



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA AMBIENTAL

“TRABAJO DE TITULACIÓN EXAMEN COMPLEXIVO
PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGISTER EN
INGENIERÍA AMBIENTAL”

“TEMA DE ESTUDIO DE CASO”

**COMPONENTE AMBIENTAL COMO PARÁMETRO ADICIONAL EN EL
IMPUESTO AMBIENTAL A LA CONTAMINACIÓN VEHICULAR**

AUTOR: Ing. Carlos Eduardo Sotomayor Rada

TUTOR: Ing. Janeth Katherine Zalamea Cedeño, MSc.

GUAYAQUIL – ECUADOR

ABRIL 2016



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TÍTULO: COMPONENTE AMBIENTAL COMO PARÁMETRO ADICIONAL EN EL IMPUESTO AMBIENTAL A LA CONTAMINACIÓN VEHICULAR

AUTOR/ES: Carlos Eduardo Sotomayor Rada

REVISORES:

INSTITUCIÓN: Universidad de Guayaquil

FACULTAD: Ingeniería Química

PROGRAMA: Maestría en Ingeniería Ambiental

FECHA DE PULICACIÓN:

NO. DE PÁGS:

ÁREA TEMÁTICA: La “LEY FOMENTO AMBIENTAL Y OPTIMIZACION INGRESOS DEL ESTADO, VERDE” como motivaciones de su creación establece, entre otras, que se realiza para desincentivar las prácticas más contaminantes partiendo de un principio básico de la legislación ambiental ecuatoriana: quien contamina, paga (Ley No. 00, Registro Oficial Suplemento 583 de 2011-11-24). Sin embargo, en la fórmula establecida en su artículo 13, establecida para el cálculo del tributo no está incluido el componente ambiental en función de la concentración de los gases HC no combustionado y CO, dentro de la fórmula

PALABRAS CLAVES:

Concentraciones, Gases, Automotores, Impuesto, Mezclas, Hidrocarburos no combustionados, Monóxidos de carbono

RESUMEN:

La normativa tributaria interna incluye la “LEY FOMENTO AMBIENTAL Y OPTIMIZACION INGRESOS DEL ESTADO, VERDE” para desincentivar las prácticas más contaminantes partiendo de un principio básico de la legislación ambiental ecuatoriana: quien contamina, paga; sin embargo, no incluye concentración de gases HC no combustionados y CO por unidad de emisión, dentro de la fórmula establecida en el artículo 13 de la precitada Ley.

Los vehículos automotores son considerados como el principal medio de transporte y en función de éstos realizan la planificación urbana, al reservarles un mayor espacio para su uso, sin considerar la contaminación que estos provocan al aire, que puede ser incrementado según el tipo de combustible, el tipo y situación técnica de funcionamiento, que al ser de baja calidad provocan una mayor contaminación. (Gómez, Tinoco, Vásquez, 2004).

De los datos obtenidos a raíz del estudio que sustentó el Plan Piloto de formulación y uso de la gasolina extra con etanol anhidro en la ciudad de Guayaquil, se actualiza la cantidad de emisiones contaminantes generados por el parque automotor registrado

como contribuyente del tributo en el año 2014; y, se propone una fórmula que adiciona la concentración de HC no combustionados y CO por unidad de emisión.		
N° DE REGISTRO (en base de datos):	N° DE CLASIFICACIÓN: N°	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web)		
ADJUNTO URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTORES/ES:	Teléfono:	E-mail:
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Nombre:	
	Teléfono:	

APROBACION DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del Programa de Maestría en INGENIERÍA AMBIENTAL, nombrado por el Decano de la Facultad de INGENIERÍA QUÍMICA, CERTIFICO: que he analizado el estudio de caso presentada como examen complejo, como requisito para optar el grado académico de Magíster en INGENIERÍA AMBIENTAL, titulada: COMPONENTE AMBIENTAL COMO PARÁMETRO ADICIONAL EN EL IMPUESTO AMBIENTAL A LA CONTAMINACIÓN VEHICULAR la cual cumple con los requisitos académicos, científicos y formales que demanda el reglamento de posgrado

Atentamente

Ing. Janeth Katherine Zalamea Cedeño, MSc

TUTOR

Guayaquil, Abril de 2016

DEDICATORIA

A mi esposa y a mis mágicas princesas,
mis hijas, mi razón de ser.

AGRADECIMIENTO

A Dios, con él y en él todo es posible.

“Todo tiene su tiempo, y todo lo que se quiere debajo del cielo tiene su hora”

(Eclesiastés 3:1).

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL”

FIRMA

Carlos Eduardo Sotomayor Rada
C.C: 1203575749

ABREVIATURAS

(A/C)	Mezcla de aire/combustible
Cg	Componente ambiental por concentración de gases emitidos
CO	Monóxido de carbono
CO ₂	Dióxido de carbono
COV	Compuestos Orgánicos Volátiles
°C	Grados centígrados
EPA	Agencia de Protección Ambiental
EsIA	Estudio de Impacto Ambiental
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
gr/km	Gramos por kilómetro
HC	Hidrocarburos no combustionados
H ₂ O	Agua
IACV	Impuesto Ambiental a la Circulación de Vehículos
IEVM	Inventario de emisiones de vehículos a motor
°K	Grados kelvin
LORTI	Ley Orgánica de Régimen Tributario Interno
N ₂	Nitrógeno
NO _x	Óxidos nítricos
O ₂	Oxígeno
OMS	Organización Mundial de la Salud
ppm	Parte por millón
S	Azufre
SO ₂	Dióxido de azufre
SRI	Servicio de Rentas Internas
µg/m ³	microgramos por metro cúbico

CONTENIDO

PORTADA	i
REPOSITORIO.....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DECLARACIÓN EXPRESA.....	vii
CAPÍTULO 1	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objeto de Estudio.....	2
1.2 Campo de Investigación.....	3
1.3 Pregunta científica	4
1.4 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.5 Justificación	6
1.6 Objetivos.....	7
1.7 Premisa.....	8
1.8 SOLUCIÓN PROPUESTA	8
CAPÍTULO 2	10
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y METODOLÓGICA.....	10
2.1 Marco Teórico.....	10
2.1.1 TEORÍAS GENERALES	10
2.1.2 TEORIAS SUSTANTIVAS	19

2.1.3	Referentes empíricos	26
2.2	Marco Metodológico.....	29
2.2.1	Categorías	30
2.2.2	Dimensiones	30
2.2.3	Instrumentos	31
2.2.4	Unidad de Análisis	32
2.2.5	Gestión de datos	32
2.2.6	Criterios Éticos	33
2.2.7	Resultados.....	34
CAPÍTULO 3		38
SOLUCIÓN PROPUESTA		38

RESUMEN

Para determinar el componente ambiental como un parámetro adicional en la fórmula de cálculo del IACV, se analizó y revisó la normativa vigente y aplicable en el ámbito ambiental y de revisión vehicular, así como la referencia internacional en el ámbito de incentivos económicos para la reducción de gases contaminantes emitidos por vehículos automotores de transporte terrestre.

La Ley que establece el IACV, fue creada para desincentivar las prácticas más contaminantes, partiendo de un principio básico de la legislación ambiental: quien contamina, paga; la fórmula de cálculo del IACV, no incluye concentración de gases, por unidad de emisión, generados por vehículos motorizados; por tanto el IACV se aplica al vehículo en sí como una fuente móvil de contaminación.

El componente ambiental Cg, se determinó en base a la normativa técnica aplicable para el proceso de revisión vehicular, la normativa ambiental nacional y como referencia aquellas de países como Chile y España; al EsIA del Plan Piloto de Formulación y Uso de gasolina extra con etanol anhidro en la ciudad de Guayaquil, ESPOL 2008; y, la información correspondiente al año 2014 relacionado con el parque automotor de esta ciudad, registrada en el SRI, ente responsable de la liquidación del tributo ambiental.

Los conocimientos adquiridos se relacionan con la funcionalidad eficiente de los motores de ciclo Otto; la cantidad de gases contaminantes emitidos por un vehículo; la reducción en la emisión de gases contaminantes al modificar el contenido de los combustibles de origen fósiles al adicionar etanol anhidro.

Palabras claves: Concentraciones, Gases, Automotores, Normativa, Mezclas, Hidrocarburos no combustionados, Monóxidos de carbono

ABSTRACT

To determine the environmental component as an additional parameter in the formula for calculating the IACV, the international reference in the field of economic incentives for reducing analyzed and reviewed the current regulations and applicable environmental and vehicular review field and gaseous pollutants emitted by motor road vehicles.

The law establishing the IACV was created to discourage polluting practices , starting from a basic principle of environmental law: the polluter pays; the IACV calculation formula does not include gas concentration per unit emission generated by motor vehicles; therefore the IACV is applied to the vehicle itself as a mobile source of contamination.

The environmental component C_g is determined based on the applicable technical standards for vehicular review process, the national environmental standards and reference those from countries such as Chile and Spain; the EsIA Pilot Plan Formulation and Use extra gasoline with anhydrous ethanol in the city of Guayaquil, ESPOL 2008; and the information for the year 2014 related to the city vehicle fleet, registered in the SRI, being responsible for the liquidation of the environmental tax.

The knowledge acquired relate to efficient functionality of Otto cycle engines; the amount of gaseous pollutants emitted by vehicles; reduction in greenhouse gas emissions by modifying the content of fossil fuels origin by adding anhydrous ethanol.

Keywords: Concentrations, Gases, Automotive, Normative, Mixtures, Hydrocarbons unburned, Carbon monoxides

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Los contaminantes atmosféricos son transportados, dispersados y depositados, en función de las condiciones meteorológicas y topográficas, experimentando reacciones químicas. El incremento de estos gases se ha dado principalmente por causas de tipo antropogénico en razón del crecimiento poblacional demandando mayores recursos energéticos así como también para el desarrollo socioeconómico la inserción propiamente de vehículos de transporte terrestre de manera masiva.

En el proceso de combustión que se realiza en los vehículos de transporte terrestre acorde al combustible de origen fósil que se utiliza se emite monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos no combustionados (HC), entre otros, los cuales forman parte de los contaminantes atmosféricos primarios y se encuentran relacionados con efectos ambientales de ámbito local o regional durante periodos cortos de tiempo.

La alternativa propuesta en la mayor parte de los países desarrollados es la de continuar con el mismo nivel de actividades y controlar las emisiones contaminantes del aire que provengan de ellas (Parra Narváez, 2004); a lo cual, en el ámbito local del territorio ecuatoriano la administración gubernamental se vio abocada a establecer o incluir dentro de la normativa tributaria interna la “LEY FOMENTO AMBIENTAL Y OPTIMIZACION INGRESOS DEL ESTADO, VERDE” el 24 de noviembre de 2011, de cuyas motivaciones, entre otras, consta que se realiza para desincentivar las prácticas más contaminantes partiendo de un principio básico de la legislación ambiental ecuatoriana: quien contamina, paga.

Con lo cual se consideró se lograrían dos objetivos y principios constitucionales esenciales, por un lado, el Estado frente a la obligación que tiene con sus ciudadanos de reconocerles el derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*; y, por otro la responsabilidad y deberes de los ecuatorianos y

ecuatorianas frente a promover el bien común y anteponer el interés general al interés particular, conforme al buen vivir, así como también el respeto a la naturaleza y preservar un ambiente sano.

De tal manera que en el ámbito de los vehículos motorizados de transporte terrestre se estableció un impuesto a los carros que más contaminan, alto cilindraje, proponiendo incentivar la adquisición de vehículos híbridos de bajo cilindraje, que generan menos emisiones nocivas; sin embargo, no consta el componente ambiental en función de la concentración de gases HC y CO, dentro de la fórmula establecida en el artículo 13 de la precitada Ley; por lo cual, con sustento en los datos obtenidos dentro del “Estudio de Impacto Ambiental del Plan Piloto de Formulación y Uso de gasolina extra con etanol anhidro en la ciudad de Guayaquil, se propone una fórmula que adiciona dicho componente ambiental en función de la concentración de los gases HC y CO.

