como se observa en la figura 3.3.

Inicio > Catálogo > Chevrolet > Aveo > LT (2017)

Chevrolet
Aveo LT
2017 | Origen: México | Sedán | Gasolina
Precio **\$180,400**

Ficha técnica del Chevrolet Aveo LT

Motor		Performance	
Datos	Especificaciones	Datos	Especificaciones
Combustible:	gasolina	Aceleración 0-100 km/h:	N/D
Cilindrada:	1598 cc	Velocidad máxima:	N/D
Potencia:	103/5800 hp/rpm	Rendimiento en ciudad:	14.2 km/l
Torque:	107/3600 lb-pie/rpm	Rendimiento en ruta:	21.9 km/l
Cilindros:	4 en línea	Rendimiento mixto:	16.9 km/l
Válvulas:	16		
Alimentación:	inyección electrónica		

Figura 3. 3. . Ficha técnica del fabricante para el Chevrolet Aveo 1.6 cc.

(Fuente: autocosmos, 2016)

A continuación en la tabla 3.2 se presenta un ejemplo de consumo de combustible anual de acuerdo a la base de datos de la AMT mediante la digitación de la placa en el historial de la revisión técnica vehicular.

Tabla 3. 2. Ejemplo de digitación de la placa según la AMT

Placas	Marca	Modelo	Año	Cilindrada (cc)	Km anterior	Km nuevo	KRV anual	KPL Rendimiento km/lt	LCV Consumo (Gal)
PBO6266	Chevrolet	Aveo activo 1.6L 4P AC	2011	1600	72792	99319	26527	16,95	414

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

Sistema de conversión

16,95km/lt= 5,89 lt/100km

1 Gal= 3,78 lts

Determinar los kilómetros recorridos anual

KRV= km nuevo – km anterior

KRV= 99319 – 72792

KRV= 26527

Utilizar la ecuación 3.6 para el cálculo del consumo de combustible

$LCV = KRV * KPL$

$LCV = 26527 \text{ km} * 5,89 \text{ lt}/100\text{km} * 1\text{gal}/3,78 \text{ lt}$

LCV=413,54 gal

3.5.1. Consumo de combustible de diversos sectores del Ecuador

A continuación se calcula el consumo de combustible para cada factor, tomando en cuenta los puntos antes mencionados como el tamaño de la muestra y la metodología de cálculo.

Condición socioeconómica de los estratos sociales

El estudio de este sector se lo realiza considerando dos premisas, la primera que en la actualidad, el Ecuador no cuenta con estudios precisos sobre el consumo de combustible

que realiza cada familia anualmente, y en segundo lugar que no se dispone de una categorización de vehículos por estrato social; sin embargo, para este estudio, se realizará un cálculo aproximado del consumo a partir del análisis de las características de los estratos sociales y su relación con el parque automotor del Ecuador.

Los resultados de la primera estratificación de nivel socioeconómico realizada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), a los hogares ecuatorianos en 2011, identificó a 5 estratos: el estrato A que representa el 1,9%, el estrato B que representa el 11,2%, el estrato C+ que representa el 22,8%, el estrato C- con el 49,3% y el estrato D con el 14,9% de la población ecuatoriana. (INEC 2, 2015)

El estrato A: Corresponde a las familias que poseen vivienda, bienes, educación, tecnología a nivel alto. El 80% de los hogares de este estrato tienen hasta dos vehículos de uso exclusivo para el hogar.

En estrato B: Corresponde a las familias que poseen vivienda, educación tecnología y bienes a nivel aceptable. En promedio los hogares tienen un vehículo para uso exclusivo del hogar.

El estrato C+: Corresponde a familias que poseen vivienda educación, tecnología y bienes a nivel medio. El 80% de estos hogares tienen un vehículo para uso exclusivo del hogar.

El estrato C-: Corresponde a familias que poseen vivienda, educación, tecnología y bienes a nivel bajo. El 30% de las familias de este estrato tienen un vehículo para uso exclusivo del hogar.

El estrato D: Corresponde a las familias que tienen vivienda, bienes, educación y tecnología a nivel extremadamente bajo. Y no poseen vehículo

La Agencia Nacional de Tránsito del Ecuador presenta un total de 144868 vehículos matriculados en 2014, de los cuales 26512 son automóviles y 19542 son de clase Jeep (ANT, 2014)

Para este estudio es necesario identificar cual es la clase de vehículo que poseen la mayoría de las familias de los estratos mencionados. Por lo cual se asume que la clase de vehículo que posee cada estrato estará en función del poder adquisitivo del estrato

social, es decir un vehículo de clase Jeep pertenecerá a una familia con mayor poder adquisitivo y un vehículo de clase automóvil pertenecerá a las familias con poder adquisitivo mediano o bajo. Bajo este criterio se presentan la clase de vehículos que poseen las clases sociales:

Tabla 3. 3. Tipos de vehículos utilizados por los estratos sociales

Estrato	Tipo de vehículo	Cilindrada
Estrato A	SUV	2000 cc
Estrato B	Vehículos livianos hasta 3 años de antigüedad	1600 cc
Estrato C+	Vehículos livianos hasta 5 años de antigüedad	1600 cc
Estrato C-	Vehículos livianos más de 5 años de antigüedad	1600 cc
Estrato D	No poseen vehículo	

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

A partir de estos antecedentes se analiza el vehículo de mayor aceptación en el mercado ecuatoriano, para ello se utiliza el Anuario 2015 de la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, el cual informa que el Chevrolet Aveo Emotion 1.6L 4P GLS es el automóvil más vendido seguido del SUV Chevrolet Grand Vitara SZ 2.0 5P.

A continuación se presenta el consumo de combustible aproximado de los estratos sociales del Ecuador en la tabla 3.4. (Ver anexo VI-a)

Tabla 3. 4. Consumo de combustible anual de los Estratos Sociales del Ecuador

Estrato social	Vehículo del Estrato Social	Consumo de Combustible (galones)
Estrato "A"	Chevrolet Gran Vitara SZ 2000 cc	472,65
Estrato "B"	Chevrolet Aveo 1600 cc	463,13
Estrato "C+"	Chevrolet Aveo 1600 cc	352,48
Estrato "C-"	Chevrolet Aveo 1600 cc	176,41

(Fuente: Autores, AEADE, AMT, 2016)

Región Geográfica.

El relieve irregular de la vialidad ecuatoriana influye significativamente en el rendimiento de los vehículos, ya que la exigencia de potencia en los motores demanda más

combustible para propulsar el vehículo. Por ello se puede afirmar que los valores de consumo de combustible de los vehículos varían según la región en el Ecuador.

Bajo esta premisa, se identifican los vehículos que circulan en las tres regiones Costa, Sierra y Amazonía realizadas en las ciudades Guayaquil, Quito y Nueva Loja respectivamente, porque estas son las ciudades que registran la mayor cantidad de vehículos matriculados (ANT, 2014). Para identificar la clase de vehículos que se utilizarán en el estudio se analizan los datos del Anuario 2015 de la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, donde indica que el vehículo Chevrolet Aveo de 1600 cc es el más vendido de las tres regiones. (AEDAE, 2015).

La tabla 3.5 describe el consumo de combustible promedio de los vehículos en las tres regiones: (Ver anexo VI-b)

Tabla 3. 5. Consumo de combustible vehicular de las regiones del Ecuador

Región	Vehículo de la Región	Consumo de combustible (galones)
Sierra	Chevrolet Aveo 1600 cc	366,17
Costa	Chevrolet Aveo 1600 cc	325,10
Amazónica	Chevrolet Aveo 1600 cc	338,26

(Fuente: Autores, SGS, AMT, 2016)

Tipo de combustible

Es importante aclarar que los tipos de combustibles también cumplen un papel importante en el rendimiento de los vehículos y por ende influyen en el consumo de combustible. Por ese motivo en este estudio se calculará el consumo según el tipo de combustible que utilizan los vehículos. Para ello se identifica el mayor número de vehículos por tipo de combustible matriculados por la ANT, que corresponden a los diésel y gasolina. (INEC, 2014)

Tabla 3. 6 Vehículos matriculados por tipo de combustible

Vehículos por tipo de combustible	Número de vehículos matriculados
Diésel	194942 unidades
Gasolina	1.553231 unidades
Híbridos	4055 unidades
Eléctricos	35 unidades
GLP	449 unidades

(Fuente: INEC, 2014)

Para seleccionar los vehículos del estudio utilizamos el Anuario 2015 de la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, donde indica que el vehículo Chevrolet Luv Dmax 3.0L es el más vendido en ambos tipos de combustible. (AEADE, 2015).

La tabla 3.7 describe el consumo promedio de los vehículos por tipo de combustible. (Ver anexo VI-c)

Tabla 3. 7. Consumo de combustible de la Chevrolet LUV D-MAX 2.4L TM 4X2

Tipo de combustible	Características del vehículo	Consumo de Combustible (galones)
Diésel	Chevrolet LUV D-MAX 2.4L TM 4X2	538,04
Gasolina	Chevrolet LUV D-MAX 2.4L CD TM 4X2	394,96

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

Clasificación vehicular.

El consumo de combustible es diferente en vehículos de distinto rendimiento. Los vehículos de bajo rendimiento corresponden a vehículos con más de 5 toneladas debido a sus altas cilindradas y los vehículos de menos de 5 toneladas poseen rendimientos más altos que representan consumos más bajos. Debido a la diversidad de automotores que existen en el Ecuador es importante analizar los consumos de combustible a partir de su clasificación vehicular. Para el estudio se utilizará la clasificación de vehículos realizada por la norma Técnica Ecuatoriana INEN 2656:2012, quién identifica a los vehículos

automotores de acuerdo a las características generales de diseño y uso, como se indica a continuación. (Norma Técnica Ecuatoriana, 2012).

- Categoría L: Vehículos automotores con menos de 4 ruedas

- Categoría M: Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de pasajeros.
 - M1: Vehículos de 8 asientos o menos, sin contar el asiento del conductor.

 - M2: Vehículos de más de 8 asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos.

 - M3: Vehículos de más de 8 asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular más de 5 toneladas.

- Categoría N: Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y construidos para el transporte de mercancías.
 - N1: Vehículos de PBV¹¹ de 3,5 toneladas o menos. o N2: Vehículos de PBN¹² de 3,5 hasta 12 toneladas.

 - N3: Vehículos de PBN mayor a 12 toneladas.

A partir de la clasificación anterior, se procede a identificar el vehículo para cada categoría. Se toman en cuenta los vehículos matriculados en la ciudad de Quito y se selecciona según la aceptación en el parque automotor con ayuda del Anuario 2015 de la AEADE, clasificándolos en vehículos livianos menor a 5 toneladas y pesados mayores a 5 toneladas.

¹¹ PBV: Peso bruto vehicular

¹² PBN: Peso bruto neto

A continuación se presenta el consumo de combustible para vehículos livianos que pertenecen a las categorías L; M1 y N1, en la tabla 3.8. (Ver anexo VI-d)

Tabla 3. 8. Consumo de combustible por categoría del vehículo

Categoría	Vehículo	Consumo de combustible (galones)
L	Motos	150,48
M1	Chevrolet Aveo 1600 cc	277,88
N1	Chevrolet LUV D-MAX 2.4L CD TM 4X2	394,96

(Fuente: AMT, 2015)

Para las categorías M3, N2, N3 que pertenecen a vehículos semi-pesados y pesados el consumo de combustible se presenta en la tabla 3.9.

Tabla 3. 9. Consumo de combustible para vehículos pesados

Categoría	Vehículo	Consumo de combustible (galones)
M3	Hino AK8JRSA (Utilizados en buses) y Chevrolet NQR	2018,05
N2	Chevrolet NPR CHASIS CABINADO (utilizado para camiones de carga)	1634,18
N3	KENWORTH T800 AC 15.0 2P 6X4 TM DIESEL (utilizado para cabezales)	3862,79

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

3.5.2. Selección del límite permisible.

El límite permisible es un límite de consumo de combustible el cual sirve para indicar si el impuesto planteado tiene un subsidio o una sanción.

Una vez determinado el consumo promedio de combustible de los factores: Clase Social, Región Geográfica, Tipo de combustible y categoría de vehículos; se procede a determinar el valor del límite permisible.

Para garantizar que el límite permisible sea razonable, coherente y no afecte a los vehículos que tienen consumos demasiado altos y bajos, se realiza el cálculo del consumo promedio tanto para vehículos con bajo consumo que corresponden a los vehículos menores a 5 toneladas, y alto consumo que corresponden a vehículos mayores a 5 toneladas.

En las gráficas de control 3.4 y 3.5 se analiza el consumo para vehículos livianos menores a 5 toneladas, y vehículos pesados mayores a 5 toneladas respectivamente.

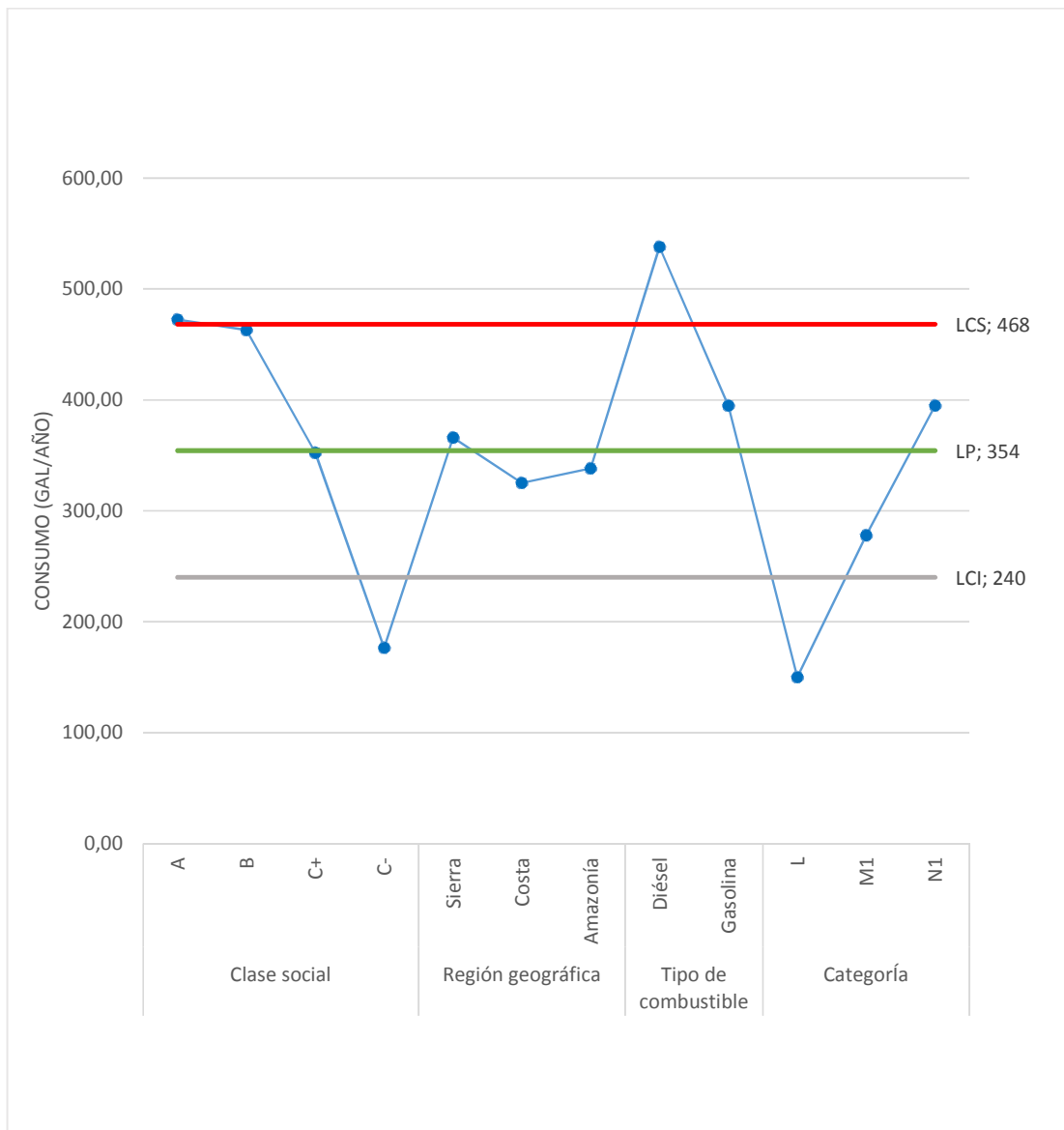


Figura 3.4. Consumo promedio para vehículos livianos menores a 5 toneladas

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

En la figura 3.4, se presenta el consumo promedio de vehículos livianos que corresponde a 354 gal/año, en donde se observa que algunos consumos de los sectores están por debajo del consumo promedio que pertenece a un límite de control inferior. Es decir, los consumos en la mayoría de casos que corresponden a vehículos de las clases B, C+ y C- son menos probables que sufran una sanción. Mientras que los consumos que sufran una sanción serán los vehículos de la categoría N1 que en la mayoría de casos son vehículos a diésel que se los puede encontrar en la clase social A.

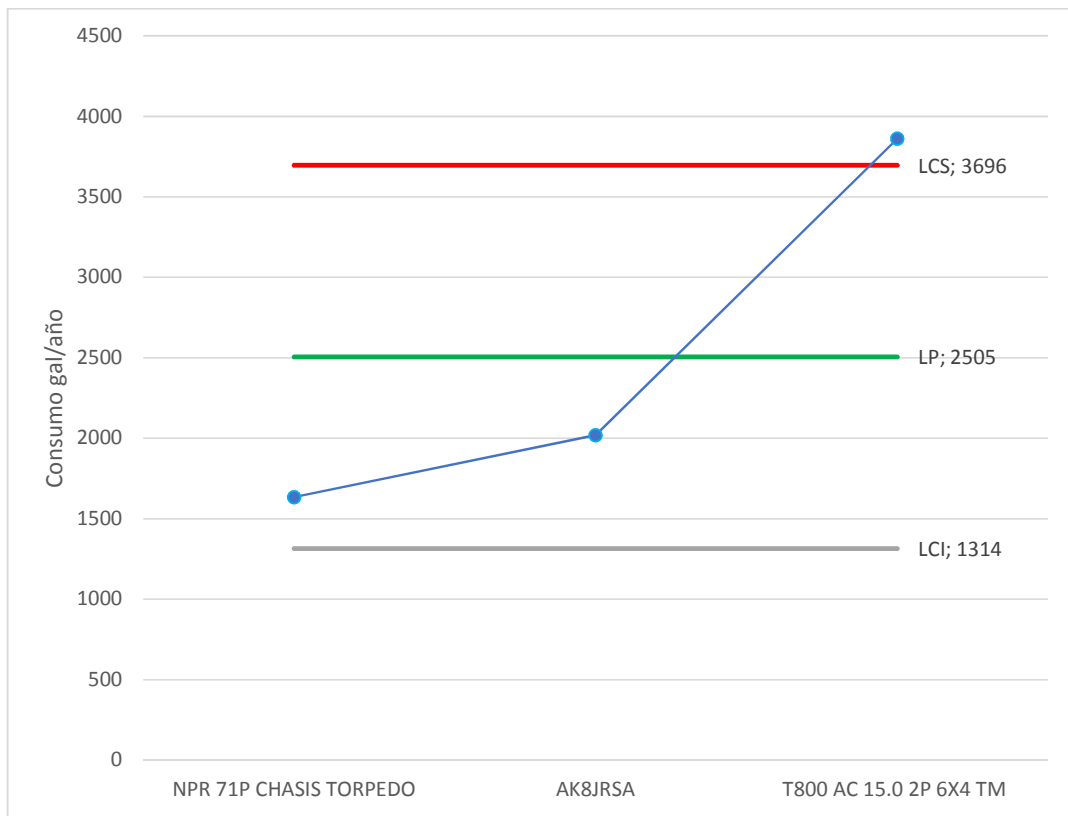


Figura 3.5. Consumo promedio para vehículos pesados mayores a 5 toneladas
(Fuente: Autores, AMT, 2016)

La figura 3.5, indica el consumo promedio de vehículos pesados que es de 2505 gal al año, donde se evidencia que el valor del consumo promedio de combustible es un valor más alto con respecto al de vehículos livianos. Esto se debe a que los vehículos de las categorías M3, N2 y N3 poseen consumos altos por su elevado recorrido vehicular.

La finalidad de encontrar los promedios de consumo de combustible de los vehículos livianos y pesados, es evaluar el impacto que tendrá el límite permisible en el valor del impuesto. Para definir el valor del límite permisible se hace un análisis crítico de los valores de consumo. Si se analiza el consumo de los vehículos livianos se observa que este valor está por encima de los consumo de la mayoría de sectores, esto significa que los vehículos tendrán una sanción solo si superan este límite y no tendrán un recargo en el impuesto.

Por otro lado si se analiza el consumo de los vehículos pesados se observa que es un valor bien elevado con respecto al consumo de los livianos. Esto significa que los vehículos pesados no tendrán un recargo, a sabiendas de que estos vehículos son los que más consumo generan, lo que contradice al principio del modelo “quién más consume más paga”. Además con este valor los vehículos livianos no alcanzarán una sanción por exceso de consumo por que el límite es demasiado alto. Por todo lo expuesto se concluye definiendo el límite permisible que corresponde a 354 galones por año, el cual se utilizará en cálculos posteriores.

3.6. Síntesis del modelo matemático

Luego de analizar la variable de cálculo y los términos del modelo matemático planteado en la ecuación 3.1, se presenta la forma general que adquiere el modelo para el cálculo del impuesto verde al consumo de combustible vehicular IVCCV expresada en la ecuación 3.7:

$$IVCCV = [FE_j \times CR_j \times T] + [(FE_j \times CR_j \times T) \times \left(\frac{CR_j}{LP} - 1\right)] \quad \text{Ec. (3.7)}$$

Dónde:

IVCCV: Impuesto verde al consumo de combustible vehicular[\$]

FE: Factor de emisión de combustible (tabla 3.10)

CR: Consumo real del combustible al año [gal]

T: Tarifa del costo del CO₂ $\left[\frac{\$}{t\ CO_2}\right]$

LP: Limite permisible [gal]

j: Tipo de combustible (gasolina, diésel, GLP)

Tabla 3. 10. Constantes fijas dependiendo del tipo de combustible

	$T \left[\frac{\$}{t \text{ CO}_2} \right]$	LP [gal]	FE $\left[\frac{t \text{ CO}_2}{gal} \right]$
Gasolina extra	5,69	354	0,0083
Gasolina súper			0,0083
Gasolina Ecopaís (E5)			0,0082
Diésel			0,0094
Biodiesel (B10)			0,0088
GLP			0,0057

(Fuente: Autores, 2017)

Nota: Cuando un mismo vehículo utiliza diversos tipos de combustibles el valor final del impuesto corresponderá a la suma del impuesto de cada combustible, además cuando el consumo real es menor al límite permisible se considera un subsidio cruzado, caso contrario se considera una sanción.

Una vez determinada la fórmula del modelo matemático "IVCCV" para el cobro del impuesto verde a los vehículos en base al consumo de combustible, se procede en el siguiente capítulo a realizar la validación del modelo a través de un análisis comparativo.

4. VALIDACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO IVCCV

El presente capítulo describe la validación del impuesto verde al consumo de combustible vehicular “IVCCV”, que tiene como objetivo verificar que el modelo se ajuste a las condiciones y satisfaga con exactitud el propósito planteado. Para lo cual se aplica la fórmula en casos reales y se analiza los resultados comparando con algunos modelos matemáticos. Se finaliza el capítulo realizando una propuesta para el registro de combustible en las estaciones de servicio.

4.1. Aplicación de la fórmula

La aplicación de la fórmula permite verificar que la misma sea clara, veraz, precisa, a la hora de reemplazar los valores que se utilizan en el cálculo, la cual debe cumplir con el objetivo de penalizar las emisiones de CO₂. La aplicación de la fórmula se realiza con tres casos de vehículos, los cuales servirán para el análisis. En la tabla 4.1 se presenta los datos.

Tabla 4. 1. Datos de vehículos

Datos del vehículo.	Livianos <5 ton.	Livianos <5 ton.	Pesados > 5 ton.
Tipo de combustible (j)	Gasolina	GLP	Diésel
Marca	Chevrolet	Nissan	Toyota
Modelo	Aveo	Sentra	Hilux
Año de fabricación:	2012	2011	2011
Placa	PBW4001		PBG3296
Cilindraje	1600 cc	1600 cc	2700 cc
Emisiones CO ₂	160 gr/km		187 gr/km
Factor de emisión. (FE)	0,0083 tCO ₂ /galón	0,0057 tCO ₂ /galón	0,0094 tCO ₂ /galón
Precio	19690 (\$)	16000 (\$)	42000 (\$)
Rendimiento (R)	16,94 lt/100km		7,1 lt/100km
Costo de Tonelada de CO ₂ (T)	5,69 (\$/tCO ₂)	5,69 (\$/tCO ₂)	5,69 (\$/tCO ₂)
Consumo real anual (CR)	250 gal	400 kilogramos	500 gal
Limite permisible (LP)	354 gal	354 gal	354 gal

(Fuente: Autores, Ficha técnica del fabricante, 2017)

Cálculo del impuesto IVCCV para el Chevrolet Aveo a gasolina

$$\begin{aligned} \text{IVCCV} &= [\text{FE}_j \times \text{CR}_j \times \text{T}] + \left[(\text{FE}_j \times \text{CR}_j \times \text{T}) * \left(\frac{\text{CR}_j}{\text{LP}} - 1 \right) \right] \\ \text{IVCCV} &= \left[0,0083 \frac{\text{tCO}_2}{\text{gal}} * 250 \text{ gal} * 5,69 \frac{\$}{\text{tCO}_2} \right] \\ &\quad + \left[\left(0,0083 \frac{\text{tCO}_2}{\text{gal}} * 250 \text{ gal} * 5,69 \frac{\$}{\text{tCO}_2} \right) * \left(\frac{250 \text{ gal}}{354 \text{ gal}} - 1 \right) \right] \\ \text{IVCCV} &= [11,80 \$] + [(11,80 \$) * (-0,29)] \\ \text{IVCCV} &= [11,80 \$] + [-3,42 \$] \\ \text{IVCCV} &= \mathbf{8,38 \$} \end{aligned}$$

Cálculo del impuesto IVCCV para un vehículo liviano a GLP

$$\text{IVCCV} = [\text{FE}_j \times \text{CR}_j \times \text{T}] + \left[(\text{FE}_j \times \text{CR}_j \times \text{T}) * \left(\frac{\text{CR}_j}{\text{LP}} - 1 \right) \right]$$

Factor de conversión: 1lt de GLP = 0,5396 kg de GLP¹³

CR= 400 kilogramos=741,29 lts = 196,11 gal

$$\begin{aligned} \text{IVCCV} &= \left[0,0057 \frac{\text{tCO}_2}{\text{kg}} * 196,11 \text{ gal} * 5,69 \frac{\$}{\text{tCO}_2} \right] \\ &\quad + \left[\left(0,0057 \frac{\text{tCO}_2}{\text{gal}} * 196,11 \text{ gal} * 5,69 \frac{\$}{\text{tCO}_2} \right) * \left(\frac{196,11 \text{ gal}}{354 \text{ gal}} - 1 \right) \right] \\ \text{IVCCV} &= [6,36 \$] + [(6,36 \$) * (-0,45)] \\ \text{IVCCV} &= [6,36 \$] - [2,86 \$] \\ \text{IVCCV} &= \mathbf{3,50 \$} \end{aligned}$$

Cálculo del impuesto IVCCV para la Toyota Hilux a diésel

$$\begin{aligned} \text{IVCCV} &= [\text{FE}_j \times \text{CR}_j \times \text{T}] + \left[(\text{FE}_j \times \text{CR}_j \times \text{T}) * \left(\frac{\text{CR}_j}{\text{LP}} - 1 \right) \right] \\ \text{IVCCV} &= \left[0,0094 \frac{\text{tCO}_2}{\text{gal}} * 500 \text{ gal} * 5,69 \frac{\$}{\text{tCO}_2} \right] \\ &\quad + \left[\left(0,0094 \frac{\text{tCO}_2}{\text{gal}} * 500 \text{ gal} * 5,69 \frac{\$}{\text{tCO}_2} \right) * \left(\frac{500 \text{ gal}}{354 \text{ gal}} - 1 \right) \right] \\ \text{IVCCV} &= [26,74 \$] + [(26,74\$) * (0,41)] \\ \text{IVCCV} &= [26,74 \$] + [10,96 \$] \\ \text{IVCCV} &= \mathbf{37,70 \$} \end{aligned}$$

¹³ Obtenido de:

http://www.academia.edu/11313802/CONVERSIONES_DE_MAYOR_USO_EN_LA_INDUSTRIA_DEL_GAS

4.2. Análisis y comparación de resultados

El análisis y la comparación de resultados del modelo IVCCV permiten identificar si los mismos contribuyen al objetivo del modelo, el cual se lo realiza mediante un análisis comparativo, considerando las variables de cálculo de los modelos matemáticos ambientales que se emplean actualmente en Ecuador y en el mundo, con lo cual este estudio finaliza con un análisis de sensibilidad del modelo planteado.

4.2.1. Análisis del modelo matemático IACV.

El impuesto ambiental a la contaminación vehicular (IACV) que se encuentra en vigencia en Ecuador, considera dos variables indirectamente relacionadas al impacto ambiental del vehículo que son: la cilindrada en centímetros cúbicos y el año de antigüedad del vehículo.

El modelo considera una disposición transitoria a partir del año fiscal 2012 hasta el 2016, que establece que los vehículos cuya cilindrada sea mayor a 2500 cc y tengan más de 5 años de antigüedad tendrán un descuento en el valor del impuesto del 80% durante tres años, y del 50% para los dos siguientes años, esto quiere decir que un vehículo del 2012 ya no tienen transitoria y pagará el impuesto correspondiente.

Tabla 4. 2. Transitorias IACV

Año Fiscal	Descuento IACV
2012	80%
2013	
2014	
2015	50%
2016	
2017	0%
En adelante	

(Fuente: Autores, SRI, 2017)

Para el análisis se seleccionan los vehículos de año de fabricación 2006 y 2012 con cilindradas que van desde 1000 cc hasta 15000 cc, donde para el vehículo del 2006, se considera la transitoria del 80% en el año fiscal 2014, 50% para el 2016 y 0% para el 2017; en cambio para el vehículo del año 2012, no se aplica ningún descuento. Los resultados de este cálculo se indican en la figura 4.1.

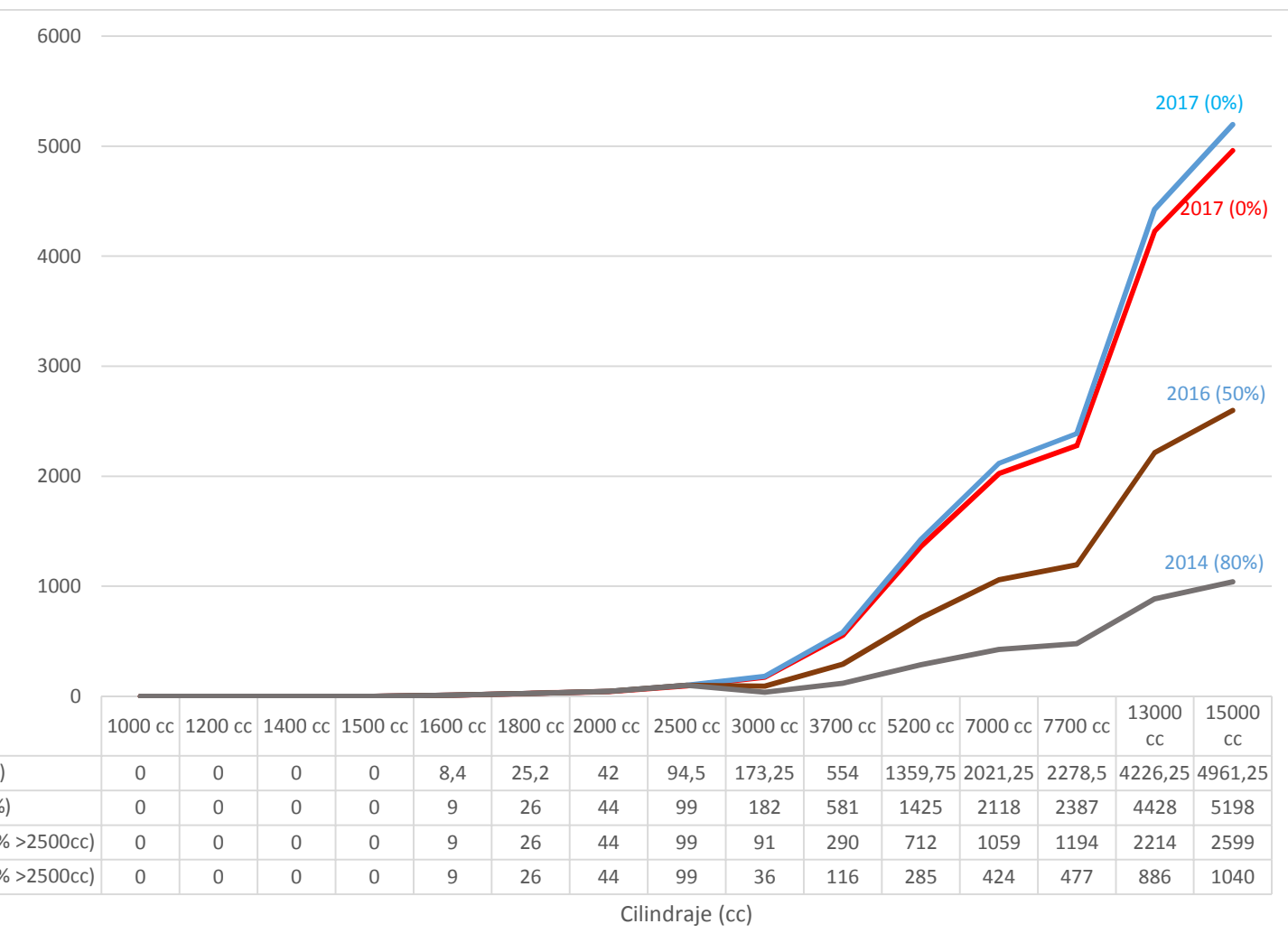


Figura 4. 1. Impuesto IACV para vehículos del 2006 y 2012

(Fuente: Autores, SRI, 2017)

Analizando los resultados del modelo IACV se observa que la base imponible del impuesto está dado por la cilindrada, además la tarifa varía progresivamente con la antigüedad. Los vehículos de cilindrada menor a 1500 cc son exonerados y no pagan ningún impuesto.