1.1 OBJETO DE ESTUDIO

Para el Impuesto Ambiental a la Circulación de Vehículos, IACV, establecido dentro de la Ley Fomento Ambiental y Optimización Ingresos del Estado, Verde, que a su vez se encuentra incorporada dentro de la Ley Orgánica de Régimen Tributario Interno, LORTI, luego del Título Tercero, Impuesto a los Consumos Especiales, como Título innumerado, en sus artículos innumerados que refieren al Hecho generador, Sujeto Pasivo, Base imponible, Factor de ajuste, y Cuantía del impuesto, determina que el hecho generador del impuesto es la contaminación ambiental producida por los vehículos motorizados de transporte terrestre.

Que los sujetos pasivos del IACV son las personas naturales, sucesiones indivisas y las sociedades, nacionales o extranjeras, que sean propietarios de estos vehículos; para lo cual se establece que la base imponible de este impuesto “corresponde al cilindraje que tiene el motor” del respectivo vehículo, expresado en centímetros cúbicos, a la que se le multiplicará las tarifas que se encuentran determinada en la tabla específica para el efecto; y, que en función del nivel potencial de contaminación ambiental provocado por los vehículos, en relación

con los años de antigüedad o la tecnología del motor, se aplicará un porcentaje como factor de ajuste.

Dicho factor de ajuste de igual manera se encuentra detallado en un cuadro específico para el efecto; lo cual conlleva en su conjunto a la liquidación del impuesto que es realizado por el ente competente, en este caso, el Servicio de Rentas Internas, SRI; y para tal efecto, se aplica la fórmula:

$$IACV = [(b - 1500) t] (1+FA)$$

De manera referencial por aplicación gubernamental de tributaciones similares a la presente, se puede citar países como España y Chile en donde se ha implementado en cambio la tributación por emisiones de gases producidos por fuentes móviles de transporte terrestre; pero en el caso de la normativa española, no se considera o no se incorpora la cantidad másica de los gases emitidos; y en el caso de la normativa chilena, la consideración en cuanto a gases emitidos sólo queda centrado en los óxidos de nitrógeno, que en mayores concentraciones son emitidos por el segmento o parque automotor que consume el diésel como combustible.

1.2 CAMPO DE INVESTIGACIÓN

El Estudio de Impacto Ambiental que refiere al Plan Piloto de Formulación y Uso de gasolina extra con etanol anhidro en la ciudad de Guayaquil realizado por la Escuela Superior Politécnica del Litoral a finales del año 2008, establece que los vehículos automotores con motores a carburación, que funcionan con la mezcla gasolina extra E-10 presentan niveles de emisión de CO de alrededor de 133,4 g/km y de emisión de HC de alrededor de 22,71 g/km. Aquellos con motores a inyección presentan niveles de emisión de CO de alrededor de 47,34 g/km y de HC de alrededor de 6,33 g/km.

Con base en la normativa de tributación precitada, se propone la adición o complementariedad en la tributación ambiental en razón de la emisión de gases HC no combustionado y CO, como el componente ambiental relacionado con la concentración de estos gases, acumulada y proyectada en un año, en razón de la cantidad emitida por el uso y funcionamiento de los vehículos de transporte

terrestre; de tal manera que el concepto de incentivo, para controlarlas, sería el de adicionar el impuesto por cada unidad emitida.

1.3 PREGUNTA CIENTÍFICA

Las emisiones de los gases HC no combustionados y CO del parque automotor de la ciudad de Guayaquil, acorde a sus concentraciones proyectadas en un año y en base al recorrido (kilómetros) realizado en ese lapso en razón de su movilización, son parámetros que se pueden considerar como sustento para la determinación del componente ambiental que se plantea adicionar a la fórmula preestablecida para la tributación ambiental?

1.4 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

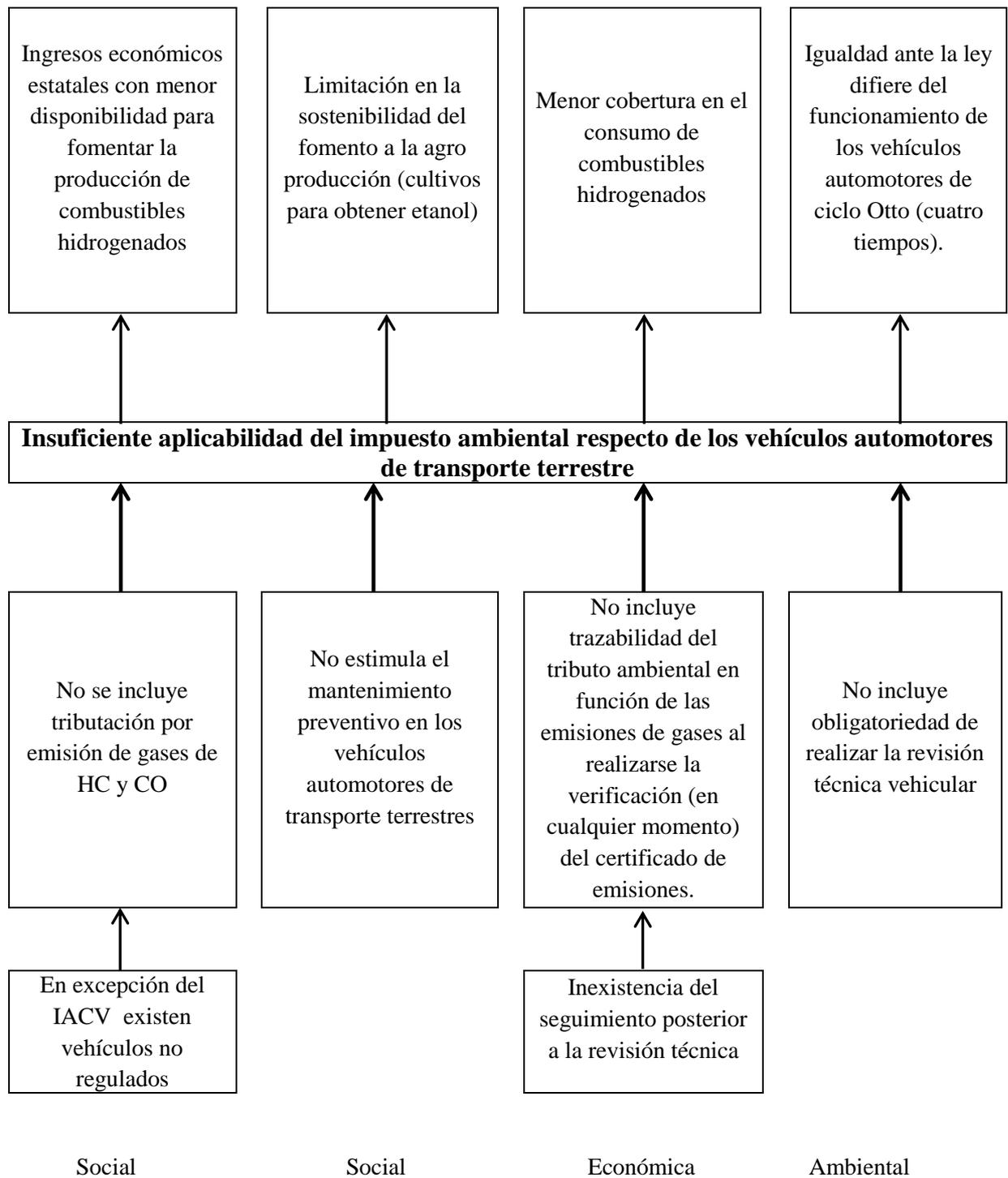
El Impuesto Ambiental a la Circulación de Vehículos, IACV, establecido dentro de la Ley Fomento Ambiental y Optimización Ingresos del Estado, Verde; para su aplicación se determina que el hecho generador del impuesto es la contaminación ambiental producida por los vehículos motorizados de transporte terrestre; sin embargo, en la fórmula establecida para el efecto no se incluye un componente que considere la concentración de los gases emitidos por las fuentes móviles de contaminación el aire, lo cual conlleva a que sea insuficiente su aplicabilidad para el impuesto ambiental respecto de los vehículos automotores de transporte terrestre.

Entre las causas que se pueden establecer para esta consideración se pueden citar las siguientes: a) No se incluye tributación por emisión de gases de HC no combustionados y CO; b) No estimula el mantenimiento preventivo en los vehículos automotores de transporte terrestres; c) No incluye trazabilidad del tributo ambiental en función de las emisiones de gases al realizarse la verificación (en cualquier momento) del certificado de emisiones; d) No incluye obligatoriedad de realizar la revisión técnica vehicular

Por tanto los principales efectos que se derivan del problema planteado se pueden citar los siguientes: a) Ingresos económicos estatales con menor disponibilidad para fomentar la producción de combustibles hidrogenados; b)

Limitación en la sostenibilidad del fomento a la agro producción (cultivos para obtener etanol); c) Menor cobertura en el consumo de combustibles hidrogenados; d) Igualdad ante la ley difiere del funcionamiento de los vehículos automotores de ciclo Otto (cuatro tiempos).

Figura I.1: Árbol de Problemas.



1.5 JUSTIFICACIÓN

En el ámbito local del territorio ecuatoriano la administración gubernamental se vio abocada a establecer o incluir dentro de la normativa tributaria interna la “LEY FOMENTO AMBIENTAL Y OPTIMIZACION INGRESOS DEL ESTADO, VERDE” el 2011-11-24, de cuyas motivaciones, entre otras, consta que se realizó para desincentivar las prácticas más contaminantes partiendo de un principio básico de la legislación ambiental ecuatoriana: quien contamina, paga.

Con lo cual se consideró se lograrían dos objetivos y principios constitucionales esenciales, por un lado, el Estado frente a la obligación que tiene con sus ciudadanos de reconocerles el derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*; y, por otro la responsabilidad y deberes de los ecuatorianos y ecuatorianas frente a promover el bien común y anteponer el interés general al interés particular, conforme al buen vivir, así como también el respeto a la naturaleza y preservar un ambiente sano.

Sin embargo, no consta el componente ambiental en función de la concentración de gases HC y CO, dentro de la fórmula establecida en el artículo 13 de la precitada Ley.

Los vehículos automotores son considerados por la administración pública como el principal medio de transporte y en función de éstos realizan la planificación urbana, al reservarles un mayor espacio para su uso, sin considerar la contaminación que estos provocan. Estos vehículos también provocan la contaminación del aire, lo cual puede ser incrementado dependiendo del tipo de combustible, el tipo y situación técnica de funcionamiento, los cuales de llegar a ser de baja calidad provocan una mayor contaminación del aire. (Gómez, Tinoco, Vásquez, 2004).

El monóxido de carbono, CO, cuya principal fuente de emisión son los vehículos de combustión interna, su afinidad con la hemoglobina es de 300 veces superior al del oxígeno, por lo cual el flujo de oxígeno es reducido en el flujo

sanguíneo y es particularmente peligroso a personas con enfermedades cardíacas (Efficácitas, 2007).

Los hidrocarburos no combustionados, HC, se originan cuando en la mezcla existe un exceso de gasolina, la cual por falta de oxígeno, no es quemada en su totalidad, y así se da lugar a la emisión de partículas de combustible por el escape de los vehículos automotores; también pueden ser originados debido a deficiencias en el sistema de encendido, ya que una inadecuada chispa eléctrica no asegura la completa combustión de la mezcla. (Albán et al., 2010).