De acuerdo a los valores que se presentan en figura 4.1, se evidencia que el objetivo del modelo IACV es motivar a que la sociedad adquiera vehículos nuevos y de bajas cilindradas para lograr menos emisiones, sin embargo, la aplicación de la disposición transitoria, contradice al modelo. Si se analiza la disposición transitoria esta permite que los vehículos más antiguos con mayor cilindraje paguen menor impuesto por el descuento aplicado y no cumple con el principio de quien más contamina más paga.

4.2.2. Análisis comparativo del modelo matemático IVCCV con el IACV.

El análisis comparativo permite encontrar las principales similitudes y diferencias que presentan los modelos IVCCV e IACV, para lo cual primero se explica la relación que tiene el consumo de combustible frente a la cilindrada del vehículo.

a) Consumo de combustible según la cilindrada

Conocida la importancia que tiene el consumo de combustible para el modelo IVCCV y la cilindrada para el modelo IACV; es necesario comprender la relación entre estos dos modelos, los cuales son el rendimiento y el dato de actividad.

Es necesario diferenciar el rendimiento y el dato de actividad, ya que el primero indica los kilómetros que recorre el vehículo con una cantidad determinada de combustible, mientras el segundo indica los kilómetros recorridos vehicular en un determinado tiempo denominado KRV.

En la figura 4.2 se indica el comportamiento del consumo según la cilindrada para algunos vehículos más comunes en Ecuador (Ver anexo VI)

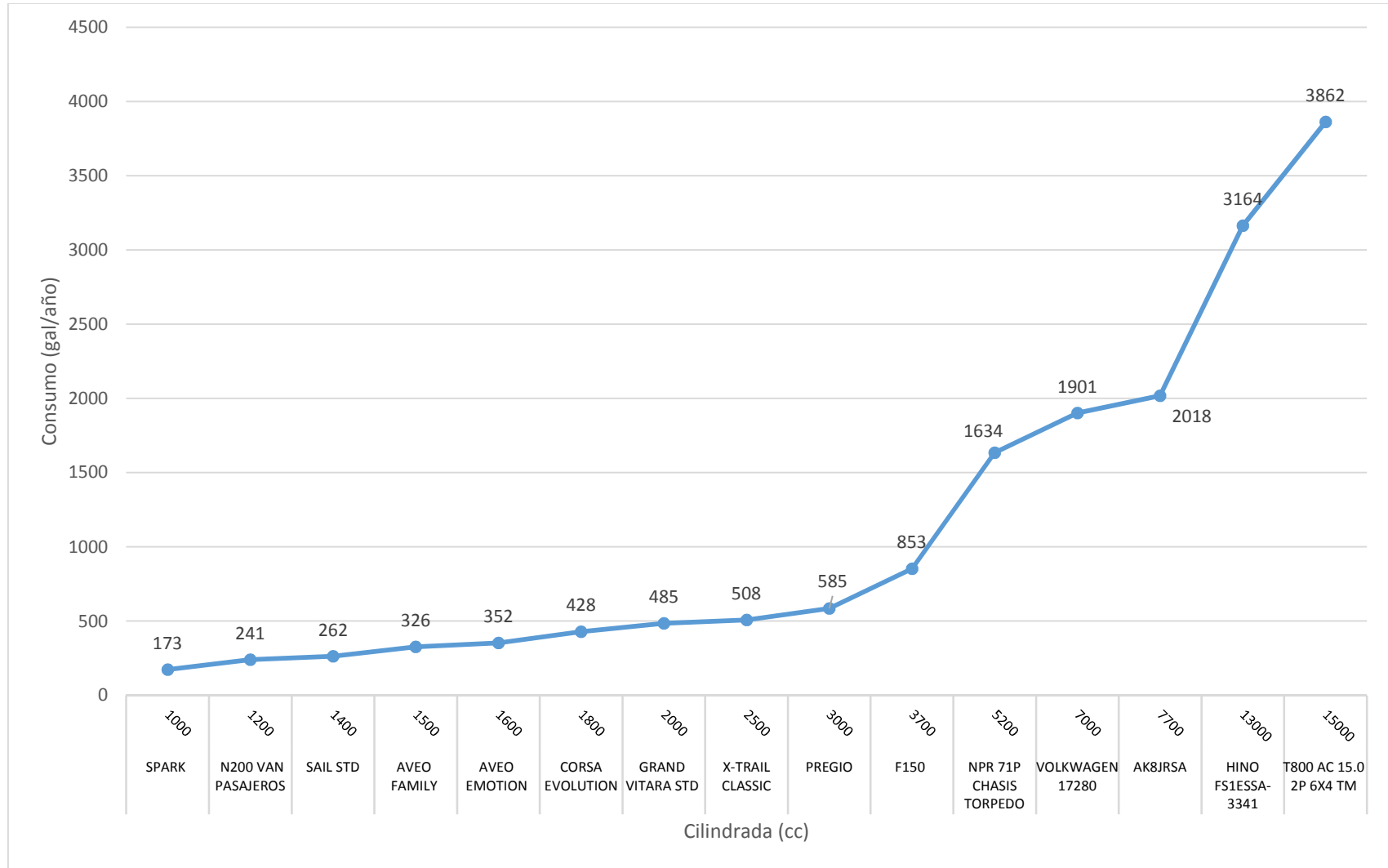


Figura 4. 2. Consumo de combustible de los vehículos por cilindrada

(Fuente: Autores, AMT, ARPEM, 2017)

El estudio de la figura 4.2, considera la realidad del consumo de combustible de los vehículos según la cilindrada, lo que demuestra que no necesariamente los vehículos de cilindradas grandes son los que más contaminan, sino los que más combustible utilizan.

b) Análisis comparativo del modelo IVCCV frente al IACV para vehículos menores a 5 toneladas

Para realizar el análisis comparativo se necesita el valor del impuesto IVCCV y el IACV, los cuales se calculan a partir del consumo de combustible y la cilindrada respectivamente, como se indica en la figura 4.3.

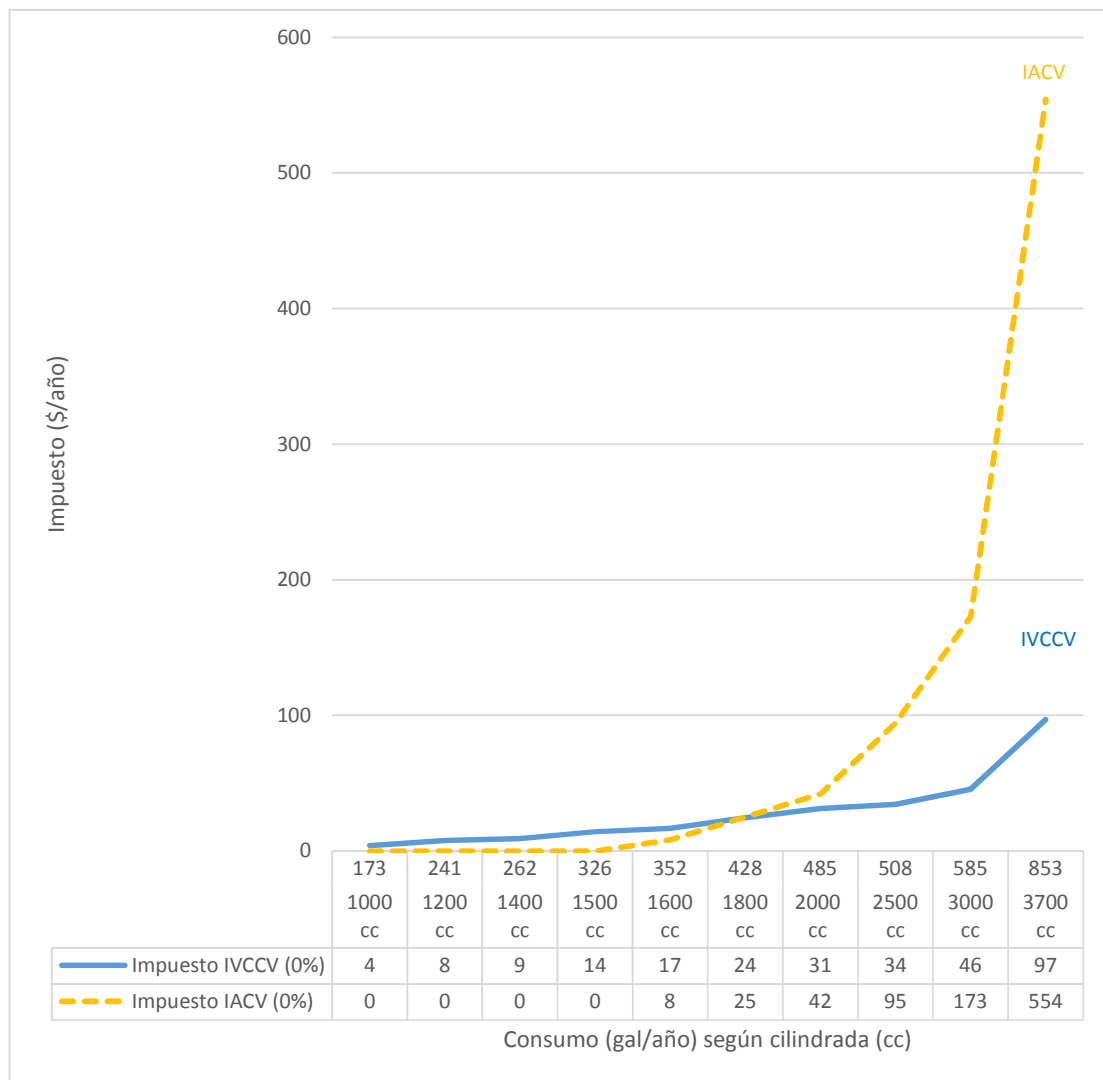


Figura 4. 3. Impuesto IVCCV frente al IACV para vehículos livianos

(Fuente: Autores, SRI, 2017)

En la figura 4.3 se observa que para cilindradas de 1000 cc hasta 2000 cc los dos modelos son semejantes siendo el más realista el IVCCV el cual establece el impuesto por emisiones; pero a partir de cilindradas mayores a 2500 cc el IACV es más alto que el IVCCV, lo cual muestra que para estos vehículos el modelo IACV no es realista ya que no considera las emisiones que generan los vehículos por consumo.

c) Análisis comparativo del impuesto IVCCV frente al IACV para vehículos mayores a 5 toneladas

Para realizar la comparación de los modelos en los vehículos pesados, se utiliza vehículos del año de fabricación 2011, como se indica en la figura 4.4.

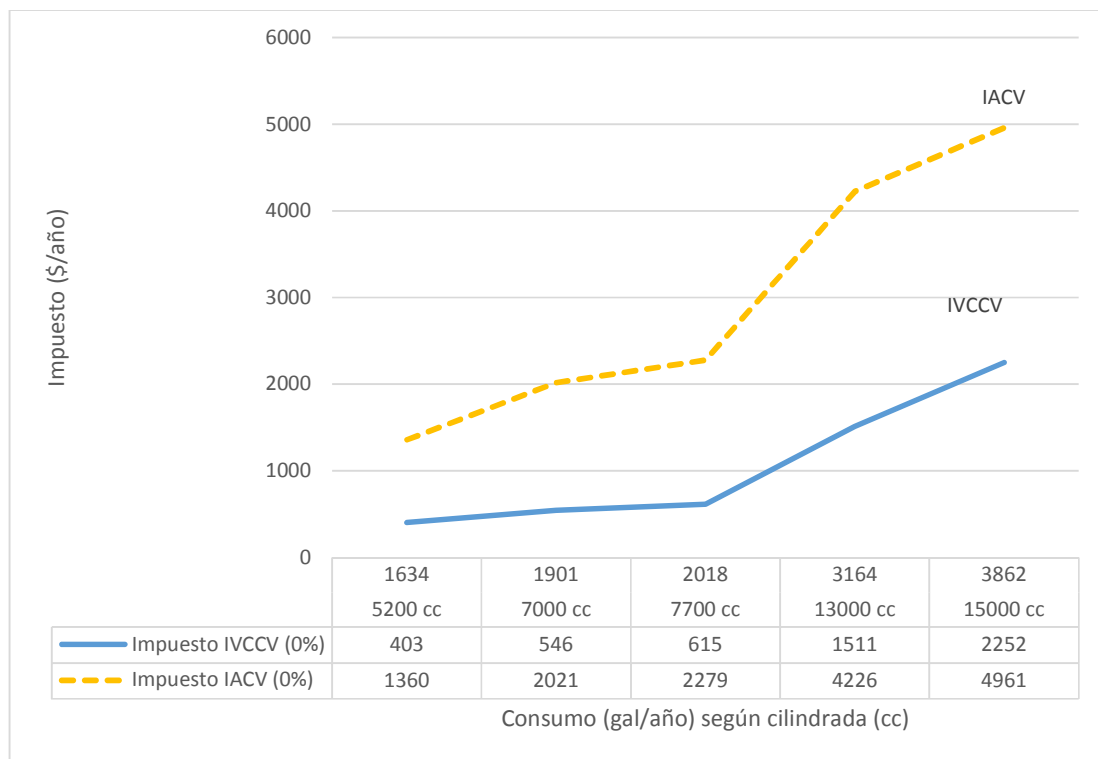


Figura 4. 4. Impuesto IVCCV frente a IACV para vehículos pesados año 2011

(Fuente: Autores, SRI, 2017)

En los vehículos pesados se puede apreciar que el impuesto calculado con el modelo IVCCV es menor con respecto al IACV, lo que indica que el IACV al considerar la cilindrada no es realista ya que no toma en cuenta el verdadero consumo de los vehículos que es por las emisiones de CO₂.

4.2.3. Análisis de sensibilidad del modelo IVCCV

El análisis de sensibilidad permite visualizar e interpretar el comportamiento del modelo IVCCV cuando varía el consumo promedio de combustible en el vehículo. Para hacer este análisis se estima los límites de control superior e inferior obtenido de las gráficas de control X-S del límite permisible de la figura 3.4, donde se incrementa y se disminuye el 32% al consumo promedio de los vehículos livianos y 48% para vehículos pesados. A la vez se lo compara con el impuesto actual IACV, como se indica en las siguientes figuras 4.5 para vehículos livianos.

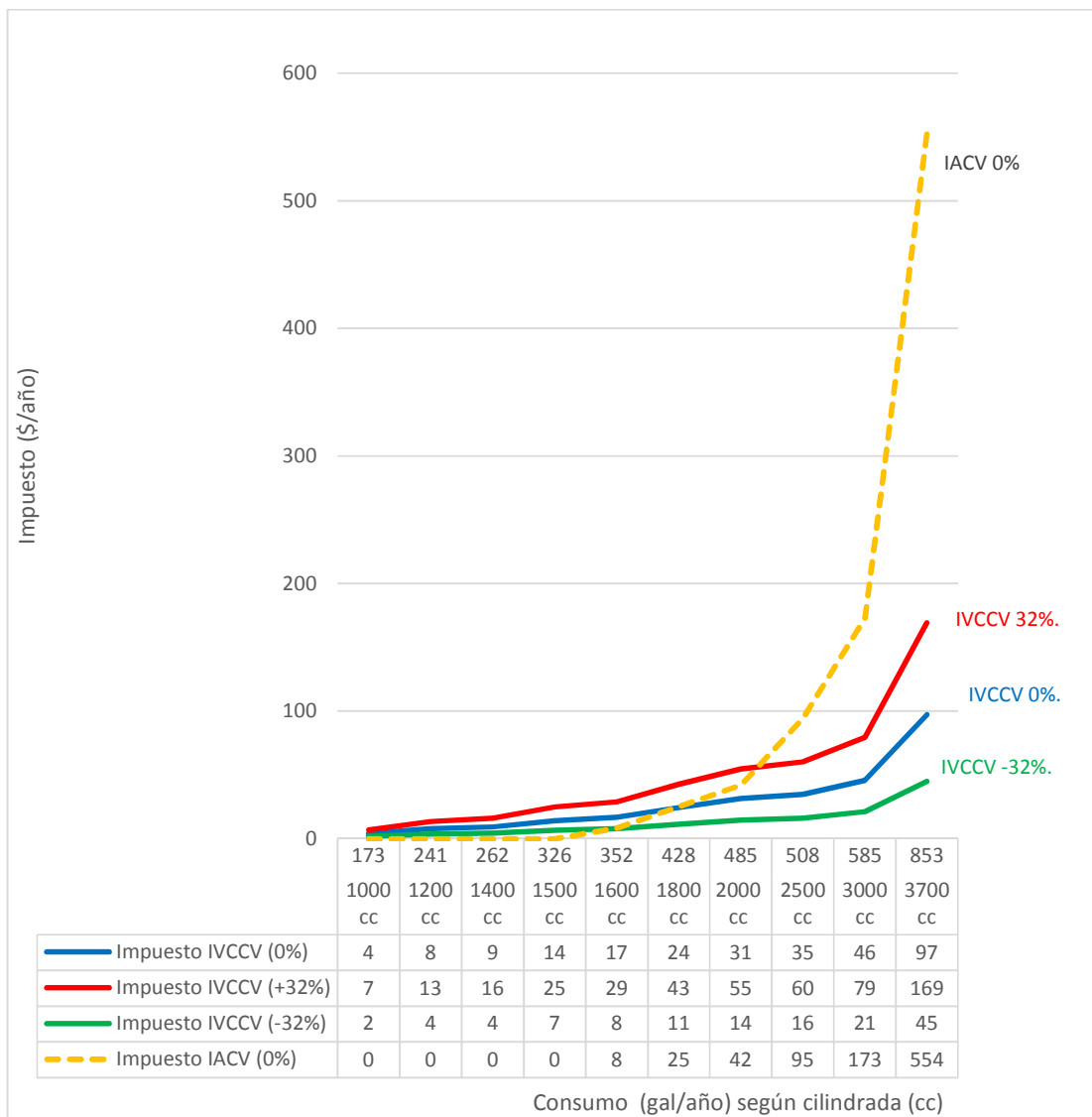


Figura 4. 5. Sensibilidad del IVCCV para vehículos livianos con más o menos 32%

(Fuente: Autores, SRI, 2017)

En el análisis de sensibilidad para vehículos livianos, se observa que a partir de cilindradas de 1000 cc hasta 2000 cc los valores del Impuesto IVCCV varían de acuerdo al consumo, existiendo un crecimiento y decrecimiento razonable, siendo este dinámico y no estático como el impuesto IACV. Para cilindradas mayores a 2500 cc, el impuesto IACV es mayor al IVCCV inclusive en condiciones altas de consumo de combustible; lo que muestra que el impuesto IACV sigue siendo elevado inclusive para altos consumos de combustible.

En la figura 4.6 se presenta el análisis de sensibilidad para vehículos pesados.

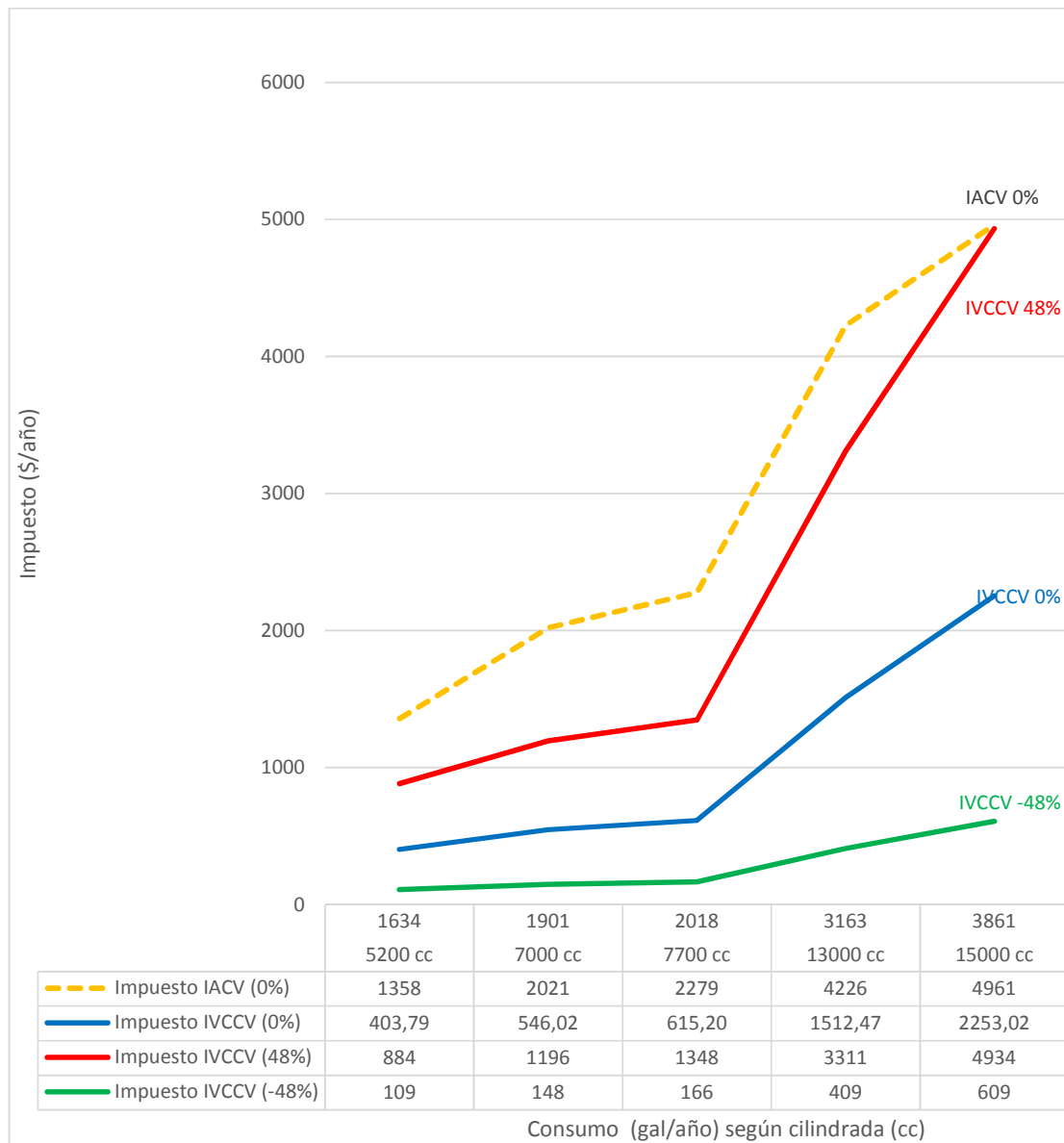


Figura 4. 6. Sensibilidad del IVCCV para vehículos pesados con más o menos el 48%

(Fuente: Autores, SRI, 2017)

El análisis de sensibilidad para el parque automotor de vehículos pesados indica que el valor del impuesto IVCCV es menor al IACV inclusive en condiciones máximas de consumo de combustible, lo cual muestra que el impuesto AICV sigue siendo alto y no es realista en el cobro del impuesto por contaminación. El análisis de sensibilidad muestra la bondad del impuesto IVCCV que se ajusta al hecho de que; el que más consume más contamina y más paga.

4.2.4. Análisis comparativo del Modelo IVCCV con diversos modelos matemáticos ambientales

A continuación se compara el impuesto IVCCV con los impuestos de países de Europa y América, Para el cálculo se considera los datos de la tabla 2.20 y 4.1, que corresponde a la camioneta Toyota Hilux 2.7 lt del año 2011, como se presenta en la figura 4.7.

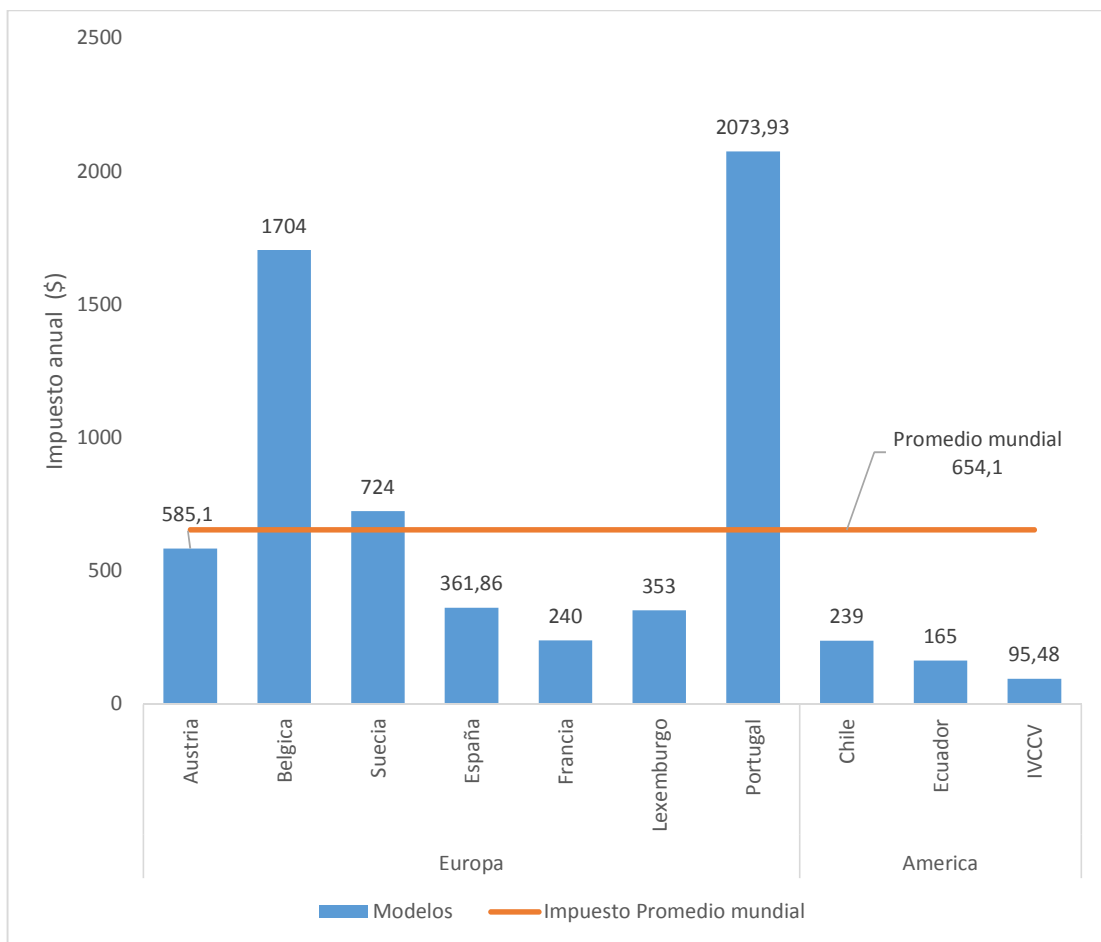


Figura 4. 7. Comportamiento del modelo IVCCV con los modelos ambientales del mundo.

(Fuente: Autores, ACEA, SRI, 2017)

Analizando el valor del impuesto IVCCV que corresponde a 95,48 \$/año se evidencia que se encuentra por debajo del promedio de los países a nivel mundial. Los impuestos ambientales en Europa son elevados porque las políticas ambientales son más rigurosas además el sueldo básico unificado (SBU) que se paga es diferente debido al ingreso per cápita que existe entre un país y otro.

Ahora si relacionamos el impuesto IVCCV con el de Chile y Ecuador, éste es bastante semejante debido al ingreso per cápita que es similar entre países, pero sigue siendo bajo debido a que las consideraciones y variables de las fórmulas que calculan los impuestos son diferentes es decir en Chile se utiliza las emisiones de NOx y en Ecuador se utiliza la cilindra y año de antigüedad, mientras que el IVCCV utiliza el consumo de combustible.

4.3. Ejemplos del modelo matemático IVCCV

A continuación se presenta el valor del impuesto IVCCV para varios vehículos, donde los cálculos se los realiza con la tarifa de CO₂ de 5,69 \$/tCO₂, límite permisible (Lp) de 354gal y el factor de emisión de 0,0083 tCO₂/gal para vehículos a gasolina y 0,0093 tCO₂/gal para vehículos a diésel. Como no existe la base de datos real del consumo de combustible de los vehículos se calcula multiplicando los KRV por el rendimiento. Para los cálculos se utiliza el software diseñado por los autores que se encuentra en el anexo VIII.

Ejemplo 1: En la tabla 4.3 se presenta los datos y el valor del impuesto para diferentes vehículos de cilindrada 1600 cc a gasolina.

Tabla 4. 3. Cálculo del Impuesto IVCCV para vehículos de 1600 cc a gasolina

N	PLACAS	MARCA	MODELO	KRV	RENDIMIENTO KM/LITRO	CONSUMO Galones Anual	IVCCV
1	PBO3021	Chevrolet	AVEO EMOTION 1.6L AC	16925	16,95	264,17	9,36
2	PBN1263	Chevrolet	AVEO ACTIVO 1.6L 4P AC	14199	16,95	221,62	6,60
3	PBF3224	Chevrolet	AVEO 1.6L	39093	15,15	682,64	62,22
4	PBJ2740	Chevrolet	AVEO EMOTION 1.6L GLS	18623	16,95	290,68	11,26
5	PBB4857	Chevrolet	AVEO GT5 1.6L	19429	16,95	303,26	12,32

(Fuente: Autores, AMT, ARPEM, 2017)

Ejemplo 2: En la tabla 4.4 se presenta los datos y el valor del impuesto para diferentes vehículos de cilindrada 3000 cc a diésel.

Tabla 4. 4. Cálculo del Impuesto IVCCV para vehículos de 3000 cc a diésel

N	PLACAS	MARCA	MODELO	KRV	RENDIMIENTO KM/LITRO	CONSUMO ANUAL (GALONES)	IVCCV
1	PAA7817	Kia	PREGIO	24362	10,20	631,61	60,13
2	PAB2252	Kia	PREGIO	20261	10,20	525,29	41,59
3	PUC0877	Kia	PREGIO	21422	10,20	555,39	46,64
4	PCE1444	Kia	PREGIO	22839	10,20	592,12	52,89
5	PEI1486	Kia	PREGIO	23844	10,20	618,18	57,86

(Fuente: Autores, AMT, ARPEM, 2017)

Ejemplo 3: En la tabla 4.5 se presenta los datos y el valor del impuesto para vehículos de cilindrada 15000 cc.

Tabla 4. 5. Cálculo del Impuesto IVCCV para vehículos de 15000 cc a diésel

N	PLACAS	MARCA	MODELO	KRV	KM/LITRO	CONSUMO ANUAL (gal/año)	IVCCV (\$)
1	PAC2600	Kenworth	T800 AC 15.0 2P 6X4 TM DIESEL	34162	3,13	2892,02	1263,74
2	PAC1519	Kenworth	T800 CLASSIC AC 14.9 2P 6X4 TM DIESEL	69815	3,13	5910,26	5279,20
3	PXS0063	Kenworth	T800 SPECIAL EDITION	23769	3,13	2012,19	611,28
4	PAC7021	Kenworth	T800 CLASSIC AC 14.9 2P 6X4 TM DIESEL	56635	3,13	4794,50	3472,20
5	PAB1684	Kenworth	T800 SPECIAL EDITION	43706	3,13	3699,98	2068,06

(Fuente: Autores, AMT, ARPEM, 2017)

4.4. Proceso para el registro de combustible.

Una vez determinada la fórmula, hecho el análisis y realizada la comparación del modelo matemático para el impuesto verde a la contaminación vehicular “IVCCV”, se presenta una propuesta metodológica para el registro combustible en las estaciones de servicio, como se indica en la figura 4.8.