A partir de los datos obtenidos a raíz del estudio que sustentó el Plan Piloto de formulación y uso de la gasolina extra con etanol anhidro en la ciudad de Guayaquil, se procede con la actualización de la estimación de la cantidad de emisiones contaminantes con base en el parque automotor de la ciudad de Guayaquil registrados como contribuyentes del tributo en el periodo fiscal 2014; y, se propone una fórmula en la cual se adiciona el parámetro de cálculo relacionado al componente ambiental en razón de la concentración de gases hidrocarburos (HC) no combustionados y monóxido de carbono (CO) emitidos por los vehículos automotores de transporte terrestre.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 OBJETIVO GENERAL

A partir del IACV establecido en la Ley de Fomento Ambiental y con sustento en los datos obtenidos en el estudio que sustentó el Plan Piloto de formulación y uso de la gasolina extra con etanol anhidro en la ciudad de Guayaquil, una vez caracterizado el marco jurídico, ambiental y técnico, se complementa la determinación del tributo adicionando el componente ambiental en razón de la concentración de las emisiones de los gases hidrocarburos no combustionados (HC) y monóxido de carbono (CO).

1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Actualización de la estimación de la cantidad de emisiones contaminantes, HC no combustionado y CO, que se obtienen con el uso y funcionamiento de los vehículos motorizados de transporte terrestre en la ciudad de Guayaquil, que son gran parte constituyente de los gases contaminantes, no considerados en la fórmula constante en la normativa tributaria interna que refiere a la “LEY FOMENTO AMBIENTAL Y OPTIMIZACION INGRESOS DEL ESTADO, VERDE”.

Determinación de la fórmula matemática que adicione el término correspondiente al componente ambiental relacionado con la concentración, acumulada y proyectada en un año, de los gases HC no combustionado y CO, en razón de la cantidad emitida por el uso y funcionamiento de los vehículos motorizados de transporte terrestre

1.7 PREMISA

Con sustento en los datos obtenidos en el estudio que sustentó el Plan Piloto de formulación y uso de la gasolina extra con etanol anhidro en la ciudad de Guayaquil, una vez caracterizado el marco jurídico, ambiental y técnico, se complementa la determinación del tributo establecido en la Ley de Fomento Ambiental adicionando el componente ambiental en razón de la concentración de las emisiones de los gases HC no combustionados y CO.

1.8 SOLUCIÓN PROPUESTA

Para el impuesto a las emisiones de HC no combustionado y CO de vehículos automotores de transporte terrestre, el enfoque más directo basado en los incentivos para controlar las emisiones, consiste en hacer que una entidad pública ofrezca un incentivo financiero para modificar estas emisiones. Esto se puede realizar de dos maneras: aplicando un impuesto a cada unidad de emisiones o suministrando un subsidio por cada unidad de emisiones que reduzca la fuente. (Barry C. Field, 1995)

Por tanto, la aplicación económica por concepto de incentivo para controlar las emisiones sería el de aplicar el impuesto por cada unidad de emisión, de tal manera que se cumpla con el principio básico citado en la motivación de la creación y aprobación de la ley previamente referida.

La unidad de medición estaría planteada como el componente ambiental **Cg**, relacionado con la concentración, acumulada y proyectada en un año, de los gases HC no combustionado y CO, en razón de la cantidad emitida por el uso y funcionamiento de los vehículos motorizados de transporte terrestre; componente ambiental que se adicionaría en la fórmula del IACV establecida en el artículo 13 de la Ley No. 00, publicada en el Registro Oficial Suplemento 583 de 24 de Noviembre del 2011, que refiere a la “LEY FOMENTO AMBIENTAL Y OPTIMIZACION INGRESOS DEL ESTADO, VERDE”.

La cantidad de los gases emitidos será determinado en función de: El parque automotor de la ciudad de Guayaquil, del cual se obtendrá la cantidad de vehículos que consumen como combustible la gasolina; siendo como fuente de consulta la entidad gubernamental, Servicio de Rentas Internas, SRI, responsable de la liquidación del impuesto IACV; y, el Estudio de Impacto Ambiental que refiere al Plan Piloto de Formulación y Uso de gasolina extra con etanol anhidro realizado por la Escuela Superior Politécnica del Litoral a finales del año 2008 con el cual se determinó y proyectó la concentración de contaminantes, HC no combustionados y CO, sustentado en un volumen de vehículos dentro de tres escenarios como posibles según la proporción de vehículos acorde a su sistema de funcionamiento: carburación e inyección electrónica.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y METODOLÓGICA

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 TEORÍAS GENERALES

2.1.1.1. Influencia de los procesos meteorológicos en la contaminación atmosférica

En lo pertinente a la influencia de los procesos o condiciones meteorológicos en la contaminación atmosférica se establece que la concentración de contaminantes a nivel del suelo varía o depende de la relación de fuerzas entre las fuentes contaminantes y las condiciones de auto depuración atmosférica, por lo cual al observar las variaciones de calidad del aire de una zona determinada de unos días a otros, aun cuando las emisiones permanecieran prácticamente constantes, es reconocida la importancia de las condiciones meteorológicas en la grado de contaminación atmosférica, siendo las principales variables meteorológicas, por su influencia en la calidad del aire, las siguientes: transporte convectivo horizontal, que se encuentra directamente relacionado con las velocidades y direcciones del viento; y, el transporte convectivo vertical, que depende de la estabilidad atmosférica y del fenómeno de la inversión térmica de las capas de la atmósfera.

En el transporte convectivo horizontal, el viento transporta los contaminantes dispersándolos horizontalmente y así determina la zona que va a estar expuesta a éstos; por lo general, a una mayor velocidad del viento, la concentración de los contaminantes a nivel del suelo se ve reducida, al producirse una mayor dilución y mezcla; sin embargo, puede darse un incremento en las concentraciones de los contaminantes de las zonas que son barridas por circulaciones cerradas de vientos que pueden producirse (brisas del mar y las de valle y montaña) ya que cuando los contaminantes son lanzados a la atmósfera, al ser agregados a éstas circulaciones cerradas, se da una progresiva acumulación.

De manera similar se puede presentar por motivos de los efectos aerodinámicos que provoca la presencia de edificios altos, crestas montañosas, en los cuales al incidir de manera perpendicular fuertes vientos puede provocar consecuencias adversas para la dispersión de los contaminantes ya que los acumularía en ciertas zonas.

En el transporte convectivo vertical, la variación vertical de temperaturas en la atmósfera determina el grado de difusión vertical de los contaminantes, lo cual puede ser establecido al comparar la variación vertical de temperaturas de un estrato de aire atmosférico con el gradiente vertical adiabático del aire (variación de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ por cada 100 metros de altura), de lo cual se obtienen tres clases diferentes de estabilidad atmosférica en el estrato analizado en función de la variación (mayor, igual o inferior respecto del gradiente vertical adiabático).

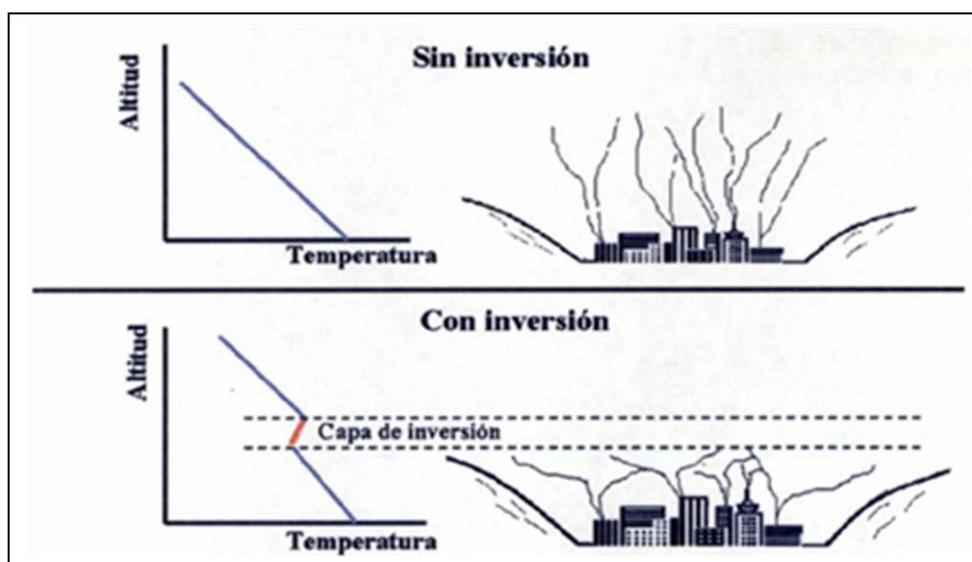
Se constituye en estabilidad atmosférica estable, cuando la diferencia de temperatura por cada 100 metros de altura desciende poco menos de un grado, lo que refleja un movimiento del aire de manera limitada por ende hay poca o nula dispersión vertical de contaminantes; si la diferencia de temperatura desciende más de un grado los movimientos del aire se ven favorecidos y por ende difunden verticalmente los contaminantes hasta donde esté el límite de la inestabilidad, por lo cual la estabilidad atmosférica se constituye en el tipo inestable. Si coincide la variación de temperatura del estrato con el gradiente vertical adiabático, se produce la estratificación indiferente o nula, en la cual la dispersión vertical de contaminantes es ilimitada.

2.1.1.2. Inversión térmica.

La inversión térmica es un fenómeno que aparece cuando la temperatura del aire aumenta con la altura; se forma durante las noches y de manera progresiva suele desaparecer durante la mañana al calentarse el suelo debido a la radiación solar y el suelo a su vez a las capas de aire con las cuales está en contacto. Como consecuencia del enfriamiento del suelo irradiando calor en las noches despejadas se puede producir la inversión de la temperatura del aire; y con el enfriamiento

progresivo del aire desde el suelo hacia arriba, se produce una estabilidad atmosférica que impide la difusión vertical de los contaminantes.

Figura II.1: Efecto de la inversión térmica sobre la difusión de los contaminantes: Una capa de aire cálido descansa sobre otra de aire más frío, haciendo que la contaminación atmosférica permanezca próxima al suelo.



Fuente: PETROECUADOR – UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, 2004

La micrometeorología se constituye en un aspecto interesante dentro del estudio de la contaminación atmosférica, por cuanto en las grandes ciudades se crea a su alrededor un microclima propio, conocido como el efecto de isla urbana de calor, en donde se produce un penacho térmico que incide significativamente en la capacidad de difusión de los contaminantes urbanos, los cuales producen el efecto pantalla que lleva a reducir la radiación solar y de manera especial los rayos ultravioleta.

El penacho térmico origina la circulación de vientos locales que elevan aire caliente desde el centro de la ciudad, crea corrientes compensadas de aire frío de la zona rural circundante que ingresa a bajos niveles al área o zona urbana.