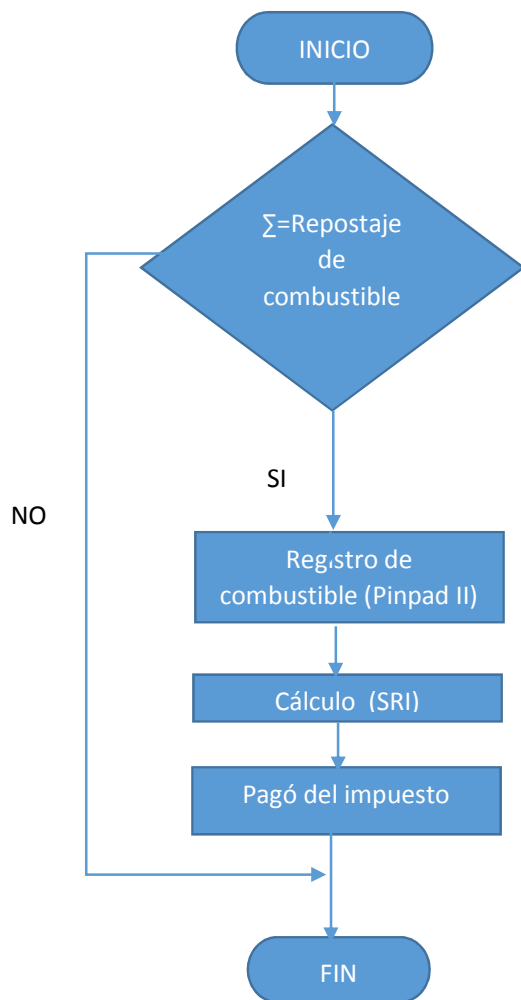


Figura 4. 8. Proceso para el pago del impuesto

(Fuente: Autores, 2017)

Según el diagrama de flujo se deberá seguir el siguiente procedimiento como se indica a continuación:

- a. Todas las gasolineras del Ecuador deberán tener instalado el equipo Pinpad II FC ID en cada máquina que despensa el combustible.

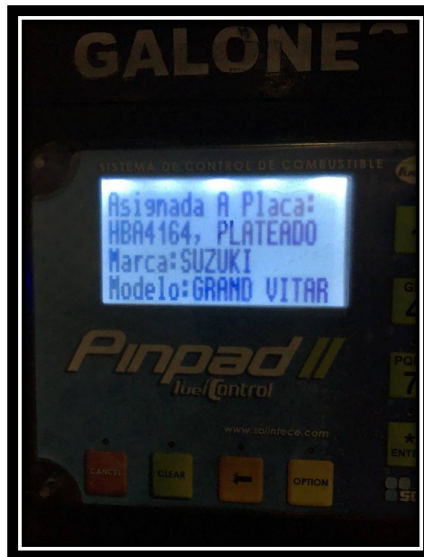


Figura 4. 9. Equipo Pinpad II FC ID

(Fuente: Solintecce, 2017)

- b. El equipo Pinpad II FC ID deberá estar instado a la red del Servicio de Rentas Internas, la cual generará una base de datos de consumo de combustible de cada vehículo de acuerdo a la placa, y permitirá calcular el valor del impuesto.
- c. El impuesto estará relacionado para cada vehículo.
- d. El impuesto IVCCV se pagará cada año.
- e. e. El pago del impuesto al SRI irá en función de la fecha de matrícula.
- f. Si los vehículos no están registrados en la base de datos (caso para vehículos extranjeros), se deberá ingresar su placa por primera vez en el sistema, y su cobro se lo realizará en el momento en el que abandonan el país.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez elaborado el modelo matemático para el Cálculo del Impuesto Verde por Consumo de Combustible Vehicular (IVCCV) y realizado la validación mediante un análisis comparativo con el modelo IACV, se presenta las siguientes conclusiones y recomendaciones.

5.1. Conclusiones

- Se cumplió con el objetivo de elaborar la fórmula matemática para el cálculo del impuesto verde por consumo de combustible vehicular “IVCCV” a partir de los siguientes parámetros como: Consumo de combustible del vehículo, factor de emisión de CO₂ del combustible, costo de CO₂ y un factor de ajuste que determina si existe una sanción o subsidio.
- Se obtuvo el consumo promedio de combustible de los vehículos de Ecuador; donde para los livianos de hasta 5 toneladas corresponde a 354 gal/año y de los vehículos pesados 2505 gal/año. tomando en cuenta las condiciones actuales del país como son clase social, región geográfica, clasificación vehicular y tipo de combustible.
- El valor a pagar del impuesto IVCCV es dinámico porque varía en función de las emisiones de CO₂, es decir a mayor consumo de combustible, mayor emisiones de CO₂ y mayor impuesto a pagar, despreciando la cilindrada, año de antigüedad y tecnología del vehículo.
- Los modelos ambientales de los países europeos son semejantes al IVCCV, porque coinciden en que, el impuesto a la contaminación vehicular debe ser sobre la base de las emisiones de CO₂; pero se diferencian en el valor de pago del impuesto, debido a la rigurosidad de las leyes ambientales e ingreso per cápita de las personas.
- El modelo planteado persigue dos propósitos en beneficio del medio ambiente, el primero incentiva a las personas a disminuir el consumo a través del uso adecuado del combustible y el segundo a adquirir vehículos de mayor

rendimiento los cuales demanden menos combustible para su actividad. Además el modelo permitirá que el gobierno invierta menos recursos económicos en el subsidio de combustible por la disminución de la demanda.

5.2. Recomendaciones

- Para garantizar una buena exactitud en el impuesto se recomienda actualizar el límite permisible del modelo IVCCV, a través de un estudio más amplio del consumo anual de combustible de los vehículos livianos y pesados del parque automotor ecuatoriano.
- Se recomienda para el cálculo del impuesto utilizar el precio de la tonelada de CO₂ definida por el mercado internacional del carbono, caso contrario, el gobierno puede establecer su propio costo basándose en estándares internacionales los cuales consideran el precio del petróleo.
- Las exenciones del modelo se deberán realizar considerando los aspectos socioeconómicos de las personas donde se considere la discapacidad y la tercera edad. Además se ha de considerar los vehículos de transporte público de pasajeros (taxis y buses) y los vehículos del sector productivo, los cuales podrán a su vez tener un descuento parcial o total del impuesto.
- Socializar el modelo IVCCV con las entidades gubernamentales como el Ministerio del Ambiente y Servicio de Rentas Internas, para que se lo considere como una herramienta de cálculo más justa orientada a la protección del medio ambiente, en reemplazo del modelo IACV.

Referencias bibliográficas

- Academia. (s.f.). *CONVERSIONES DE MAYOR USO EN LA INDUSTRIA DEL GAS*. Obtenido de http://www.academia.edu/11313802/CONVERSIONES_DE_MAYOR_USO_EN_LA_INDUSTRIA_DEL_GAS
- ACEA. (2016). *Tax Guide*. Obtenido de http://www.acea.be/uploads/news_documents/ACEA_TAX_GUIDE_2016.pdf
- AEADE. (2014). Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador. *Anuario 2014*.
- AEADE. (2015). Fichas técnicas. *Anuario*, 72, 100.
- Alcaldía. (2015). *Compromisos Internacionales del Municipio de Quito*. Obtenido de <http://www.quito.gob.ec/index.php/municipio/relaciones-internacionales/compromisos-internacionales-del-municipio-de-quito>
- Amoroso, X. (2014). *Tributación ambiental: Caso de Ecuador*. Mexico: SRI.
- AMT. (14 de 11 de 2015). *Historial de la revisión técnica vehicular*. Obtenido de http://citaprevia.quito.gob.ec/appAMT/AMT/datosxVehiculo/veh_histxRTV_bsq.jsp
- AMT. (2016). *Historial revisión de vehículos*. Obtenido de http://citaprevia.quito.gob.ec/appAMT/AMT/datosxVehiculo/veh_histxRTV_bsq.jsp
- Andes, U. C. (2013). *Caracterización de la contaminación atmosférica en Colombia*. Colombia.
- ANT. (2014). *Anuario de Estadísticas de Transportes 2014*. Quito.
- Autocosmos. (2016). *Ficha técnica de Chevrolet Aveo*. Obtenido de <http://www.autocosmos.com.mx/catalogo/vigente/chevrolet/aveo/lt/161217>
- Automotive, A. (2016). Vehicle Taxation. http://www.aldautomotive.be/Portals/belgium/Documents/Fiscality_EN.pdf?ver=2016-02-19-075452-130.
- Belastingdienst. (2016). *Belasting van personenauto's en motorrijwielen (bpm) - Belastingdienst*. Obtenido de http://www.belastingdienst.nl/wps/wcm/connect/bldcontentnl/themaoverstijgend/brochures_en_publicaties/belasting_van_personenautos_en_motorrijwielen_bpm
- Carreño, A. B. (2012). Motivos, actitudes y estrategias de aprendizaje. *Profesorado*, 18.
- CDMX. (2012). *Aire*. Obtenido de Normatividad-Dirección de monitoreo atmosférico: <http://www.aire.df.gob.mx/default.php?opc=%27ZaBhnml=&dc=%27Yw==>
- Cepeda, J. P. (2015). *Historia de los impuestos en Ecuador*. Obtenido de [file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/HISTORIA%20DE%20LOS%20IMPUESTOS%20EN%20ECUADOR-Quito-publicado%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/HISTORIA%20DE%20LOS%20IMPUESTOS%20EN%20ECUADOR-Quito-publicado%20(1).pdf)
- CMCC. (Miércoles de 01 de 2016). *Cambio Climático*. Obtenido de Portal de la Labor del Sistema de las Naciones Unidas: <http://www.un.org/es/climatechange/reduction.shtml>

- Coches, I. (2015). *Calcular impuestos matriculación*. Obtenido de <http://www.importarcoches.com/calcular-impuesto-matriculaci%C3%B3n/>
- Códigor. (2010). *Bonos de carbono*. Obtenido de <http://www.codigor.com.ar/bonosdecarbono.htm>
- Constitución. (2008). *Segundo capítulo*. Obtenido de Plan del buen vivir: http://www.inocar.mil.ec/web/images/lotaip/2015/literal_a/base_legal/A._Constitucion_republica_ecuador_2008constitucion.pdf
- DMQ, M. d. (2014). *Diagnostico de la movilidad en el distrito metropolitano de Quito para el plan metropolitano de desarrollo territorial*. Quito.
- El espectador. (2015). *El compromiso ambiental de los tres grandes países productores de CO2*. Obtenido de <http://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/el-compromiso-ambiental-de-los-tres-grandes-paises-prod-articulo-570345>
- Enciclopedia Financiera . (25 de 11 de 2016). *Impuestos*. Obtenido de <http://www.encyclopediainanciera.com/fiscalidad/impuestos.htm>
- EPA. (2013). *United States Environmental Protection Agency*. Obtenido de <http://www3.epa.gov/climatechange/ghgemissions/gases/co2.html>
- Gallegos, R. (2016). *Contaminación ambiental*. Obtenido de <http://www.telpin.com.ar/InternetEducativa/Proyectos/2007/CONTAMINACION1/Contaminacion%20ambiental.htm>
- IDAE. (2006). *Guía de gestión de combustibles flota de carretera*. Obtenido de <https://www.itba.edu.ar/intranet/ols/wp-content/uploads/sites/4/2016/10/Gu%C3%ADa-Gesti%C3%B3n-de-Combustibles.pdf>
- INEC. (2014). *Anuario de Estadísticas de Transporte*. Obtenido de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/Publicaciones/Anuario_de_Estad_de_Transporte_2014.pdf
- INECC. (2013). *Variabilidad y cambio climático*. Obtenido de <http://www.gob.mx/inecc/articulos/descarga-el-libro-digital-variabilidad-y-cambio-climatico?idiom=es>
- Instituto de ciencia de educación. (2016). *Los objetivos de aprendizaje como recurso para la docencia universitaria*. Valencia: Universidad Politecnica de Valencia.
- Internos, S. d. (2014). *Reforma Tributaria A (LEY N° 20.780, DE 29.09.2014)*. Santiago.
- IPCC. (2007). *Climate Change*. Obtenido de https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts-2-1.html
- IPCC. (2012). *Glosario*. Obtenido de Gas de efecto invernadero : <https://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>
- IPCC. (2013). *GLOSARIO* . NY: Planton.
- IPCC. (2014). Tecnología, políticas y medidas para mitigar el cambio climático. *Grupo Intergubernamental de expertos sobre el cambio climático*.

- IPCC. (2016). *Que es el efecto invernadero*. Obtenido de https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/faq-1-3.html
- Luxembourg, G.-D. (2006). *Taxe sur les véhicules routiers - Automobile Club Luxembourg*. Obtenido de <http://www.legilux.public.lu/leg/a/archives/2006/0244/a244.pdf>
- Microsoft. (2015). *DESVEST*. Obtenido de <https://support.office.com/es-es/article/DESVEST-funci%C3%B3n-DESVEST-51fecaaa-231e-4bbb-9230-33650a72c9b0>
- Ministerio de Industrias y Energia de Uruguay. (2016). *Factores de conversión CO2*. Obtenido de <http://www.dne.gub.uy/documents/112315/0/Factores%20de%20conversi%C3%B3n.pdf>
- Ministerio de protección social servicio nacional de aprendizaje. (2008). *Manual de estrategias de enseñanza aprendizaje*. Antofagasta: SENA.
- Ministerio del Ambiente. (2014). *Inventario preliminar de las Emisiones Contaminantes del Aire*. Obtenido de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/Libro-Resumen-Inventario-13-02-2014-prensa.pdf>
- Norma Técnica Ecuatoriana. (2012). *Clasificación vehicular INEN 2656:2012*. Quito.
- Núñez, S. D. (2012). Gestión pedagógica para directivos. En *Ministerio de educación Ecuador* (pág. 363). Quito: MinEduc.
- OCDE. (2014). *Environmental taxation, a guide for policy maker*.
- Oficina Catalana del Cambio Climático. (marzo de 2017). *GUIA PRÀCTICA PER AL CàLCUL D'EMISSIONS*. Obtenido de http://canvclimatic.gencat.cat/web/.content/home/reduex_emissions/guia_de_calcul_d_emissions_de_co2/170301_Guia-practica-calcul-emissions-2016-v2017.pdf
- OMM. (2015). *Concentraciones de gases de efecto invernadero*. Obtenido de <https://public.wmo.int/es/media/press-release/las-concentraciones-de-gases-de-efecto-invernadero-vuelven-batir-un-r%C3%A9cord>
- Osterreichs, W. (2014). *Normverbrauchsabgabe (NoVA)*. Obtenido de https://www.wko.at/Content.Node/wir/vlbg/weitere_NormverbrauchsabgabeNoVAabMaerz2014.pdf
- Pérez, J. G. (2012). *Indicador kilómetros- vehículo recorrido*. México.
- Pérez, N. O. (2011). *Impuestos verdes; una alternativa viable para el Ecuador*. *POLICY PAPER 13*.
- Pérez, R. (2015). *Derecho Financiero y tributario*. Thomson.
- PUMA. (2015). *Red de formación ambiental para América Latina y el Caribe*. Obtenido de *Objetivos del desarrollo sostenible*: <http://www.pnuma.org/educamb/quienes%20somos.php>
- Rodríguez, E. B. (Junio de 2012). *Muestra y muestreo*. *Escuela Superior de Tizayuca*, 20.
- SEMARNAT. (2005). *Guía de elaboración y usos de inventarios de emisiones*. México : Jimenez Editores.
- SENDECO2. (2016). *Precios de CO2*. Obtenido de <http://www.sendeco2.com/es/>

- Senplades. (2014). *Plan nacional del buen vivir*. Obtenido de <http://www.cooperacioninternacional.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/03/Resumen-Plan-Nacional-Buen-Vivir-esp%C3%B1ol.pdf>
- SRI. (20 de Enero de 2012). *Impuesto ambiental a la contaminación vehicular*. Obtenido de <http://www.sri.gob.ec/de/477>
- SRI. (2015). *Servicio de Rentas Internas*. Obtenido de Impuesto ambiental a la contaminación vehicular.
- Tiedotuskeskus, A. (16 de 05 de 2016). *Motoring Taxation*. Obtenido de http://www.aut.fi/en/road_transport/motoring_taxation
- Torre, A. G. (2005). *Fabricación mecánica*. Madrid: Paraninfo.
- UB. (2016). *Proporción poblacional*. Obtenido de http://www.ub.edu/aplica_infor/spss/cap4-4.htm
- UNESCO. (2005). Protagonismo docente en el ambio educativo. *PRELAC*, 195.
- Vallejo, P. M. (2012). Tamaño necesari de la muestra. Madrid: UPC.
- Waldron, C. D. (2006). *Combustión movil*. Obtenido de Capítulo 3: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volume2/V2_3_Ch3_Mobile_Combustion.pdf

ANEXOS

ANEXO I

SÍNTESIS DE LOS MODELOS MATEMÁTICOS A NIVEL MUNDIAL

Austria	Nombre del impuesto	Impuesto sobre el consumo de combustible y contaminación	$IAV = NOVA - deducible$
	VARIABLES DE IMPUESTO	Cilindrada	Motocicletas $NOVA = Pv \times \{0.02 \times [(cc - 100) \times 0,01]\}$
		Emisiones de CO ₂	Vehículos $NOVA = \left\{ Pv \times \left[\left(\frac{CO_2 - 90}{5} \right) \times 0,01 \right] \right\} - (Nova_{malus})$
<ul style="list-style-type: none"> • IAV = Impuesto sobre el consumo de combustible y contaminación, expresado en euros. • NOVA = Cantidad expresada en euros. • Deducible = Es un valor constante que varía según el caso: 300 cuando se trata vehículos y 0 cuando se trata de motocicletas. • Pv = Precio del vehículo, expresada en euros • cc = Cilindrada en centímetros cúbicos. • CO₂ = Factor de emisión del dióxido de carbono (g/km) obtenido de la ficha técnica del fabricante. • Nova_{malus} = Es un valor que se paga por el excedente de emisiones de CO₂ 			
Bélgica	Nombre del impuesto	Impuesto a la matriculación vehicular	$IAV = \{[(CO_2 \times 9) - Y] / 12\} \times 1.2267$
	VARIABLES DE IMPUESTO	Emisiones de CO ₂ , tipo de combustible	
	<ul style="list-style-type: none"> • IAV = Impuesto a la matriculación vehicular, expresado en euros. • CO₂ = Factor de emisión del dióxido de carbono (g/km) obtenido de la ficha técnica del fabricante. • Y = Constante que depende del tipo de combustible (768 para gasolina, 600 en diésel y 990 para GLP). 		

	Nombre del impuesto	Impuesto a emisiones contaminantes de vehículos nuevos	$IAV = UTM \times \text{Factor de conversión}$ $UTM = \left[\left(\frac{35}{Ru} \right) + (90 \times NOx) \right] \times (Pv \times cte)$
	VARIABLES DE IMPUESTO	Emisiones de NOx , precio del vehículo, rendimiento urbano	
Chile	<ul style="list-style-type: none"> • IAV = Impuesto a la matriculación vehicular, expresada en pesos chilenos • UTM = Unidad tributaria mensual. • Factor de conversión = 1UTM = 45496,83 CLP (pesos chilenos) • NOx = Factor de emisión de óxido nitroso, Dato obtenido de la base de datos del Servicio de Impuestos Internos (SII)¹⁴, cuyo valor depende de las características del vehículo como marca, modelo, año. Expresado en (g/km) • Ru = Rendimiento urbano ver en base de datos del SII • Pv = Precio de venta del vehículo. • Cte = Factor de corrección de 0.0000006 		
España	Nombre del impuesto	Impuesto de matriculación vehicular	$IAV = Pv \times Y$
	VARIABLES DE IMPUESTO	Emisiones de CO ₂ , precio del vehículo	
	<ul style="list-style-type: none"> • IAV = Impuesto de matriculación vehicular expresada en euros • Pv = Precio del vehículo en Euros • Y = Porcentaje (%) de acuerdo a las emisiones de CO₂. Ver Tabla 2.1 		

¹⁴ <https://www4.sii.cl/calculImpVehiculoNuevoInternet/internet.html?modulo=listado>

	Nombre del impuesto	Impuesto de matriculación de vehículos	$IAV = Pv \times \left\{ \left[52.15 - \left(\frac{51.95}{1 + e^{0.015 \times (CO_2 - 152)}} \right) \right] \times 0.01 \right\}$
	VARIABLES DE IMPUESTO	Emisiones de CO ₂ + precio	
Finlandia	<ul style="list-style-type: none"> • IAV = Impuesto vehicular en euros • Pv = Precio del vehículo en euros • e = Constante matemática (2.71828...) • CO₂ = Factor de emisión del dióxido de carbono (g/km) obtenido de la ficha técnica del fabricante. 		
Francia	Nombre de impuesto	Impuesto de matriculación vehicular determinada por la potencia fiscal	$IAV \equiv Pf \text{ según tabla 2.2}$ $Pf = \left(\frac{CO_2}{45} \right) + \left(\frac{P}{40} \right)^{1.6}$
	Variable de impuesto	Emisiones de CO ₂ , potencia	
Francia	<ul style="list-style-type: none"> • IAV = Impuesto a la potencia fiscal expresada en euros, • Pf = Potencia fiscal expresada en hp • P = Potencia de los motores real, expresada en kilovatios (kW) • CO₂ = Factor de emisión del dióxido de carbono (g/km) obtenido de la ficha técnica del fabricante. 		
Holanda	Nombre de impuesto	Impuestos sobre turismos y motocicletas	$IAV = (CO_2 \times Tasa 1) + Tasa 2 \text{ (Gasolina)}$ $IAV = (CO_2 - 67) \times 86.43 \text{ (Diésel)}$
	Variable de impuesto	Emisiones de CO ₂	
Holanda	<ul style="list-style-type: none"> • IAV = Impuestos sobre turismos y motocicletas (BPM), expresado en euros • CO₂ = Factor de emisión del dióxido de carbono (g/km) obtenido de la ficha técnica del fabricante. • Tasa 1 = Primera tasa impositiva en euros, tabla 2.3 • Tasa 2 = Segunda tasa impositiva en euros, tabla 2.3 		

Luxemburgo	Nombre de impuesto	Impuesto a la circulación	$IAV = CO_2 \times B \times FE$
	Variable de impuesto	Emisiones de CO ₂ , tipo de combustible	
	<ul style="list-style-type: none"> • IAV = Impuesto a la circulación, expresado en euros • CO₂ = Factor de emisión del dióxido de carbono (g/km) obtenido de la ficha técnica del fabricante. • B = Variable (0.9 en diésel y 0,6 en otros combustibles) • FE = Factor exponencial que es igual a 0,5 si las emisiones de CO₂ no superan los 90 g / km de CO₂ y se incrementa 0.10 por cada 10 g/ km de CO₂ adicional. Ver tabla 2.4 		
Portugal	Nombre de impuesto	Impuesto sobre vehículos	$IAV = ISV_{cilindrada} + ISV_{CO_2}$
	Variable de impuesto	Emisiones de CO ₂ y cilindrada	
	<ul style="list-style-type: none"> • IAV = Impuesto sobre vehículos, expresado en euros • ISVcilindrada= Impuesto sobre vehículos de acuerdo a la capacidad de Cilindrada. Ver tabla 2.5. • ISVCO₂ = Impuesto sobre vehículos a las Emisiones de CO₂, de acuerdo al tipo de combustible determinado por el fabricante. Ver tabla 2.6 y 2.7 respectivamente. 		
Rumania	Nombre de impuesto	Impuesto a la tasa ecológica	Caso 1: Vehículos de la categoría M1, con normas Euro 6, 5, 4 y 3 $IAV = [CO_2 \times B \times (100 - C)]/100$ Caso 2: Vehículos de las categorías M1, M2, M3, N1, N2 y N3 con normativa Euro 1, Euro 2, y los que no cumplan con las normas. $IAV = [E \times D \times (100 - C)] / 100$
	Variable de impuesto	Emisiones de CO ₂ , cilindrada	
	<ul style="list-style-type: none"> • IAV = Impuesto a la tasa ecológica, expresada en euros • CO₂ = Factor de emisión del dióxido de carbono (g/km) obtenido de la ficha técnica del fabricante. 		

	<ul style="list-style-type: none"> • B = Relación entre cilindrada y CO₂. Ver las tablas 2.9, 2.10, 2.11, 2.12, 2.13 según corresponda. • C = % de reducción. Ver tabla 2.14 • D = Cilindrada del motor (cc) • E = Tasa según tipo de combustible y normas euro. Ver la tabla 2.15 y 2.16 según corresponda 		
Suecia	Nombre de impuesto	Impuesto a la circulación	Vehículos que cumplen con las normas Euro 4
	Variable de impuesto	Emisiones de CO ₂ , cilindrada	Vehículos a Gasolina $IAV = 360 + [22 \times (CO_2 - 111)]$
			Vehículos a Diésel $IAV = [2.37 \times (360 + 22 \times (CO_2 - 111))] + 250$
	<ul style="list-style-type: none"> • IAV = Impuesto a la circulación, expresado en SEK (corona sueca) • CO₂ = Emisiones determinadas por el fabricante, expresada en g/km. 		
Ecuador	Nombre de impuesto	Impuesto ambiental a la contaminación vehicular (IMV) o impuesto verde.	$IAV = (cc - 1500) \times Tarifa \times (1 + FA)$
	Variable de impuesto	Cilindrada, año	
		<ul style="list-style-type: none"> • IAV = Impuesto ambiental a la contaminación vehicular, expresada en dólares • cc = Cilindraje del motor en centímetros cúbicos. • Tarifa = Valor según cilindraje (Ver tabla 2.18) • Factor de ajuste = porcentaje (%) según el año. Ver tabla 2.19 	

(Fuente: Autores, ACEA, 2016)

ANEXO II
OTRAS UNIDADES DE LOS FACTORES DE EMISIÓN DE CO2

COMBUSTIBLE	KgCO2/Lt	Kg CO2/TJ
Gasolina extra	2,196	56 642,07
Gasolina súper	2,196	56 642,07
Gasolina Ecopaís (E5)	2,180	56 229,37
Diésel	2,503	67 935,37
Biodiésel (B10)	2,354	63 891,27
GLP	1,520	42 116,67

(Fuente: Autores, 2016)

Factor de conversión

1ktep =	41,868 tJ
1 kep =	10000 kcal
1ktep =	1000 tep = 10000000000 kcal
1 lt de GLP=	0,5396 kg de GLP
Poder calorífico inferior de los combustibles	
GLP	0,862 kep/lt
Diésel ó gasoil	0,880 kep/lt
Gasolina ó Fuel Oil	0,926 kep/lt

(Fuente: Ministerio de Industrias y Energía de Uruguay; Academia)

Nota: ktep= kilotoneladas equivalentes de petróleo; kep=kilogramos equivalentes de petróleo; tep= toneladas equivalentes de petróleo; kcal= kilocalorías; tJ= terajoulios

EJEMPLO 1: Gasolina

$$\frac{2,196 \text{ kgCO}_2}{\text{lt}} \left| \frac{1 \text{ lt}}{0,926 \text{ kep}} \right| \left| \frac{1 \text{ kep}}{10000 \text{ kcal}} \right| \left| \frac{10000000000 \text{ kcal}}{1 \text{ ktep}} \right| \left| \frac{1 \text{ ktep}}{41,868 \text{ Tj}} \right| = 56 642,07 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{Tj}}$$

EJEMPLO 2: Ecopaís

$$\frac{2,180 \text{ kgCO}_2}{\text{lt}} \left| \frac{1 \text{ lt}}{0,926 \text{ kep}} \right| \left| \frac{1 \text{ kep}}{10000 \text{ kcal}} \right| \left| \frac{10000000000 \text{ kcal}}{1 \text{ ktep}} \right| \left| \frac{1 \text{ ktep}}{41,868 \text{ Tj}} \right| = 56 229,37 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{Tj}}$$

EJEMPLO 3: Diésel

$$\frac{2,503 \text{ kgCO}_2}{\text{lt}} \left| \frac{1 \text{ lt}}{0,880 \text{ kep}} \right| \left| \frac{1 \text{ kep}}{10000 \text{ kcal}} \right| \left| \frac{10000000000 \text{ kcal}}{1 \text{ ktep}} \right| \left| \frac{1 \text{ ktep}}{41,868 \text{ Tj}} \right| = 67 935,37 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{Tj}}$$

EJEMPLO 4: Biodiésel

$$\frac{2,354 \text{ kgCO}_2}{\text{lt}} \left| \frac{1 \text{ lt}}{0,880 \text{ kep}} \right| \left| \frac{1 \text{ kep}}{10000 \text{ kcal}} \right| \left| \frac{10000000000 \text{ kcal}}{1 \text{ ktep}} \right| \left| \frac{1 \text{ ktep}}{41,868 \text{ Tj}} \right| = 63 891,27 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{Tj}}$$

EJEMPLO 4: GLP

$$\frac{1,520 \text{ kgCO}_2}{\text{lt}} \left| \frac{1 \text{ lt}}{0,862 \text{ kep}} \right| \left| \frac{1 \text{ kep}}{10000 \text{ kcal}} \right| \left| \frac{10000000000 \text{ kcal}}{1 \text{ ktep}} \right| \left| \frac{1 \text{ ktep}}{41,868 \text{ Tj}} \right| = 42 116,67 \frac{\text{kgCO}_2}{\text{Tj}}$$

ANEXO III
CALCULO DE TAMAÑO DE MUESTRA POR SECTORES

Sectores	Subsectores	N (número de la población)	n (tamaño de la muestra)
Condición socioeconómica	A	19542	5
	B	26512	
	C+	26512	
	C-	26512	
Región geográfica	Sierra	77049	
	Costa	59206	
	Amazonía	8541	
Tipo de combustible	Gasolina	1553231	
	Diésel	194942	
Clasificación vehicular	L	71203	
	M2	26512	
	N1	1195	
	M2	15739	
	N2	4661	
	N3	873	

(Fuente: Anuario 2015, ANT)

Nota: N= vehículos matriculados en la Agencia Nacional de Tránsito; Z=1,96; p=0,997; e=0,05

EJEMPLO:

$$n = \frac{Z^2 N p q}{p q Z^2 + (N - 1) e^2} = \frac{1,96^2 * 19542 * 0,997 * (1 - 0,997)}{(0,997 * (1 - 0,997) * 1,96^2) + (19542 - 1) * (0,05)^2} = 5$$

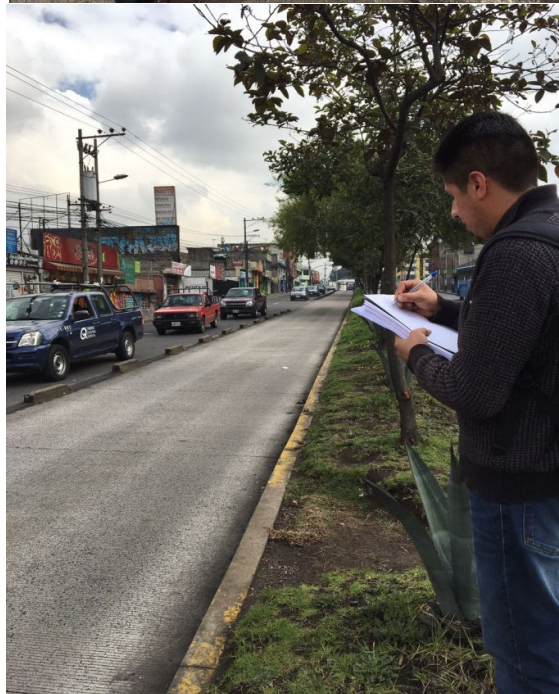
ANEXO IV
RENDIMIENTO DE VEHÍCULOS PESADOS

Vehículo	Carga	Circulación	Consumo
Tráiler	40 t	Normal	35 l/100 km
Tráiler	40 t	Normal	33 l/100 km
Tráiler	40 t	Todoterreno	42 l/100 km
Tráiler	40 t	Normal	32 l/100 km
Autobús	55 plazas	Normal	26 l/100 km
Autobús	55 plazas	Normal	24 l/100 km
Autobús	55 plazas	Normal	23 l/100 km
Minibús	35 plazas	Normal	19 l/100 km
Camión	24 t	Normal	26 l/100 km
Camión	18 t	Normal	23 l/100 km
Camión	7,5 t	Normal	21 l/100 km

(Fuente: Guía de gestión de combustibles flota de carretera, IDAE, 2006)

ANEXO V
TRABAJO DE CAMPO, LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

a) Registro de placas en la av. Maldonado de la ciudad de Quito



b) Registro de consumo de combustible según encuestas a conductores de motocicletas y vehículos.