2.1.1.3. El motor de combustión interna, ciclo Otto

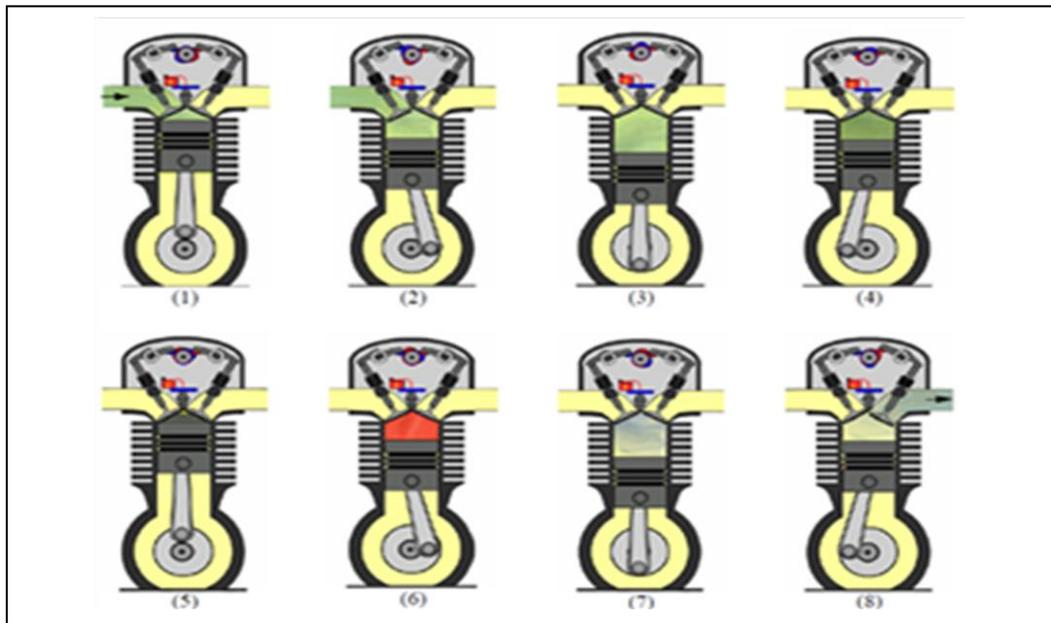
Los vehículos automotores son considerados por la administración pública como el principal medio de transporte y en función de éstos realizan la

planificación urbana, al reservarles un mayor espacio para su uso, sin considerar la contaminación que estos provocan. Estos vehículos también provocan la contaminación del aire, lo cual puede ser incrementado dependiendo del tipo de combustible, el tipo y situación técnica de funcionamiento, los cuales de llegar a ser de baja calidad provocan una mayor contaminación del aire. (Gómez, Tinoco, Vásquez, 2004).

El motor a gasolina, en la etapa de admisión, el pistón comprime la mezcla de aire/combustible (A/C) que ingresa a la cámara de combustión en donde se produce la explosión debido a la chispa eléctrica; luego de lo cual el pistón es impulsado con gran presión y se produce la evacuación de los gases de combustión, los cuales son expulsados al exterior por medio del tubo de escape. (Parra Narváez, 2004)

En la figura II.2 se detalla el funcionamiento de un motor a gasolina:

Figura II.2: Etapas del funcionamiento de un motor de gasolina: (1-3) admisión de la mezcla aire/combustible, (4-5) compresión, (6-7) explosión y expansión, (8) expulsión de gases de combustión.



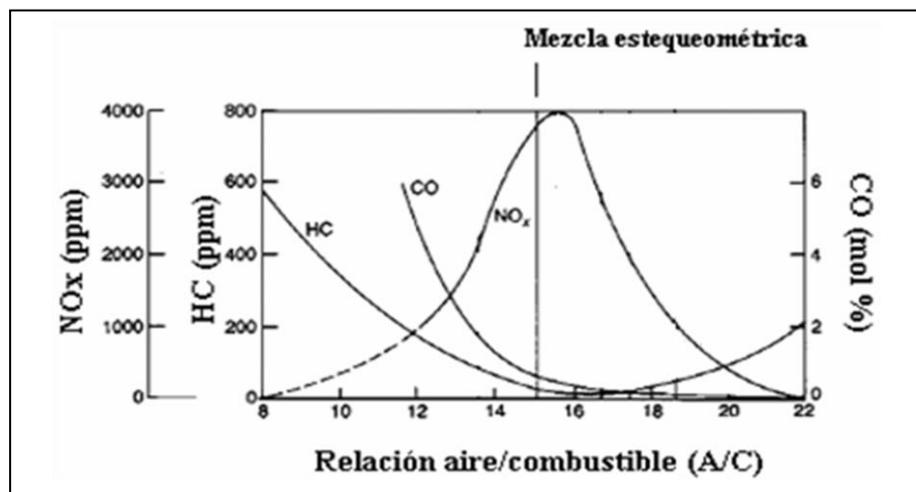
Fuente: Parra Narváez, 2004.

Entre las causas por las cuales la combustión no se produce de manera completa puede ser la falta de oxígeno y la variabilidad de la mezcla

aire/combustible, baja temperatura al inicio del funcionamiento del motor, tiempo de residencia corto de la mezcla aire/combustible en la cámara de combustión; lo que como consecuencia produce emisiones de hidrocarburos parcialmente oxidados y otros. La combustión teórica completa está determinado por un valor de la relación aire/combustible igual a 14,7 en el cual es proporcionado la cantidad de oxígeno estequiométrico; valores inferiores corresponden a obtener más combustible de lo necesario (mezclas ricas) por lo cual hay mayor producción de gases sin oxidar debido a la falta de oxígeno; en situación contraria, valores superiores, se presenta un exceso de oxígeno (mezcla pobre) conllevando por tanto a emisiones menores de CO y COV; sin embargo, para valores superiores a 18 se observa un crecimiento en la emisión de los gases COV, debido a que el combustible es insuficiente para producir la combustión. (Parra Narváez, 2004).

La figura II.3 muestra la imposibilidad de controlar las emisiones de los gases contaminantes CO, HC y NO_x únicamente a partir del control de la relación de aire/combustible:

Figura II.3: Emisiones de HC, CO y NO_x en función de la relación aire/combustible para un motor de gasolina.



Fuente: Parra Narváez, 2004.

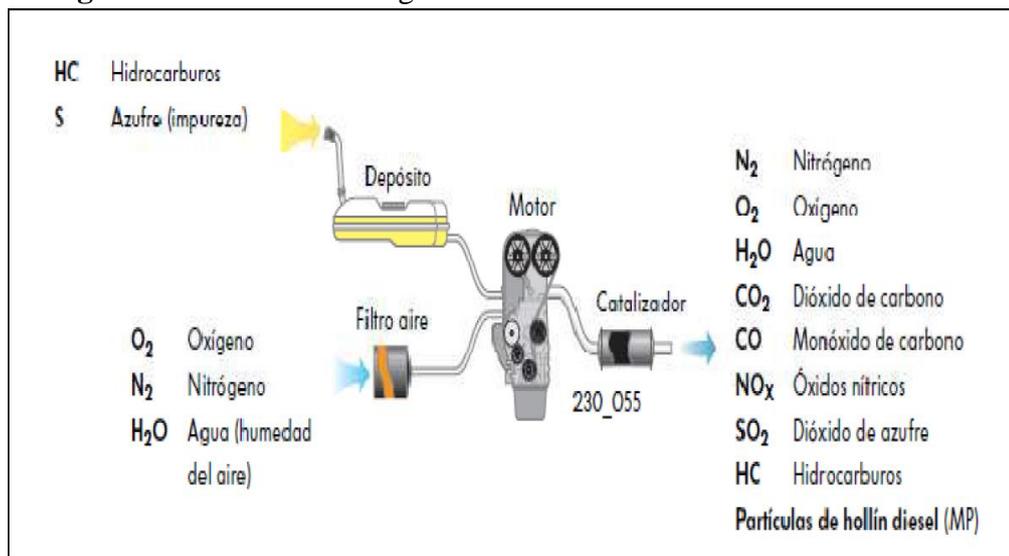
La relación estequiométrica consiste en la proporción de mezcla entre el aire y el combustible necesario para la combustión; que como se ha indicado un valor igual a 14,7 de relación aire/combustible en un motor a gasolina es la relación ideal; esto es, se requiere 14,7 gramos de aire por cada gramo de

combustible para constituir una combustión perfecta. La relación entre la cantidad real de aire que aspira un motor y la cantidad requerida de aire para una combustión completa, en relación estequiométrica, es conocida como un factor o relación lambda (λ), definida por la siguiente ecuación:

$$\lambda = \frac{\text{Masa real de aire}}{\text{Masa teórica de aire}}$$

Si λ es igual a 1 el aire aspirado es igual al teórico, de lo cual se obtiene una combustión perfecta; si es inferior, como por ejemplo 0,8, la mezcla resulta rica en combustible, esto es, el aire aspirado representa tan solo el 80% de lo requerido; si λ es superior, como puede ser 1,2, la mezcla es pobre por cuanto el aire aspirado es un 120% respecto del teórico, o sea, un 20% más de lo necesario. Los gases emitidos una vez quemada la mezcla son: Inofensivos (O_2 , N_2 , CO_2 , H_2O) y Contaminantes (HC, CO, NO_x). (Albán et al, 2010).

Figura II.4: Emisiones de gases.



Fuente: Albán et al, 2010).

2.1.1.4. Característica de los Gases HC y CO emitidos por vehículos automotores de transporte terrestre

El Monóxido de carbono, CO, es un gas incoloro, inodoro, no irritante, tóxico; su concentración es baja y estable (0,1 ppm) en una atmósfera no contaminada; es originado por la combustión incompleta del carbón, gas natural,

petróleo y sus derivados, y elevadas concentraciones de este gas se genera en la atmósfera baja de los centros urbanos e industriales. La principal fuente de emisión son los vehículos de combustión interna y en menor medida las actividades de orden industrial tales como refinerías de petróleo, fundiciones, industria química, entre otras. Su afinidad con la hemoglobina es de 300 veces superior al del oxígeno, forma la carboxihemoglobina que interfiere en el mecanismo de transporte de oxígeno para mantener el metabolismo celular.

El flujo de oxígeno debido al monóxido de carbono es reducido en el flujo sanguíneo y es particularmente peligroso a personas con enfermedades cardíacas (Efficácitas, 2007)

Los síntomas que se presentan como producto de una intoxicación aguda pueden ser dolor de cabeza, disminución de la visión y de la coordinación muscular, trastornos del sueño y disminución de la capacidad intelectual, entre otros, y cuando es una intoxicación extrema puede provocar convulsiones, pérdida de conocimiento y hasta la muerte. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido como límite de tolerancia de concentración del este gas en 9 ppm; lo cual en una situación de tránsito muy congestionado, la concentración de CO puede ser superior.

Tabla II.1: Efectos sobre la salud por el monóxido de carbono (CO)

MONÓXIDO DE CARBONO (CO)	
CONDICIONES AMBIENTALES	EFEKTOS
9 ppm con 8 h de exposición	Norma sobre la calidad de aire ambiente
50 ppm con 6 semanas de exposición	Cambios estructurales en el corazón y cerebro de los animales
50 ppm con 50 min. de exposición	Cambios en el umbral de la luminosidad relativa y la agudeza visual
50 ppm con exposición de 8 a 12 h para los no fumadores	Impedimento en el funcionamiento de las pruebas psicomotoras

Fuente: PETROECUADOR – UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, 2004

Los hidrocarburos no combustionados, HC, se originan cuando en la mezcla existe un exceso de gasolina, la cual por falta de oxígeno, no es quemada en su totalidad, y así se da lugar a la emisión de partículas de combustible por el

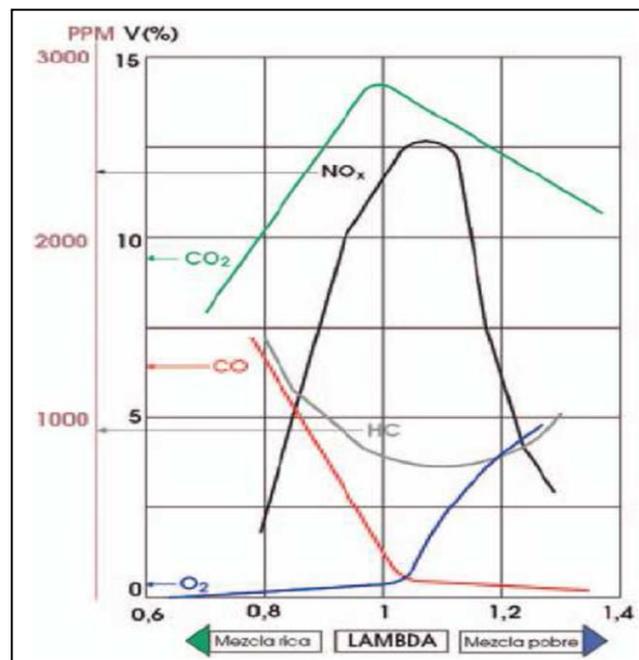
escape de los vehículos automotores; también pueden ser originados debido a deficiencias en el sistema de encendido, ya que una inadecuada chispa eléctrica no asegura la completa combustión de la mezcla. (Albán et al., 2010).

Una parte de los hidrocarburos que salen por el escape de los vehículos, son tóxicos con una potencial causa de cáncer; en presencia de los óxidos de nitrógeno y de la luz solar originan grandes niveles de ozono troposférico, el cual irrita los ojos, afecta a los pulmones; lo cual constituye el mayor problema en la contaminación del aire urbano. (Efficácitas, 2007).

2.1.1.5. Gases de escape y la relación Lambda (λ)

La relación aire-combustible (factor lambda) tiene una influencia decisiva sobre la emisión de los gases contaminantes, en la figura II.5 se puede observar como varía la concentración de los contaminantes al acercarse o alejarse del valor $\lambda=1$:

Figura II.5: Factor Lambda vs contaminantes



Fuente: Albán et al, 2010.

Gráficamente se puede observar que en mezclas ricas aumenta la emisión de monóxido de carbono (CO), o sea, para mezclas que tienen un factor λ menor a 1,00, en donde por razones de no ser suficiente el oxígeno para completar la

combustión del combustible, el contenido de monóxido de carbono en los gases expulsados en el escape de los vehículos, es elevado. Caso contrario, cuando λ es superior a 1,00, el oxígeno presente es abundante lo cual permite tender a realizar una combustión completa, con lo cual el contenido de CO en los gases emitidos presenta valores mínimos.

En el caso de los Hidrocarburos no combustionados (HC), su concentración se reduce a valores mínimos cuando la relación aire-combustible es ligeramente superior a la relación estequiométrica, esto es, cuando $\lambda = 1,2$ de tal manera que se ubica en el rango de mezclas pobres, pero al superar el factor de $\lambda > 1,2$ se tiene una combustión incompleta en razón de la falta de oxígeno, lo que provoca fallos de encendido del vehículo, retrasos en la combustión y dificultad en la propagación de la llama, ya que se ha superado los límites de inflamabilidad; lo que conlleva finalmente a un incremento significativo de los HC emitidos en el escape.

2.1.1.6. Factores de emisión

Las condiciones geográficas (altitud de la localidad) y meteorológicas o climáticas, tales como temperatura ambiente (clave para la estimación de la tasa de emisión para vehículos de caminos y carreteras), humedad relativa media, presión atmosférica, etc, provocan cambios en los factores de emisión. (Efficácitas, 2007).

El clima y la calidad del aire de la ciudad de Guayaquil son favorecidos por el contorno acuático conformado por el Estero Salado y el sistema estuario del río Guayas, ya que se permite el intercambio de calor entre las fases de aire-agua lo cual lleva a regular la temperatura del clima así como también que los contaminantes sean transmitidos desde la atmósfera hacia el agua, reduciendo así la concentración de contaminantes en el aire. (Espey, Huston & Associates – Copade, 1996).

Un estudio realizado en el año de 1993 por la EPA, Environmental Protection Agency, indica que los vehículos en ruta en Estados Unidos emiten un 62% de CO, un 32% de NOx y un 26% de HC, por lo cual era importante crear un

inventario de emisiones de vehículos a motor, IEVM, para entender de forma correcta el problema de contaminación generado por éste tipo de fuente. (Albán et al; 2010).

2.1.2 TEORIAS SUSTANTIVAS

2.1.2.1 Marco de referencia legal y normativa aplicable

En el presente estudio de caso la aplicación de la normativa vigente y aplicable a las cuales se somete tanto la administración gubernamental al emprender medidas regulatorias tanto de orden técnico (revisiones periódicas) como tributarias (impuestos por contaminación ambiental) así como los usuarios/propietarios de los vehículos automotorizados de transporte terrestre para los procesos de revisión técnica de verificación de la calidad o estado en el que se encuentra el automotor y por ende la cantidad o concentración de emisiones de gases contaminantes que éstos emiten a la atmosfera, se cita a continuación las principales normativas que se describirán guardando el orden jerárquico que se establece en el artículo 425 del Título IX, Supremacía de la Constitución, Capítulo primero, Principios de la Constitución de la República del Ecuador:

2.1.2.2 Constitución de la República del Ecuador, aprobada mediante referendo del 28 de septiembre de 2008

En la Constitución de la República del Ecuador se establece en el Título II, Derechos, Capítulo segundo, Derechos del buen vivir, Sección segunda, Ambiente sano, artículos del 14, primer inciso, 15, primer inciso; Sección séptima, Salud, artículo 32; y, Capítulo sexto, Derechos de libertad, artículo 66, números 2 y 27, que se 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*.

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; teniendo presente que la soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria; de igual manera, el Estado garantiza la

salud como un derecho, mediante políticas económicas y ambientales, entre otras, para cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho a los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir; y, que se reconoce y se garantizará a las personas el derecho a una vida digna, que asegure el saneamiento ambiental y otros servicios sociales necesarios; y, el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

De igual manera, en su Título VII, Régimen del Buen Vivir, Capítulo segundo, Biodiversidad y Recursos Naturales, Sección primera, Naturaleza y ambiente, artículos 395, número 1, 396, tercer inciso, y 399, así como también en la Sección cuarta, Recursos naturales, artículo 408, tercer inciso, y Sección séptima, Biosfera, ecología urbana y energías alternativas, artículo 414, que el Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras; que cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente; que el ejercicio integral de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental.

Que tendrá a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza; que el Estado garantizará que los mecanismos de producción, consumo y uso de los recursos naturales y la energía preserven y recuperen los ciclos naturales y permitan condiciones de vida con dignidad; y, que el Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo.

2.1.2.3 Del Régimen Tributario Interno

En la Ley Orgánica de Régimen Tributario Interno, LORTI, publicada en el Registro Oficial Suplemento 463 de 17 de noviembre de 2004, luego del Título Tercero, Impuesto a los Consumos Especiales, se agrega el Título innumerado en razón del artículo 13 de la Ley No. 00, publicada en el Registro Oficial Suplemento 583 de 24 de Noviembre del 2011, que refiere a la “LEY FOMENTO AMBIENTAL Y OPTIMIZACION INGRESOS DEL ESTADO, VERDE”, y se indica en el Capítulo I, Impuesto Ambiental a la Contaminación Vehicular, IACV, en sus artículos innumerados que refieren al Hecho generador, Sujeto Pasivo, Base imponible, Factor de ajuste, y Cuantía del impuesto, que propiamente el hecho generador del impuesto es la contaminación ambiental producida por los vehículos motorizados de transporte terrestre, siendo sujetos pasivos del IACV las personas naturales, sucesiones indivisas y las sociedades, nacionales o extranjeras, que sean propietarios de estos vehículos.

Que la base imponible de este impuesto “corresponde al cilindraje que tiene el motor” del respectivo vehículo, expresado en centímetros cúbicos, a la que se le multiplicará las tarifas que se encuentran determinada en la tabla específica para el efecto; y que en función del nivel potencial de contaminación ambiental provocado por los vehículos motorizados de transporte terrestre, “en relación con los años de antigüedad o la tecnología del motor” del respectivo vehículo, se aplicará un porcentaje como factor de ajuste, el cual de igual manera se encuentra detallado en cuadro específico para el efecto; conllevando a que la liquidación de este impuesto la realizará el Servicio de Rentas Internas; para tal efecto, se aplicará la fórmula:

$$\text{IACV} = [(b - 1500) t] (1+FA)$$

Donde:

b = base imponible (cilindraje en centímetros cúbicos)

t = valor de imposición específica

FA= Factor de Ajuste

2.1.2.4 Ley de Gestión Ambiental

En la Ley de Gestión Ambiental se establece en sus artículos 12, letra e, 33 y 34, que son obligaciones de las instituciones del Estado del Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental en el ejercicio de sus atribuciones y en el ámbito de su competencia, entre otras, el de regular y promover la conservación del medio ambiente y el uso sustentable de los recursos naturales en armonía con el interés social; que se establecen como instrumentos de aplicación de las normas ambientales, entre otros, los parámetros de calidad ambiental, normas de efluentes y emisiones; y, certificaciones de calidad ambiental de productos y servicios y otros que serán regulados en el respectivo reglamento; así como también que servirán como instrumentos de aplicación de normas ambientales, las contribuciones y multas destinadas a la protección ambiental y uso sustentable de los recursos naturales, los mismos que podrán ser utilizados para incentivar acciones favorables a la protección ambiental.

2.1.2.5 Norma de Calidad de Aire Ambiente o Nivel de Inmisión

En el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio Del Ambiente (TULSMA), Libro VI: De la Calidad Ambiental, Anexo 4, Norma de Calidad de Aire Ambiente o Nivel de Inmisión, Acuerdo Ministerial 097-A, publicado en el Registro Oficial N° 387 el 4 de noviembre de 2015, números 4.1.2.1, 4.1.2.2 y 4.1.2.3 se establecen las concentraciones máximas permitidas para los contaminantes criterio del aire, que en el caso del Monóxido de carbono (CO), la concentración de las muestras determinadas de forma continua, en un período de 8 (ocho) horas, no deberá exceder diez mil microgramos por metro cúbico (10.000 µg/m³) no más de una vez al año, y la concentración máxima en 1 (una) hora no deberá exceder de treinta mil microgramos por metro cúbico (30.000 µg/m³) no más de una vez al año; que los valores de concentración de contaminantes criterio del aire, establecidos en esta norma, así como los que sean determinados en los programas públicos de medición, están sujetos a las condiciones de referencia de 25 °C y 760 mm Hg; y, que las mediciones observadas de concentraciones de contaminantes criterio del aire deberán

corregirse de acuerdo a las condiciones de la localidad en que se efectúen dichas mediciones, para lo cual se utilizará la siguiente ecuación:

$$C_c = C_o * \frac{760mmHg}{P_{bl}mmHg} * \frac{(273 + t^{\circ}C)^{\circ}K}{298^{\circ}K}$$

Donde:

Cc: concentración corregida

Co: concentración observada

Pbl: presión atmosférica local, en milímetros de mercurio.

t°C: temperatura local, en grados centígrados

2.1.2.6 Reglamento relativo a procesos de Revisión Técnica de vehículos a motor, R.O Suplemento 383 de 2012-12-20

Para los procesos de revisión técnica de vehículos a motor, publicadas en el Registro Oficial Suplemento 383 de 20 de diciembre de 2012, en sus artículos 28, letras a y c; y 29, se establece que el control de la emisión de gases contaminantes se realizará para todo el parque automotor del Ecuador, sin diferenciar el tamaño del parque y conforme a la normativa que para el efecto ha sido dictada por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), y para ello se declaran expresamente incorporadas a este Reglamento, el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 017 que refiere a "Control de Emisiones Contaminantes de Fuentes Móviles Terrestres" y la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 203 relacionada con "Gestión Ambiental. Aire. Vehículos Automotores. Determinación de la Concentración de Emisiones de Escape en Condiciones de Marcha Mínima o Ralenti"; y establece que para la Prueba Estática se podrán establecer otras formas de medir y controlar las emisiones contaminantes como la prueba en altas revoluciones, la "Prueba Dinámica" u otras que se puedan considerar; las mismas que serán socializadas y comunicadas oportunamente.