ANEXO VI
BASE DE DATOS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

a) Base de datos de consumo según la condición socioeconómica de los estratos sociales

ESTRATO A										
N	PLACAS	MARCA	MODELO	CILINDRADA (CC)	AÑO	KM ANTERIOR	KM NUEVO	KRV	KM/LITRO	CONSUMO Galones Anual
1	PCL8093	CHEVROLET	GRAND VITARA 5P 4X2 T/M DLX	2000	2005	166866	184575	17709	10,90	429,81
2	PBD9127	CHEVROLET	GRAND VITARA 2.0L 5P DLX TM 4X2	2000	2009	75682	93993	18311	10,90	444,42
3	PNI0770	CHEVROLET	GRAND VITARA 5P 4X2 T/M DLX	2000	2005	137587	155869	18282	10,90	443,72
4	PC4262	CHEVROLET	GRAND VITARA STD 2.0 5P 4X2 TM	2000	2014	36280	45634	23858	10,90	579,05
5	PBT2496	CHEVROLET	GRAND VITARA STD 2.0 5P 4X2 TM	2000	2011	83363	97784	19211	10,90	466,26
							PROMEDIO	19474	10,90	472,65

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

ESTRATO B										
N	PLACAS	MARCA	MODELO	CILINDRADA (CC)	AÑO	KM ANTERIOR	KM NUEVO	KRV	KM/LITRO	CONSUMO Galones Anual
1	PBD5958	CHEVROLET	AVEO EMOTION	1600	2009	137975	160924	22949	16,95	358,20
2	PBM8576	CHEVROLET	AVEO ACTIVO 1.6L 5PAC	1600	2010	72527	110853	38326	16,95	598,21
3	PBO6266	CHEVROLET	AVEO ACTIVO 1.6L 4PAC	1600	2011	72792	99319	26527	16,95	414,05
4	PBT3756	CHEVROLET	AVEO ACTIVO 1.6L 4PAC	1600	2011	127054,00	155415,00	28361	16,95	442,67
5	PDB4020	CHEVROLET	AVEO EMOTION 1.6L GLS	1600	2008	120042	152239	32197	16,95	502,55
							PROMEDIO	29672	16,95	463,13

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

ESTRATO C+										
N	PLACAS	MARCA	MODELO	CILINDRADA (CC)	AÑO	KM ANTERIOR	KM NUEVO	KRV	KM/LITRO	CONSUMO Galones Anual
1	PBO3021	CHEVROLET	AVEO EMOTION 1.6L AC	1600	2011	24741	41666	16925	16,95	264,17
2	PBN1263	CHEVROLET	AVEO ACTIVO 1.6L 4P AC	1600	2011	30981	45180	14199	16,95	221,62
3	PBF3224	CHEVROLET	AVEO 1.6L	1500	2010	38974	78067	39093	15,15	682,64
4	PBJ2740	CHEVROLET	AVEO EMOTION 1.6L GLS	1600	2009	137607	156230	18623	16,95	290,68
5	PBB4857	CHEVROLET	AVEO GT5 1.6L	1600	2008	132842	152271	19429	16,95	303,26
							PROMEDIO	25700	16,72	352,48

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

ESTRATO C-										
N	PLACAS	MARCA	MODELO	CILINDRADA (CC)	AÑO	KM ANTERIOR	KM NUEVO	KRV	KM/LITRO	CONSUMO Galones Anual
1	PBI1726	CHEVROLET	AVEO EMOTION 1.6L AC	1600	2009	65483	78903	13420	16,95	209,47
2	PBS7078	CHEVROLET	AVEO ACTIVO 1.6L 4P STD	1600	2011	71608	83667	12059	16,95	188,22
3	PBH2958	CHEVROLET	AVEO ACTIVO 1.6L 4P STD	1600	2009	113207	126417	13210	16,95	206,19
4	PBJ5564	CHEVROLET	AVEO EMOTION 1.6L GLS	1600	2011	42066	52700	10634	16,95	165,98
5	PBU9107	CHEVROLET	AVEO ACTIVO 1.6L 4P AC	1600	2012	48687	55876	7189	16,95	112,21
							PROMEDIO	11302	16,95	176,41

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

b) Base de datos de consumo según la región geográfica

REGIÓN SIERRA (QUITO)										
N	PLACAS	MARCA	MODELO	CILINDRADA (CC)	AÑO	KM ANTERIOR	KM NUEVO	KRV	KM/LITRO	CONSUMO Galones Anual
1	PBD5958	CHEVROLET	AVEO EMOTION	1600	2009	137975	160924	22949	16,95	358,20
2	PBB4857	CHEVROLET	AVEO GT5 1.6L	1600	2008	132842	152271	19429	16,95	303,26
3	PBO6266	CHEVROLET	AVEO ACTIVO 1.6L 4PAC	1600	2011	72792	99921	27129	16,95	423,44
4	PBT3756	CHEVROLET	AVEO ACTIVO 1.6L 4PAC	1600	2011	127054,00	155415,00	28361	16,95	442,67
5	PBB4857	CHEVROLET	AVEO GT5 1.6L	1600	2008	132842	152271	19429	16,95	303,26
							PROMEDIO	23459	16,95	366,17

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

REGIÓN COSTA (GUAYAS)										
N	PLACAS	MARCA	MODELO	CILINDRADA (CC)	AÑO	KM ANTERIOR	KM NUEVO	KRV	KM/LITRO	CONSUMO Galones Anual
1	GSJ4658	CHEVROLET	AVEO EMOTION	1500	2014	20317	41532	21215	16,95	331,13
2	GSQ7415	CHEVROLET	AVEO ACTIVO	1500	2016	80	22667	22587	16,95	352,55
3	GSJ1786	CHEVROLET	AVEO ACTIVO	1500	2014	20896	40654	19758	16,95	308,39
4	GSM1731	CHEVROLET	AVEO EMOTION	1500	2014	19239	40532	21293	16,95	332,35
5	GS15541	CHEVROLET	AVEO ACTIVO	1500	2013	42255	61544	19289	16,95	301,07
							PROMEDIO	20828	16,95	325,10

(Fuente: Autores, SGS, 2016)

REGIÓN AMAZONICA (NUEVA LOJA)											
N	PLACAS	MARCA	MODELO	CILINDRADA (CC)	DIAS DE REPOSTAJE	GALONES EN CADA REPOSTAJE	TOTAL CONSUMO 1	KRV	KM/LITRO	TOTAL CONSUMO 2	
1	KAB0036	HINO	GH1JGSD	7961	5	8	584	29433	11,20	695,22	
2	KAB0889	CHEVROLET	AVEO	1600	5	4	292	14840	16,95	231,63	
3	KAB0624	CHEVROLET	VIVANT	1600	6	6	365	11312	16,95	176,56	
4	KAB0520	CHEVROLET	AVEO	1600	6	4	243	15251	16,95	238,04	
5	KAB0634	CHEVROLET	AVEO	1600	6	5	304	16188	16,95	252,67	
							PROMEDIO 1	358		PROMEDIO 2	318,83
							PROMEDIO TOTAL (1 + 2)			338,26	

(Fuente: Autores, encuestas, 2016)

Nota: Para determinar el consumo de combustible de la región amazónica desarrollado en la ciudad de Nueva Loja y para desarrollar la base de datos de acuerdo a la clasificación vehicular L, se procede a tabular los datos de la encuesta donde existen dos formas de identificar el consumo. El primero en base a cada que tiempo se realiza los repostaje por la cantidad de galones que se coloca en cada repostaje y el segundo identificando los kilómetros recorridos vehicular del vehículo multiplicado por el rendimiento del vehículo y motocicleta. Una vez determinado los dos consumos se promedian los dos consumos (1 +2). La encuesta ver en el anexo VII.

c) Base de datos de consumo según tipo de combustible

BASE DE DATOS GASOLINA										
N	PLACAS	MARCA	MODELO	CILINDRADA (CC)	AÑO	KM ANTERIOR	KM NUEVO	KRV	KM/LITRO	CONSUMO Galones Anual
1	PBD9470	CHEVROLET	LUV D-MAX 2.4L CS TM 4X2	2400	2009	72465	78525	6060	11,36	141,08
2	PNQ0816	CHEVROLET	LUV D-MAX C/D 4X2 T/M	2400	2005	129791	139959	10168	11,36	236,72
3	PBB1346	CHEVROLET	LUV D-MAX C/S 4X2 T/M	2400	2008	161596	185323	23727	11,36	552,37
4	PDA8951	CHEVROLET	LUV D-MAX 2.4L CD TM 4X2	2400	2009	136408	166308	29900	11,36	696,08
5	PCA3959	CHEVROLET	LUV D-MAX 2.4L CD TM 4X2	2400	2012	106672	121644	14972	11,36	348,55
								PROMEDIO	16965	394,96

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

BASE DE DATOS DIESEL										
N	PLACAS	MARCA	MODELO	CILINDRADA (CC)	AÑO	KM ANTERIOR	KM NUEVO	KRV	KM/LITRO	CONSUMO Galones Anual
1	IBA8067	CHEVROLET	LUV DMAX- 3.0 DIESEL	3000	2011	135740	166542	30802	11,90	684,49
2	PBZ3126	CHEVROLET	LUV D-MAX TM 3.0 4X4 DIESEL CD	3000	2013	79489	108716	29227	11,90	649,49
3	PBI7032	CHEVROLET	D-MAX CRDI FULL AC 3.0 CD 4X4 TM	3000	2016	96572	112178	15606	11,90	346,80
4	PEI7665	CHEVROLET	NMR 85H 3.0 2P 4X2 TM DIESEL CN	3000	2015	54284	68430	14146	11,90	314,36
5	PBD7307	CHEVROLET	LUV D-MAX 3.0L DIESEL CD	3000	2009	150355	181634	31279	11,90	695,09
								PROMEDIO	24212	538,04

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

d) Base de datos de consumo según clasificación vehicular

BASE DE DATOS L (MOTOS)											
N	PLACAS	MARCA	MODELO	CILINDRADA (CC)	DIAS DE REPOSTAJE	GALONES EN CADA REPOSTAJE	TOTAL CONSUMO 1	KRV	KM/LITRO	TOTAL CONSUMO 2	
1	IC396G	KEEWAY	DOTTORE RKV200 S	200	5	2	146	16000	32	132,28	
2	HR088K	SUKIDA	SKR 200S	200	5	3	219	16000	32	132,28	
3	HW917O	KEEWAY	DOTTORE RKV200 S	200	6	3	183	15000	32	124,01	
4	HL629L	QMC	QMC200GYX	200	6	2	122	16000	32	132,28	
5	HY952X	Z1	CHAMPION 200E	200	6	3	183	16000	32	132,28	
							PROMEDIO 1	170		PROMEDIO 2	130,62
							PROMEDIO TOTAL (1 + 2)			150,48	

(Fuente: Autores, encuestas, 2016)

BASE DE DATOS M1 (GASOLINA)										
N	PLACAS	MARCA	MODELO	CILINDRADA (CC)	AÑO	KM ANTERIOR	KM NUEVO	KRV	KM/LITRO	CONSUMO Galones Anual
1	PBO6266	CHEVROLET	AVEO ACTIVO 1.6L 4P AC	1600	2011	72792	99319	26527	16,95	414,05
2	PBD5958	CHEVROLET	AVEO EMOTION 1.6L GLS NEXT	1600	2009	137975	160924	22949	16,95	358,20
3	PBI1726	CHEVROLET	AVEO EMOTION 1.6L AC	1600	2009	65483	78903	13420	16,95	209,47
4	IBB2881	CHEVROLET	AVEO ACTIVO 1.6L 4P STD	1600	2011	85364	96152	10788	16,95	168,38
5	PBH4437	CHEVROLET	AVEO ACTIVO 1.6L 4P AC	1600	2010	98028	113359	15331	16,95	239,29
							PROMEDIO	17803	16,95	277,88

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

BASE DE DATOS N 1										
N	PLACAS	MARCA	MODELO	CILINDRADA (CC)	AÑO	KM ANTERIOR	KM NUEVO	KRV	KM/LITRO	CONSUMO Galones Anual
1	PBD9470	CHEVROLET	LUV D-MAX 2.4L CS TM 4X2	2400	2009	72465	78525	6060	11,36	141,08
2	PNQ0816	CHEVROLET	LUV D-MAX C/D 4X2 T/M	2400	2005	129791	139959	10168	11,36	236,72
3	PBB1346	CHEVROLET	LUV D-MAX C/S 4X2 T/M	2400	2008	161596	185323	23727	11,36	552,37
4	PDA8951	CHEVROLET	LUV D-MAX 2.4L CD TM 4X2	2400	2009	136408	166308	29900	11,36	696,08
5	PCA3959	CHEVROLET	LUV D-MAX 2.4L CD TM 4X2	2400	2012	106672	121644	14972	11,36	348,55
							PROMEDIO	16965	11,36	394,96

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

BASE DE DATOS N2 (DIESEL)										
N	PLACAS	MARCA	MODELO	CILINDRADA (CC)	AÑO	KM ANTERIOR	KM NUEVO	KRV	KM/LITRO	CONSUMO ANUAL (GALONES)
1	PUD0208	CHEVROLET	NPR 71P CHASIS TORPEDO	5200	2002	315343	341555	26212	4,76	1456,22
2	PAC2789	CHEVROLET	NPR 71P CHASIS TORPEDO	5200	2015	474	30339	29865	4,76	1659,17
3	PZQ0474	CHEVROLET	NPR 71P CHASIS TORPEDO	5200	2005	393005	418349	25344	4,76	1408,00
4	PME0062	CHEVROLET	NPR 71L CHASIS CABINADO	5200	2002	364470	391329	26859	4,76	1492,17
5	PBY7228	CHEVROLET	NPR 75H CHASIS CABINADO	5200	2012	125937	164733	38796	4,76	2155,33
							PROMEDIO	29415	4,76	1634,18

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

BASE DE DATOS M3 (DIESEL)										
N	PLACAS	MARCA	MODELO	CILINDRADA (CC)	AÑO	KM ANTERIOR	KM NUEVO	KRV	KM/LITRO	CONSUMO ANUAL (GALONES)
1	PAC1094	HINO	AK8JRSA	7700	2012	199051	235389	36338	4,30	2235,63
2	PCD4011	CHEVROLET	NQR71L	7200	2009	140264	163605	23341	4,30	1436,02
3	PMA1050	CHEVROLET	NQR 75L CAMION CHASIS CABINADO	7500	2011	156589	195357	38768	4,30	2385,14
4	PAC5509	HINO	AK8JRSA 7.7 4X2 TM DIESEL CN	7700	2016	13	39260	39247	4,30	2414,61
5	PAC2257	HINO	AK8JRSA 7.7 4X2 TM DIESEL CN	7700	2017	55048	79126	24078	4,30	1481,36
6	PAC4367	HINO	AK8JRSA 7.7 1P 4X2 TM DIESEL	7700	2016	343	35379	35036	4,30	2155,53
							PROMEDIO	32801	4,30	2018,05

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

BASE DE DATOS N3 (DIESEL)										
N	PLACAS	MARCA	MODELO	CILINDRADA (CC)	AÑO	KM ANTERIOR	KM NUEVO	KRV	KM/LITRO	CONSUMO ANUAL (GALONES)
1	PAC2600	KENWORTH	T800 AC 15.0 2P 6X4 TM	15000	2015	41775	75937	34162	3,13	2892,02
2	PAC1519	KENWORTH	T800 CLASSIC AC 14.9 2P 6X4 TM	15000	2014	100707	170522	69815	3,13	5910,26
3	PXS0063	KENWORTH	T800 SPECIAL EDITION	15000	2002	916607	940376	23769	3,13	2012,19
4	PAC7021	KENWORTH	T800 CLASSIC AC 14.9 2P 6X4 TM	15000	2014	61110	117745	56635	3,13	4794,50
5	PAB1684	KENWORTH	T800 SPECIAL EDITION	15000	2012	471755	515461	43706	3,13	3699,98
							PROMEDIO	45617	3,13	3861,79

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

e) Base de datos de consumo según por cilindrada

CILINDRADA 1000 cc											
N	PLACAS	MARCA	MODELO	CILINDRADA (CC)	AÑO	KM ANTERIOR	KM NUEVO	KRV	KM/LITRO	CONSUMO Galones Anual	
1	PBS2621	CHEVROLET	SPARK	1000	2005	38927	60838	21911	23,81	243	
4	PBL3015	CHEVROLET	SPARK 5P STD 1.0L ACTIVO	1000	2009	98652	111967	13315	23,81	148	
5	PBX6111	CHEVROLET	SPARK 5P STD 1.0L ACTIVO	1000	2009	105519	118935	13416	23,81	149	
7	PBK9128	CHEVROLET	SPARK 5P STD 1.0L ACTIVO	1000	2011	58583	70045	11462	23,81	127	
8	PBU9072	CHEVROLET	SPARK 5P STD 1.0L ACTIVO	1000	2012	27588	45222	17634	23,81	196	
								PROMEDIO	15548	23,81	173

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

CILINDRADA 1200 cc											
N	PLACAS	MARCA	MODELO	CILINDRADA (CC)	AÑO	KM ANTERIOR	KM NUEVO	KRV	KM/LITRO	CONSUMO Galones Anual	
1	PBV3205	CHEVROLET	N200 VAN PASAJEROS	1200	2012	67318	93617	26299	20,83	334	
3	PBT6723	CHEVROLET	N200 VAN PASAJEROS 1.2L TM	1200	2012	104971	136660	31689	20,83	402	
4	PBO6294	CHEVROLET	N200 VAN PASAJEROS 1.2L TM	1200	2011	55874	66452	10578	20,83	134	
5	PBD3219	CHEVROLET	N200 VAN PASAJEROS 1.2L TM	1200	2008	247223	262213	14990	20,83	190	
6	PCB2547	CHEVROLET	N300 MOVE PASAJEROS	1200	2012	104377	110158	5781	20,83	73	
7	PBQ1628	CHEVROLET	N200 VAN PASAJEROS 1.2L TM	1200	2011	113000	137387	24387	20,83	310	
								PROMEDIO	18954	20,83	241

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

CILINDRADA 1400 cc										
N	PLACAS	MARCA	MODELO	CILINDRADA (CC)	AÑO	KM ANTERIOR	KM NUEVO	KRV	KM/LITRO	CONSUMO Galones Anual
1	PBC5194	CHEVROLET	SAil 1.4	1400	2007	86584	101116	14532	19,23	200
2	PBY7338	CHEVROLET	SAIL STD	1400	2012	61617	79895	18278	19,23	251
3	PBN5380	CHEVROLET	SAIL STD TM 1.4 4P4X2	1400	2012	109300	136456	27156	19,23	374
4	PCD3373	CHEVROLET	SAIL STD TM 1.4 4P4X2	1400	2013	44347	59691	15344	19,23	211
5	PCF6328	CHEVROLET	SAIL TM 1.4 4P4X2 AC	1400	2013	20287	40337	20050	19,23	276
								PROMEDIO	19072	262

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

CILINDRADA 1500 cc										
N	PLACAS	MARCA	MODELO	CILINDRADA (CC)	AÑO	KM ANTERIOR	KM NUEVO	KRV	KM/LITRO	CONSUMO Galones Anual
1	PBF3224	CHEVROLET	AVEO FAMILY	1500	2010	38974	78547	39573	15,15	691
2	PBW4001	CHEVROLET	AVEO FAMILY 1.5L TM STD	1500	2012	59846	79831	19985	15,15	349
3	PBT9670	CHEVROLET	AVEO FAMILY 1.5L TM STD	1500	2012	74094	92506	18412	15,15	322
4	PBK9632	CHEVROLET	AVEO FAMILY STD 1.5 4P4X2 TM	1500	2011	17711	23391	5680	15,15	99
5	PBS5209	CHEVROLET	AVEO FAMILY AC TM 1.5 4P4X2	1500	2011	29118	38921	9803	15,15	171
								PROMEDIO	18691	326

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

CILINDRADA 1600 CC										
N	PLACAS	MARCA	MODELO	CILINDRADA (CC)	AÑO	KM ANTERIOR	KM NUEVO	KRV	KM/LITRO	CONSUMO Galones Anual
1	PBO3021	CHEVROLET	AVEO EMOTION 1.6L AC	1600	2011	24741	41666	16925	16,95	264,17
2	PBN1263	CHEVROLET	AVEO ACTIVO 1.6L 4PAC	1600	2011	30981	45180	14199	16,95	221,62
3	PBF3224	CHEVROLET	AVEO 1.6L	1600	2010	38974	78067	39093	15,15	682,64
4	PBJ2740	CHEVROLET	AVEO EMOTION 1.6L GLS	1600	2009	137607	156230	18623	16,95	290,68
5	PBB4857	CHEVROLET	AVEO GT5 1.6L	1600	2008	132842	152271	19429	16,95	303,26
								PROMEDIO	22210	352,48

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

CILINDRADA 1800 cc										
N	PLACAS	MARCA	MODELO	CILINDRADA (CC)	AÑO	KM ANTERIOR	KM NUEVO	KRV	KM/LITRO	CONSUMO Galones Anual
1	PID0961	CHEVROLET	CORSA EVOLUTION	1800	2004	180094	202743	22649	13,35	449
2	POV0250	CHEVROLET	CORSA EVOLUTION	1800	2005	175155	198173	23018	13,35	456
3	XBU0099	CHEVROLET	CORSA EVOLUTION	1800	2003	130857	145497	14640	13,35	290
4	PIQ0696	CHEVROLET	CORSA EVOLUTION	1800	2005	182394	204950	22556	13,35	447
5	PFU0711	CHEVROLET	CORSA EVOLUTION	1800	2004	196213	221366	25153	13,35	498
							PROMEDIO	21603	13,35	428

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

CILINDRADA 2000 cc										
N	PLACAS	MARCA	MODELO	CILINDRADA (CC)	AÑO	KM ANTERIOR	KM NUEVO	KRV	KM/LITRO	CONSUMO Galones Anual
1	PC4262	CHEVROLET	GRAND VITARA STD	2000	2014	36280	45634	9354	11,60	213
2	PBT7181	CHEVROLET	GRAND VITARA 5P DLX T/M A/C	2000	2012	52956	75473	22517	11,60	514
3	PXJ0300	CHEVROLET	GRAND VITARA 5P DLX T/M A/C	2000	2002	249438	276474	27036	11,60	617
4	PWC0773	CHEVROLET	GRAND VITARA 5P 4X2 T/M DLX	2000	2008	54005	71363	17358	11,60	396
5	PN0770	CHEVROLET	GRAND VITARA 5P 4X2 T/M DLX	2000	2005	155869	184068	28199	10,90	684
							PROMEDIO	20893	11,46	485

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

CILINDRADA 2500 cc										
N	PLACAS	MARCA	MODELO	CILINDRADA (CC)	AÑO	KM ANTERIOR	KM NUEVO	KRV	KM/LITRO	CONSUMO Galones Anual
1	PBS2079	HYUNDAI	H1 2.5 DSL TM 12 PASAJEROS	2500	2011	105068	129690	24622	11,20	582
2	PBV8048	MAZDA	BT-50 CD STD CRD FL TM 2.49 4P 4X2	2500	2013	91546	117137	25591	11,20	604
3	PBY5819	HYUNDAI	H1 12P 2.5 TM DSL AC	2500	2012	69982	89797	19815	11,20	468
4	PBW9205	NISSAN	X-TRAIL CLASSIC	2500	2012	83558	103864	20306	11,20	480
5	PBI8698	NISSAN	X-TRAIL CLASSIC 4X4 2.5 MT	2500	2010	97798	115088	17290	11,20	408
							PROMEDIO	21525	11,20	508

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

CILINDRADA 3000 CC											
N	PLACAS	MARCA	MODELO	CILINDRADA (CC)	AÑO	KM ANTERIOR	KM NUEVO	KRV	KM/LITRO	CONSUMO ANUAL (GALONES)	
1	PAA7817	KIA	PREGIO	3000	2012	123961	148323	24362	10,20	632	
2	PAB2252	KIA	PREGIO	3000	2012	81695	101956	20261	10,20	525	
3	PUC0877	KIA	PREGIO	3000	2004	396954	418376	21422	10,20	555	
4	PCE1444	KIA	PREGIO	3000	2010	133482	156321	22839	10,20	592	
5	PEI1486	KIA	PREGIO	3000	2012	48086	71930	23844	10,20	618	
								PROMEDIO	22546	10,20	585

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

CILINDRADA 3700 cc											
N	PLACAS	MARCA	MODELO	CILINDRADA (CC)	AÑO	KM ANTERIOR	KM NUEVO	KRV	KM/LITRO	CONSUMO Galones Anual	
1	PXI0309	FORD	F150	3700	2006	23	35106	35083	9,32	996	
2	PCE5284	FORD	F150	3700	2012	28884	57310	28426	9,32	807	
3	PBO1567	FORD	F150	3700	1974	71025	86898	15873	9,32	451	
4	PQT0444	FORD	F150	3700	2006	231514	264351	32837	9,32	932	
5	PCD9571	FORD	F150	3701	2013	142	38209	38067	9,32	1081	
								PROMEDIO	30057	9,32	853

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

CILINDRADA 5200 CC											
N	PLACAS	MARCA	MODELO	CILINDRADA (CC)	AÑO	KM ANTERIOR	KM NUEVO	KRV	KM/LITRO	CONSUMO ANUAL (GALONES)	
1	PUD0208	CHEVROLET	NPR 71P CHASIS TORPEDO	5200	2002	315343	341555	26212	4,76	1456,22	
2	PAC2789	CHEVROLET	NPR 71P CHASIS TORPEDO	5200	2015	474	30339	29865	4,76	1659,17	
3	PZQ0474	CHEVROLET	NPR 71P CHASIS TORPEDO	5200	2005	393005	418349	25344	4,76	1408,00	
4	PME0062	CHEVROLET	NPR 71L CHASIS CABINADO	5200	2002	364470	391329	26859	4,76	1492,17	
5	PBY7228	CHEVROLET	NPR 75H CHASIS CABINADO	5200	2012	125937	164733	38796	4,76	2155,33	
								PROMEDIO	29415	4,76	1634,18

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

CILINDRADA 7700 CC											
N	PLACAS	MARCA	MODELO	CILINDRADA (CC)	AÑO	KM ANTERIOR	KM NUEVO	KRV	KM/LITRO	CONSUMO ANUAL (GALONES)	
1	PAC1094	HINO	AK8JRSA	7700	2012	199051	235389	36338	4,30	2235,63	
2	PCD4011	CHEVROLET	NQR71L	7200	2009	140264	163605	23341	4,30	1436,02	
3	PMA1050	CHEVROLET	NQR 75L CAMION CHASIS CABINADO	7500	2011	156589	195357	38768	4,30	2385,14	
4	PAC5509	HINO	AK8JRSA 7.7 4X2 TM DIESEL CN	7700	2016	13	39260	39247	4,30	2414,61	
5	PAC2257	HINO	AK8JRSA 7.7 4X2 TM DIESEL CN	7700	2017	55048	79126	24078	4,30	1481,36	
6	PAC4367	HINO	AK8JRSA 7.7 1P 4X2 TM DIESEL	7700	2016	343	35379	35036	4,30	2155,53	
								PROMEDIO	32801	4,30	2018,05

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

CILINDRADA 13000 cc											
N	PLACAS	MARCA	MODELO	CILINDRADA (CC)	AÑO	KM ANTERIOR	KM NUEVO	KRV	KM/LITRO	CONSUMO Galones Anual	
1	PCD3784	HINO	SS1EKVA TM 12.9 2P 6X4	12913	2013	29406	302241	272835	11,2	6445	
2	PAC3117	HYUNDAI	KMCDH18S	12913	2014	500456	718700	218244	11,2	5155	
3	PAC6137	SCANIA	G460	12740	2013	194308	282792	88484	11,2	2090	
4	PBL6333	NISSAN	CWB459HTLB	12503	2009	305641	364211	58570	11,2	1383	
5	PBK8282	FREIGHTLINER	M2	13000	2011	114609	146128	31519	11,2	744	
								PROMEDIO	133930	11,20	3164

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

CILINDRADA 15000 CC											
N	PLACAS	MARCA	MODELO	CILINDRADA (CC)	AÑO	KM ANTERIOR	KM NUEVO	KRV	KM/LITRO	CONSUMO ANUAL (GALONES)	
1	PAC2600	KENWORTH	T800 AC 15.0 2P 6X4 TM	15000	2015	41775	75937	34162	3,13	2892,02	
2	PAC1519	KENWORTH	T800 CLASSIC AC 14.9 2P 6X4 TM	15000	2014	100707	170522	69815	3,13	5910,26	
3	PXS0063	KENWORTH	T800 SPECIAL EDITION	15000	2002	916607	940376	23769	3,13	2012,19	
4	PAC7021	KENWORTH	T800 CLASSIC AC 14.9 2P 6X4 TM	15000	2014	61110	117745	56635	3,13	4794,50	
5	PAB1684	KENWORTH	T800 SPECIAL EDITION	15000	2012	471755	515461	43706	3,13	3699,98	
								PROMEDIO	45617	3,13	3861,79

(Fuente: Autores, AMT, 2016)

ANEXO VII

ENCUESTA REALIZADA PARA EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE EN NUEVA LOJA

ENCUESTA SOBRE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

La presente encuesta tiene como finalidad desarrollar una investigación sobre el consumo de combustible de los vehículos, la cual servirá para obtener datos y aplicar en el proyecto de tesis de la EPN. La encuesta es aplicada a las personas que poseen vehículo.

Placa del vehículo: KAB0036
Modelo: Hino G41J650

Kilometraje Actual: 904271

1. A que clase social usted pertenece

- Clase A (Casa, más de 2 vehículos, todos los servicios básicos + internet)
 Clase B (Casa, 1 vehículo, todos los servicios básicos)
 Clase C+ (Casa, 1 vehículo, servicios básicos)
 Clase C- (Arrenda, 1 vehículo, agua y luz eléctrica)

2. Qué tipo de combustible utiliza en su vehículo.

Gasolina extra Gasolina súper Diésel Otro:

3. Qué tipo de vehículo usted posee.

Liviano < a 5 toneladas Pesado > a 5 toneladas

4. Cada que tiempo realiza el repostaje de combustible

1 a 2 días 3 a 4 días 5 a 6 días
7 a 8 días Más de 10 días

5. Cuantos galones de combustible coloca en cada repostaje.

1 a 5 galones 5 a 10 galones 10 a 15 galones
15 a 20 galones 20 a 30 galones más de 30 galones

6. Cuantos kilómetros recorre usted:

Diariamente: _____ Semanalmente: _____
mensualmente: _____ Año: 29433 Km.

Muy amable por su atención

ANEXO VIII

CALCULADORA DIGITAL PARA EL CÁLCULO DEL IMPUESTO VERDE

(Fuente: Los autores, 2017)

La calculadora fue diseñada en el Software Power point del programador de Visual Basic C++. A continuación se presenta los comandos que sirvieron para programar la calculadora.

```

Private Sub borrar_Click()
emisiones.Caption = " "
ivccv.Caption = " "
gs.Text = "0"
ge.Text = "0"
gec.Text = "0"
d.Text = "0"
glp.Text = "0"
i1.Visible = False
i2.Visible = False
i3.Visible = False
i4.Visible = False
i5.Visible = False
End Sub
Private Sub CommandButton1_Click()
glp1 = Round(glp / (0.5396 * 3.78), 2)
suma = Round((gs * 0.0083) + (ge * 0.0083) + (gec * 0.0082) + (d * 0.0094) + (glp1 * 0.0057), 2)
emisiones.Caption = "Sus emisiones son " & suma & " tCO2/año"
r1 = Round((0.0083 * gs.Text * 5.69), 2) + (Round((0.0083 * gs.Text * 5.69), 2) * Round(((gs.Text / 354) - 1), 2))
r2 = Round((0.0083 * ge.Text * 5.69), 2) + (Round((0.0083 * ge.Text * 5.69), 2) * Round(((ge.Text / 354) - 1), 2))
r3 = Round((0.0082 * gec.Text * 5.69), 2) + (Round((0.0082 * gec.Text * 5.69), 2) * Round(((gec.Text / 354) - 1), 2))

```

```

r4 = Round((0.0094 * d.Text * 5.69), 2) + (Round((0.0094 * d.Text * 5.69), 2) * Round(((d.Text /
354) - 1), 2))
r5 = Round((0.0057 * glp1 * 5.69), 2) + (Round((0.0057 * glp1 * 5.69), 2) * Round(((glp1 / 354) - 1),
2))
ivccv.Caption = "Su impuesto a pagar es " & Round((r1 + r2 + r3 + r4 + r5), 2) & " $"
If suma > 0 Then
i1.Visible = True
i2.Visible = True
i3.Visible = True
i4.Visible = True
i5.Visible = True
Else
i1.Visible = False
i2.Visible = False
i3.Visible = False
i4.Visible = False
i5.Visible = False
End If
End Sub
Private Sub gs_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger)
keyascii = numero(keyascii)
End Sub
Private Sub ge_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger)
keyascii = numero(keyascii)
End Sub
Private Sub gec_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger)
keyascii = numero(keyascii)
End Sub
Private Sub d_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger)
keyascii = numero(keyascii)
End Sub
Private Sub glp_KeyPress(ByVal keyascii As MSForms.ReturnInteger)
keyascii = numero(keyascii)
End Sub
Function numero(ByVal keyascii) As Integer
    If InStr("1234567890,", Chr(keyascii)) = 0 Then
        numero = 2
    Else
        numero = keyascii
    End If
End Function

Private Sub Label14_Click()

End Sub

Private Sub Label2_Click()

End Sub

Private Sub UserForm_Layout()

```

```
i1.Visible = False  
i2.Visible = False  
i3.Visible = False  
i4.Visible = False  
i5.Visible = False  
End Sub
```