2.1.2.7 Control de Emisiones Contaminantes

En lo pertinente al Control de Emisiones Contaminantes de fuentes móviles terrestres, se establece el reglamento técnico ecuatoriano RTE INEN 017:2008, que refiere, entre otros, en sus números 1.1, 3.7, 4.1, 5.1, 6.1 letra a, y 6.2 letra a, que este reglamento técnico determina los procedimientos para el control de las emisiones contaminantes con el fin de proteger la vida y la salud humana, animal y vegetal, y al ambiente, sin perjuicio de la eficiencia de los vehículos automotores; que el Certificado de control de emisiones es un documento que es emitido por un Centro de Revisión y Control Vehicular debidamente autorizado, en el que se consignan los resultados de la inspección de emisiones contaminantes de un vehículo automotor en particular y la calificación de dicha evaluación; que para los propósitos de este reglamento técnico, los procedimientos, límites permitidos de emisiones de contaminantes, métodos de medición, protocolos de pruebas y categorías por peso vehicular corresponden a lo establecido en las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN 2 204 y 2 207 vigentes.

De igual manera que, los vehículos propulsados por motores de ciclo Otto que circulen en el territorio nacional, deben cumplir con todos los requisitos establecidos en el numeral 6 de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204 vigente; que se debe verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en este reglamento técnico, entre otro, mediante el ensayo de determinación de las emisiones de escape en automotores de ciclo Otto, el cual se debe realizar siguiendo los procedimientos establecidos en el numeral 5 de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 203 vigente; y que por las fuentes móviles terrestres autopropulsadas que se importen o se ensamblen en el país y que entrarán en circulación, previamente se debe verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en este reglamento técnico, entre otro, mediante el ensayo de determinación de las emisiones en automotores de ciclo Otto, el cual se debe realizar mediante los ciclos de prueba establecidos en los numerales 6.2 y 6.3 de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204 vigente.

2.1.2.7 Límites Permitidos de Emisiones Producidas por Fuentes Móviles Terrestres de Gasolina

En lo pertinente a los límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de que consumen como combustible la gasolina, la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204:2002, publicada en el Registro Oficial número 673 del 30 de septiembre del 2002, en los números 2.1, 5.3, 6.1, 6.1.1, 6.2 y 6.2.1, establece que esta norma se aplica a las fuentes móviles de más de tres ruedas o a sus motores, según lo definido en los numerales 3.24 y 3.35, que la autoridad competente podrá en cualquier momento verificar la legalidad de las certificaciones presentadas por los importadores y ensambladores sobre el cumplimiento de los requisitos establecidos en esta norma, así como las características de funcionamiento de los equipos y procedimientos utilizados para la medición de las emisiones de escape, en condición de marcha mínima o ralentí (prueba estática), siendo los límites en esta condición y a temperatura normal de operación, no debe emitir al aire monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC) en cantidades superiores a las señaladas en la tabla II.2:

Tabla II.2: Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática)

Año modelo	% CO*		ppm HC*	
	0 - 1 500 **	1 500 - 3 000 **	0 - 1 500 **	1 500 - 3 000 **
2000 y posteriores	1,0	1,0	200	200
1990 a 1999	3,5	4,5	650	750
1989 y anteriores	5,5	6,5	1 000	1 200

* Volumen
 **Altitud = metros sobre el nivel del mar (msnm).

Fuente: NTE INEN 2 204:2002, tabla 1.

De igual manera establece como límites máximos de emisiones al aire de monóxido de carbono (CO), e hidrocarburos no combustionados (HC) para fuentes móviles de gasolina, ciclos FTP-75 y ciclo transiente pesado (prueba dinámica), las cantidades indicadas en la tabla II.3:

Tabla II.3: Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de gasolina (prueba dinámica) a partir del año modelo 2000 (ciclos americano)

Categoría	Peso bruto del vehículo kg	Peso del vehículo cargado kg	CO g/km	HC g/km	NOx g/km	CICLOS DE PRUEBA	Evaporativas g/ensayo SHED
Vehículos Livianos			2,10	0,25	0,62	FTP - 75	2
Vehículos Medianos	=< 3 860	=< 1 700	6,2	0,5	0,75		2
		1 700 - 3 860	6,2	0,5	1,1		2
Vehículos Pesados**	> 3 860 = < 6 350		14,4	1,1	5,0	Transiente pesado	3
		> 6 350	37,1	1,9	5,0		4

* prueba realizada a nivel del mar
 ** en g/bHP-h (gramos/brake Horse Power-hora)

Fuente: NTE INEN 2 204:2002, tabla 2.

2.1.3 REFERENTES EMPÍRICOS

2.1.3.1. Protocolo de Kyoto

El Estado ecuatoriano al ser suscriptor del Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, convino en asegurar, individual o conjuntamente, que las emisiones antropógenas agregadas, expresadas en dióxido de carbono equivalente, de los gases de efecto invernadero no excedan de las cantidades atribuidas a ellas, calculadas en función de los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones consignados para ellas con miras a reducir, por parte de los países industrializados, el total de sus emisiones de esos gases a un nivel inferior en no menos de 5% al de 1990 en el período de compromiso comprendido entre el año 2008 y el 2012. El Estado ecuatoriano, al ratificar el presente Protocolo, conjuntamente con el número creciente de ratificaciones por parte de otros países en desarrollo, ejercen presión moral y diplomática sobre las naciones industrializadas que tienen una mayor responsabilidad en la contaminación causante del calentamiento global, mientras que los países en desarrollo corren el mayor riesgo debido a su vulnerabilidad al impacto del cambio climático.

Entre los mecanismos establecidos en el Protocolo de Kyoto, se pueden citar: Comercio de Emisiones, Aplicación Conjunta y Mecanismos de Desarrollo Limpio.

Se establece en el artículo 12 del presente Protocolo que el propósito del mecanismo para un desarrollo limpio es ayudar a los países en desarrollo a lograr un adelanto sostenible, así como ayudar a los países industrializados a dar cumplimiento a sus compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI); de tal manera que los países en desarrollo se beneficiarán de las actividades de proyectos que tengan por resultado reducciones certificadas de las emisiones.

Como opción dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio, surgen los Bonos de Carbono, los cuales son emitidos por las Naciones Unidas y se constituyen en un conjunto de certificados que ayudan a los países a contar con recursos para invertir en tecnología limpia. Dichos Bonos pueden ser canjeados en el mercado como un beneficio para las empresas que no emiten o han disminuido sus emisiones en toneladas equivalentes de dióxido de carbono, obligando a pagar a aquellas que si lo hacen o emiten más de lo permitido.

2.1.3.2. Referencias a nivel internacional

En lo referente a impuestos ambientales por las emisiones al aire, existen en un gran número de países como: Australia, República Checa, Hungría, Corea, Polonia, República Eslovaca y Suecia, entre otros; la tasa de cálculo con base en estimaciones o mediciones de las emisiones, pero generalmente su estructura es complicada y varía según: Tipo de contaminante (NOx, hidrocarburos, partículas, metales pesados, dióxidos, etc.); Nivel de contaminación o toxicidad; y, Ubicación de la fuente emisora, de cuyos impuestos varían dependiendo de la densidad de la contaminación y resulta menor para el caso de localidades aisladas. (Graciela Moreno Arellano, Paola Mendoza Sánchez, Sara Ávila Forcada, 2002).

En países como España y Chile se ha implementado tributación a las emisiones de gases producidos por fuentes móviles de transporte terrestre; lo cual se encuentra constante en el REAL DECRETO LEGISLATIVO 2/2004, de 5 de marzo de 2004 en el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley Reguladora de las Haciendas Locales, en el caso de España; y, en la Ley N° 20.780 que refiere a

la Reforma Tributaria que Modifica el Sistema de Tributación de la Renta, en vigencia desde el 01 de octubre de 2014, en el caso de Chile.

De la normativa aplicable en España, se establece en la Subsección 4ª. Impuesto sobre Vehículos de Tracción Mecánica, artículos 92. Naturaleza y hecho imponible, número 1, 95. Cuota, números 1, 4 y 6, letras a, b y c, que este impuesto es un tributo directo que grava la titularidad estos vehículos, aptos para circular por las vías públicas, cualesquiera que sean su clase y categoría; que se exigirá con arreglo a tarifas aplicables según la potencia y clase de vehículo, mismas que los ayuntamientos podrán incrementar mediante la aplicación de un coeficiente que no podrá ser superior a 2.

De igual manera, podrán fijar un coeficiente para cada una de las clases de vehículos que podrá ser, a su vez, diferente para cada uno de los tramos fijados en cada clase de vehículo, sin exceder en ningún caso el límite precitado; y, las ordenanzas fiscales podrán regular, sobre la cuota del impuesto, incrementada o no por la aplicación del coeficiente, bonificaciones de hasta el 75% tanto en función de la clase de carburante que consuma el vehículo como de las características de los motores de los vehículos, en ambos casos en razón a la incidencia tanto de la combustión de dicho carburante como de los motores, en el medio ambiente; y, de hasta el 100% para los vehículos históricos o aquellos que tengan una antigüedad mínima de veinticinco años, contados a partir de la fecha de su fabricación o, si ésta no se conociera, toma como tal la de su primera matriculación o, en su defecto, la fecha en que el correspondiente tipo o variante se dejó de fabricar.

De la normativa aplicable en Chile, se establece en el artículo 3º, que los vehículos motorizados nuevos, livianos y medianos pagarán, por una única vez, adicional al establecido en la ley sobre Impuesto a las Ventas y Servicios, un impuesto expresado en unidades tributarias mensuales, conforme a la siguiente fórmula:

$$\text{UTM} = [(35 / \text{rendimiento urbano (km/lt)}) + (120 \times \text{g/km de NOx})] \times (\text{Precio de venta} \times 0,00000006)$$

Dónde: g/km de NOX, corresponde a las emisiones de óxidos de nitrógeno del vehículo.

Pero en consideración del artículo décimo transitorio, números 1 y 2, se entiende que esta fórmula aplica para el 2017 en adelante, por cuanto hasta el 31 de diciembre de 2015 se aplica:

$$\text{UTM} = [(35/\text{rendimiento urbano (km/lt)}) + (60 \times \text{g/km de NOx})] \times (\text{Precio de venta} \times 0,00000006)$$

Y, durante el año calendario 2016 se aplica:

$$\text{UTM} = [(35/\text{rendimiento urbano (km/lt)}) + (90 \times \text{g/km de NOx})] \times (\text{Precio de venta} \times 0,00000006)$$

En el caso de la normativa española, no considera o no incorpora la cantidad másica de los gases emitidos; y en el caso de la normativa chilena, la consideración en cuanto a gases emitidos sólo queda centrado en los óxidos de nitrógeno, que en mayores concentraciones son emitidos por el segmento o parque automotor que consume como combustible el diésel.

2.2 MARCO METODOLÓGICO

Para el cumplimiento del objetivo general propuesto y sus objetivos específicos, los fundamentos de revisión y análisis se centran en la revisión bibliográfica relacionada a la emisión de contaminantes por vehículos automotores de transporte terrestre; así como también, en la revisión de la normativa ecuatoriana vigente y aplicable al caso de estudio, de especial manera, la normativa relacionada tanto para las regulaciones ambientales por la emisión de gases de los escapes de los vehículos automotores, como de tributación ambiental así como también sobre la comercialización de la gasolina Extra con Etanol Anhidro que inicialmente determinó el uso como porcentaje de etanol anhidro en la mezcla de un 5% en volumen (Registro Oficial 123 de 04 de febrero de 2010, Reglamento Autorización Comercialización de Mezclas de Combustibles, art. 20 incisos segundo y cuarto).

Dicha comercialización del hidrocarburo oxigenado se espera poder realizarla con cobertura nacional prevista para el año 2017 concibiendo en esta su segunda etapa subir el componente de etanol en la gasolina a un 10% (El Telégrafo, 08 de febrero de 2014).

Para el estudio de caso, se consultó como fuente primaria de información, mediante comunicación de 03 de junio de 2015, a la entidad gubernamental (SRI) responsable de la liquidación del impuesto IACV, de lo cual dicha entidad remitió información vía email el 12 de junio de 2015, correspondiendo ésta emisión a la Dirección Zonal 8 del ente referido.

Como medio de consulta técnica en virtud de los datos obtenidos mediante pruebas de laboratorio y en ruta, constituyéndose como fuente secundaria y de soporte a fin al área específica considerada, en este caso, la ciudad de Guayaquil acorde a su parque automotor y tipo de combustible consumido, el Estudio de Impacto Ambiental que refiere al Plan Piloto de Formulación y Uso de gasolina extra con etanol anhidro en la ciudad de Guayaquil realizado por la Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, a finales del año 2008.

En este citado estudio se consideró que la aplicación de la prueba de ruta permite determinar la cantidad de emisiones contaminantes que el vehículo emite al ambiente durante un ciclo real de conducción, lo cual consiste en la medición directa de los contaminantes utilizando un equipo a bordo en una ruta definida.

2.2.1 CATEGORÍAS

El presente estudio de caso plantea obtener una propuesta ante la aplicación del impuesto ambiental a la circulación de vehículos, en este caso, de transporte terrestre, por lo cual se enmarca en una situación socioeconómica y ambiental.

2.2.2 DIMENSIONES

Constituye como población en la cual se enfoca el presente estudio de caso, el parque automotor de vehículos de transporte terrestre de la ciudad de

Guayaquil, acorde al tipo de combustible que consumen, que se encuentran registrados por el año 2014, como sujetos pasivos del Impuesto Ambiental a la Circulación de Vehículos, IACV, en el Servicio de Rentas Internas, ente responsable de la liquidación de este impuesto.

De esta manera, se realiza el trabajo sobre una muestra real que permite establecer la factibilidad de ser replicada a nivel nacional tomando en cuenta el parque automotor según el tipo de combustible de consumo.

2.2.3 INSTRUMENTOS

En el desarrollo de las pruebas en ruta, se establece en el estudio de la ESPOL, que se utilizó el equipo OEM2100 Montana System, el mismo que permitió medir las emisiones contaminantes (hidrocarburos, monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno y material particulado), para lo cual se seleccionó un ciclo de ruta definido en base a la Norma SAEJ1082, que corresponde al ciclo de Ciudad la cual presenta bajas velocidades y altas detenciones, típicas de la operación bajo alto tráfico urbano; ésta norma que también puede ser reproducida y realizada en un dinamómetro de chasis, aplicada a nuestro medio es equivalente al uso de la prueba ciclos FTP-75 (Federal Test Procedure), siendo ésta el ciclo de prueba utilizado por la EPA (Environmental Protection Agency) para la certificación de emisiones de vehículos ligeros en los Estados Unidos de Norte América; que para su ejecución en el Ecuador, es integrada en la norma NTE INEN 2 204:2002.

De igual manera se establece que los vehículos automotores fueron seleccionados después de la determinación de su estado mecánico real, en los cuales se realizaron pruebas de compresión en el motor, se determinó el punto de encendido, el estado de los cables que transportan la energía de la bobina a cada inyector, se verificó el estado del sistema de escape, y el estado interno de los cilindros mediante el uso del equipo denominado boroscopio; y una vez seleccionados se realizó la calibración del sistema de encendido. Dichos vehículos presentan las características que se indican en las tablas II.4 y II.5:

Tabla II.4: Características de los vehículos a carburación

No.	PLACA	MARCA	AÑO	MODELO	KILOMETRAJE (Km)	COMPRESIÓN		POTENCIAL	
						Max	Min	Max	Min
1	PEH-863	Chevrolet	1990	2300	415888	-	-	7,7	7
2	GIM-835	Nissan	1994	1500	16481	145	140	3	1,5
3	GXF-299	Mazda	1999	2200	124698	130	118	4,3	2,8
4	GXE-061	Chevrolet	1999	2200	275723	160	150	FR	8,2
5	GIM-993	Chevrolet	1990	2300	169386	170	145	3	1,4
6	PEM-250	Chevrolet	1998	1600	271374	190	185	2,5	1,6
7	PEH-865	Chevrolet	1990	2200	468505	185	155	6,8	5,9
8	GXF-768	Mazda	1999	2200	149286	160	150	4,5	3,8
9	IEA-096	Chevrolet	1990	2200	317578	185	145	15,8	13,4
10	GXF-829	Mazda	1999	2200	-	-	-	-	-
11	GJI-863	Honda	1993	-	-	-	-	-	-
12	GJI-421	Chevrolet	1996	2300	-	-	-	-	-
13	GGL-515	Fiat	1991	1500	300280	145	140	3	1,5
14	GXF-249	Chevrolet	1994	2200	362379	160	155	18,2	17
15	GXF-815	Mazda	1999	2200	836254	165	160	3,8	3,2

Fuente: ESPOL, 2008.

Tabla II.5: Características de los vehículos a inyección electrónica

No.	PLACA	MARCA	AÑO	MODELO	KILOMETRAJE (Km)	COMPRESIÓN (Psi)		POTENCIAL (Kv)	
						Max	Min		
1	GXE-063	Chevrolet	2001	2300	293946	220	205	4,7	4,1
2	GXH-826	Chevrolet	2008	2200	11593	125	120	-	-
3	GXG-092	Chevrolet	2006	3200	186916	190	190	-	-
4	S-P	Chevrolet	2008	2500	7311	200	200	-	-
5	GXE-324	Chevrolet	2002	3500	186161	185	185	-	-
6	GXE-322	Chevrolet	2002	3200	229122	170	170	-	-
7	GXF-801	Mazda	1999	2600	385676	200	180	3	2,1

Fuente: ESPOL, 2008.

2.2.4 UNIDAD DE ANÁLISIS

El Impuesto Ambiental a la Circulación de Vehículos, IACV, establecido dentro de la Ley Fomento Ambiental y Optimización Ingresos del Estado, Verde; determina la procedencia para la tributación ambiental considerando únicamente la fuente móvil de los gases contaminantes, hecho que no estimula el mantenimiento preventivo en los vehículos automotores de transporte terrestres, al no incluir la tributación por emisión de gases de HC no combustionados y CO.

2.2.5 GESTIÓN DE DATOS

Con el acercamiento realizado ante el ente responsable de la liquidación del tributo ambiental, SRI, se obtiene información de la fuente primaria, en donde se establece la muestra acorde al tipo de combustible consumido por los vehículos

de transporte terrestre, para de esta manera, en base a los resultados obtenidos con la investigación sobre el Estudio de Impacto Ambiental que refiere al Plan Piloto de Formulación y Uso de gasolina extra con etanol anhidro en la ciudad de Guayaquil realizado por la Escuela Superior Politécnica del Litoral a finales del año 2008, se procede a la respectiva evaluación cuantitativa que conlleve a determinar las emisiones de los gases HC no combustionados y CO, acumulados y proyectados en un año y en función de un promedio de kilometraje recorrido en este periodo.

2.2.6 CRITERIOS ÉTICOS

La realización de la presente investigación radica en la consideración de estimar como insuficiente los parámetros considerados en la determinación de la fórmula aplicable para el cálculo del Impuesto Ambiental a la Circulación Vehicular, toda vez que se centra únicamente en determinar como sujeto del tributo a la fuente móvil emisora de los gases contaminantes, estando o no en funcionamiento; por tanto es necesario considerar o incluir como un parámetro adicional en dicha fórmula, la concentración de los gases emitidos (cantidad acumulada y proyectado en un año) a pesar de que estos se encuentren dentro de los parámetros establecidos en las normas aplicables al momento de efectuarse las revisiones técnicas vehiculares como paso previo a la matriculación de los mismos.

Con la adición del componente ambiental en la fórmula base del cálculo del tributo ambiental, se logra establecer una diferencia tributaria que va ligada a las condiciones técnicas de funcionamiento de los vehículos automotores de transporte terrestre, constituyéndose de esta manera en el incentivo financiero que conlleve a reducir la contaminación ambiental; y consecuentemente a obtener los recursos económicos que permiten a su vez fomentar la agro producción en el uso de combustibles con etanol anhidro, de cuya utilización, el producto de la combustión resulte más amigable con el ambiente, en especial en las áreas urbanas densamente pobladas y con alta presencia de unidades móviles en su parque automotor.

Como resultado de este estudio, se propone la inclusión o adición del componente ambiental que estará directamente relacionado con la concentración de gases emitidos, HC no combustionado y CO, acumulada y proyectada en un año acorde al recorrido realizado por un vehículo automotor de transporte terrestre de ciclo Otto.

Para del desarrollo del presente caso, se efectuó la revisión y análisis de la información relacionada con la normativa aplicable de ámbito local y de referencia internacional; así como también, información de índole técnico que describe el proceso de funcionamiento de los motores de ciclo Otto.

2.2.7 RESULTADOS

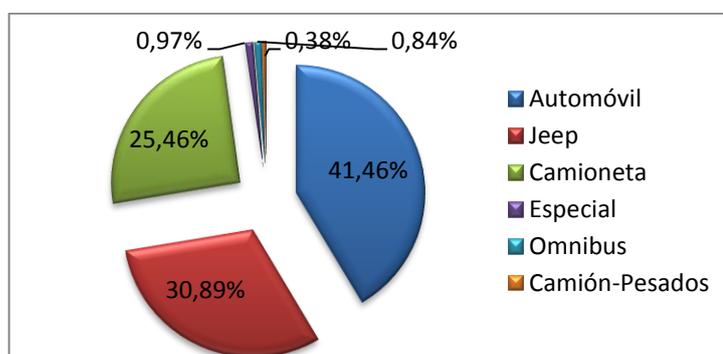
El parque automotor existente en la ciudad Santiago de Guayaquil al año 2014 en función del tipo de combustible de consumo, gasolina, asciende a 198.968 vehículos (SRI, 2015), de los cuales mayoritariamente se encuentran agrupados según su peso en la categoría de livianos en un 97,81%; siendo la distribución según el tipo de vehículo como se indica en la tabla II.6 y figura II.2:

Tabla II.6: Parque automotor en la ciudad de Guayaquil según tipo de vehículo, que consume gasolina como combustible.

Tipo	Automóvil	Jeep	Camioneta	Especial	Omnibus	Camión / Pesado
Cantidad	84 492	61 470	50 657	1 929	1 673	747
%	41,46	30,89	25,46	0,97	0,84	0,38

Fuente: SRI, 2015; Elaboración propia

Figura II.6: Distribución porcentual según tipo de vehículo



Fuente: SRI, 2015; Elaboración propia

Con los resultados obtenidos en el desarrollo de las pruebas en ruta por la emisión de CO y HC, se extraen los siguientes datos:

Motores a carburación: Los niveles de emisión de CO en vehículos que funcionan con la mezcla gasolina extra E-10 son de alrededor de 133,4 g/km; y, los niveles de emisión de HC no combustionados, son de alrededor de 22,71 g/km.

Motores a inyección: Los niveles de emisión de CO en vehículos que funcionan con la mezcla gasolina súper E-10 los niveles de emisión son de alrededor de 47,34 g/km; y, los niveles de emisión de HC no combustionados, son de alrededor de 6,33 g/km.

Considerando de igual manera como criterio técnico el asumido en el estudio de la ESPOL, en el que se determinó tres posibles escenarios en la distribución del parque automotor de la ciudad de Santiago de Guayaquil, y aplicando la información obtenida del SRI; así como también, considerando el valor de 15.000 km/año como el recorrido promedio anual de un vehículo, se puede estimar y contabilizar que la concentración de emisiones en Toneladas/año (Ton/año) para los gases HC no combustionados y CO, asciende a los valores que se muestran en la tabla II.7:

Tabla II.7: Resultados según escenarios por emisiones de CO y HC, Ton/año.

N°	Escenarios	Combustible	Motor a carburador (MC)		Motor a inyección (MI)	
			CO	HC	CO	HC
1	75% Vehículos a MC	Mezcla extra E-10	299 199,30	50 935,81		
	25% Vehículos a MI	Mezcla súper E-10			35 321,79	4 723,00
2	50% Vehículos a MC	Mezcla extra E-10	199 067,48	33 740,00		
	50% Vehículos a MI	Mezcla súper E-10			70 643,59	9 446,01
3	25% Vehículos a MC	Mezcla extra E-10	99 533,74	16 870,00		
	75% Vehículos a MI	Mezcla súper E-10			105 965,38	14 169,01

Fuente: ESPOL, 2008. Procesamiento propio con actualización del dato correspondiente a la cantidad de vehículos y promedio de recorrido anual.

Los valores obtenidos en el escenario numerado 2, se constituyen en el valor más próximo a un valor promedio con el cual se permita establecer la

concentración en Toneladas/año (Ton/año) para los gases CO y HC como un dato próximo a la realidad para el parque automotor de la ciudad de Guayaquil bajo el consumo del combustible mezcla de gasolina con un 10% de etanol anhidro, que totalizaría por el CO un valor de concentración igual a 269.711,07 Ton/año y por HC un valor igual a 43.186,00 Ton/año.

De este escenario también se puede determinar que la cantidad o concentración de los gases CO y HC emitidas por un vehículo en un año se indica en la tabla II.8:

Tabla II.8: Resultados según el escenario correspondiente al número 2 para un tipo de vehículo según su funcionamiento (carburación e inyección), y sus correspondientes emisiones de CO y HC, Ton/año.

N°	Escenarios	Combustible	Cantidad de vehículos	Motor a carburador (MC)		Motor a inyección (MI)	
				CO	HC	CO	HC
2	50% Vehículos a MC	Mezcla extra E-10	1	2,00	0,34		
	50% Vehículos a MI	Mezcla súper E-10	1			0,71	0,09

Fuente: ESPOLE, 2008. Procesamiento propio con actualización del dato correspondiente a la cantidad de vehículos y promedio de recorrido anual.

Dentro de los motivos expuestos a la Asamblea Nacional para su conocimiento, discusión y aprobación, que fueron enviados por parte del Ejecutivo con base en el artículo 140 de la Constitución de la República del Ecuador, con la calidad de urgente en materia económica, se presentó el proyecto que luego de su respectiva aprobación se constituyó en ley vigente a partir de 24 de noviembre de 2011 y cuya denominación es “LEY DE FOMENTO AMBIENTAL Y OPTIMIZACION DE LOS INGRESOS DEL ESTADO”; se indicó que los ciudadanos tienen que contar con las motivaciones necesarias para que sus hábitos de consumo sean más amigables desde el punto de vista ambiental; y, que para desincentivar las prácticas más contaminantes, hay que partir de un principio básico de la legislación ambiental: quien contamina, paga.

Considerando una de las opciones existentes dentro de lo establecido como un Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) establecido en el suscrito Protocolo de Kyoto, como lo es la comercialización de Bonos de Carbono, se establece como dato referencial en el Sistema Electrónico de Negociación de Derechos de Emisión de Dióxido de Carbono (<http://www.sendeco2.com>) al 06 de julio de 2015 un valor promedio igual a 7,46 € (8,28 USD) por cada Tonelada equivalente de CO₂.

Presente valor económico referencial al relacionarlo con una remuneración básica unificada vigente al año 2015, RBU= 354,00 USD, permite determinar un coeficiente igual a 0,0234 en función de una RBU; que aplicado a la cantidad, acumulada y proyectada a un año, de concentración de gases emitidos, HC no combustionados y CO, por un vehículo de ciclo Otto cuyo sistema corresponde, en este caso, al de carburación, MC; con una estimación de 15.000 km como promedio de recorrido en un año, se obtiene que el valor a pagar asciende a 19,38 USD por concepto de tributo, pero como componente ambiental Cg.

Dicho valor económico, no consta como resultado o en función de la concentración de gases HC y CO, dentro de la fórmula establecida en el artículo 13 de la Ley No. 00, publicada en el Registro Oficial Suplemento 583 de 24 de Noviembre del 2011, que refiere a la “LEY FOMENTO AMBIENTAL Y OPTIMIZACION INGRESOS DEL ESTADO, VERDE”.

CAPÍTULO 3

SOLUCIÓN PROPUESTA

La fórmula establecida en el artículo 13 de la Ley No. 00, publicada en el Registro Oficial Suplemento 583 de 24 de Noviembre del 2011, que refiere a la “LEY FOMENTO AMBIENTAL Y OPTIMIZACION INGRESOS DEL ESTADO, VERDE”, al adicionar el componente ambiental relacionado con la concentración, acumulada y proyectada en un año, de los gases HC no combustionado y CO, en razón de la cantidad emitida por el uso y funcionamiento de los vehículos motorizados de transporte terrestre, quedaría planteado de la siguiente manera:

$$IACV = \{(b - 1500) t\} (1+FA) + Cg$$

Donde:

b = base imponible (cilindraje en centímetros cúbicos)

t = valor de imposición específica

FA= Factor de Ajuste

Cg= Componente ambiental, que determina el valor económico por concentración, acumulada y proyectada en un año, de los gases HC no combustionados y CO.

Tabla III.1: Base imponible y tarifa, automóviles y motocicletas

N°	Tramo cilindraje (cc), para b.		\$/cc, para t
1	menor a 1 500 cc		0,00
2	1 500	2 000	0,08
3	2 001	2 500	0,09
4	2 501	3 000	0,11
5	3 001	3 500	0,12
6	3501	4000	0,24
7	Más de 4000 cc		0,35

Fuente: LORTI. Preparación propia

Tabla III.2: Factor de Ajuste

N°	Tramo de Antigüedad (años) - Automóviles		Factor (FA)
1	menor a 5 años		0 %
2	de 5 años	a 10 años	5 %
3	de 11 años	a 15 años	10 %
4	de 16 años	a 20 años	15 %
5	Mayor a 20 años		20 %
6	Híbridos		-20%

Fuente: LORTI. Preparación propia

El componente ambiental (Cg) que determina el valor económico en razón de la concentración de gases, HC no combustionado y CO, emitidos corresponde a:

$$Cg = (\Sigma c) * (R) * (10^{-6}) * (0,0234 * RBU)$$

Donde:

Σc = Sumatoria de la concentración en gramos por kilómetro, gr/km, de los gases HC no combustionado y CO, obtenidos durante la revisión técnica vehicular aplicando la norma NTE INEN 2 204:2002.

R = ($L_1 - L_0$), diferencia entre los registros de los kilómetros recorridos durante los años: presente (L_1) al momento de la revisión técnica vehicular; y, el inmediato anterior (L_0) constante en el certificado de revisión técnica vehicular emitido.

RBU= Remuneración Básica Unificada, vigente al año en que se realiza la revisión técnica vehicular.

CONCLUSIONES Y RECOMENCACIONES

Conclusiones

El acercamiento realizado ante la entidad estatal, Servicios de Rentas Internas, permitió establecer que del parque automotor correspondiente a la ciudad de Guayaquil, los vehículos que consumen gasolina ascienden a 198.968 unidades en el año 2014.

Al adicionar el componente ambiental C_g en la fórmula establecida en el artículo 13 de la Ley que refiere a la “LEY FOMENTO AMBIENTAL Y OPTIMIZACION INGRESOS DEL ESTADO, VERDE”, quedaría planteada de la siguiente manera:

$$IACV = \{[(b - 1500) t] (1+FA)\} + C_g$$

De tal manera que el principio básico de la legislación ambiental, quien contamina, paga; se vería cumplido al considerarse la concentración de gases emitidos, HC no combustionado y CO, acumulada y proyectada en un año acorde al recorrido realizado por un vehículo automotor de transporte terrestre de ciclo Otto.

Recomendaciones

Gestionar se realice la reforma al artículo 13 de la Ley Fomento Ambiental y Optimización Ingresos del Estado, Verde, así como también en parte pertinente de la Ley Orgánica de Régimen Tributario Interno, LORTI; con la finalidad de incluir el componente ambiental (C_g), para que entre en vigencia en el año 2017.

Fomentar la realización de un estudio técnico que establezca la concentración de las emisiones de los gases CO, HC, y NOx como producto de la combustión del diésel en los vehículos motorizados de transporte terrestre a objeto de incluir su concentración dentro del componente ambiental que representa el valor económico a cuantificar por concentración de gases propuesto.

BIBLIOGRAFÍA

- (Tesis Ing. Mecánica “*Determinación de los factores de emisión de los vehículos a gasolina del parque automotor, en la ciudad de Cuenca*”, UPS – Gómez, Tinoco, Vásquez, Cap. 3, pp. 29, 2004)
- (Tesis Doctoral “*Desarrollo del modelo EMICAT2000 para la estimación de emisiones de contaminantes del aire en Cataluña y su uso en modelos de dispersión fotoquímica*”, Parra Narváez, Cap. IV, pp. 105 y 106; 2004)
- (Tesis Ing. Mecánico “*Desarrollo y Validación de un método para la determinación de factores de emisión vehicular mediante pruebas a bordo en la ciudad de Quito*”, Albán y López, Cap. I, pp. 17, 18, 21, 22; 2010)
- “*Estudio de Impacto Ambiental del Plan Piloto de Formulación y Uso de gasolina extra con etanol anhidro en la ciudad de Guayaquil*” ESPOL, 2008
- Descripción sobre el Monóxido de carbono:
(<http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/MonoxiCar.htm>)
- Datos Generales de la ciudad de Guayaquil:
(<http://www.guayaquil.gob.ec/guayaquil/la-ciudad/division>) y
(<http://www.guayaquil.gob.ec/mi-guayaquil>)
- Información gráfica de la ciudad de Guayaquil:
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/80/Mapa_Sageo_de_Guayas_-_Guayaquil_C3.svg);
(<https://www.google.com/maps/place/Guayaquil,+Ecuador/@-2.1547886,-80.0732931,11z/data=!4m2!3m1!1s0x902d13cbe855805f:0x8015a492f4fca473?hl=es-ES>)
- “*Plan de Gestión de la Calidad del Aire en la Ciudad de Guayaquil*” Efficācitas Consultora Cía. Ltda, pp. 71, 72, 78, Julio 2007.
- “*Diseño e Implementación de un Programa de Seguimiento Ambiental sobre la Aplicación de las Medidas de Manejo Ambiental Establecidas en Estudios Ambientales y Actos Administrativos en Materia Ambiental Emanados por la M.I. Municipalidad de Guayaquil*” Efficācitas Consultora Cía. Ltda, Enero 2013.

- “*Estudio de la calidad del aire de la ciudad de Guayaquil - Diagnóstico e Investigación Referencial*”, PETROECUADOR – UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, 2004
- “*Plan de Prevención y Control de la Contaminación Industrial y por Otras Fuentes en Guayaquil*”, Espey, Huston & Associates – Copade, Cap. V. pp. 39, 1996.
- *Impuestos ambientales. Lecciones en países de la OCDE y experiencias en México*, <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/download/373.pdf> (Graciela Moreno Arellano, Paola Mendoza Sánchez, Sara Ávila Forcada, 2002), Pag. 44, *IMPUESTOS A EMISIONES AL AIRE*.
- Dirección electrónica del Sistema Electrónico de Negociación de Derechos de Emisión de Dióxido de Carbono (<http://www.sendeco2.com>).
- Texto de “Economía Ambiental, *Una introducción*”, Serie Mc Graw Hill, 1995, Cap. 12, pp.269, autor Barry C. Field, profesor de economía de recursos naturales en la Universidad de Massachusetts de Amherst.

ANEXOS

- Comunicación de 03 de junio de 2015, dirigida a la entidad gubernamental (SRI) responsable de la liquidación del impuesto IACV.
- Información remitida vía email el 12 de junio de 2015, por parte de la Dirección Zonal 8 de la entidad gubernamental (SRI) responsable de la liquidación del impuesto IACV.