

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas**



*Facultad de*  
**Ciencias Sociales  
y Humanísticas**



**“ANÁLISIS DEL IMPUESTO AMBIENTAL A LA CONTAMINACIÓN  
VEHICULAR Y SU RELACIÓN CON VARIACIONES EN EL PARQUE  
AUTOMOTOR DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL DURANTE EL AÑO  
2012-2014.”**

**SEMINARIO DE GRADUACIÓN**

**Previa la obtención del Título de:**

**ECONOMISTA CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL**

**Presentado por:**

**IVETTE JANETH FIGUEROA TIGRERO**

**JOSÉ LUIS VALVERDE PRADO**

**Guayaquil – Ecuador**

**2014**

## **AGRADECIMIENTO:**

Primero que todo agradezco a Dios por estar siempre presente en todos los aspectos de mi vida y ser la luz que guía todos mis caminos. Por darme una excelente familia y ayudarme a ser la persona que soy.

Agradezco a mis padres, Edison y Ana, por ser mi pilar fundamental, ser esa fuerza y apoyo que siempre han estado ahí para mí sin necesidad de ser llamados. Gracias por ser siempre el mejor ejemplo que he tenido a seguir, por demostrármelo más no sólo decírmelo. Por enseñarme que nunca es tarde para aprender cosas nuevas, que nunca me debo rendir y que debo seguir adelante a pesar de lo que pase. Gracias por impulsarme a alcanzar todas las metas que me he propuesto y ayudarme a ser una mejor persona cada día.

Gracias a mis hermanos, Emilia y Roberto, por confiar en mí y brindarme todo su apoyo y cariño.

Gracias a mi tía Katty, por estar, desde lejos siempre pendiente de mí y quererme como otro hijo.

A mi compañera de tesis, por todo el apoyo brindado durante la elaboración de nuestra tesis.

Por último agradezco a mis profesores, por transmitirnos todos sus conocimientos y forjarnos como excelentes futuros profesionales.

José Luis Valverde Prado

**AGRADECIMIENTO:**

Sobre todas las cosas siempre estaré muy agradecida con Dios, por todas las experiencias vividas, por las personas que ha puesto en mi camino, por la familia, por los amigos, por los buenos momentos y por los malos también.

Todo mi esfuerzo y mi dedicación siempre se lo dedicaré a una persona que siempre cree en mí, mi madre. Si hoy soy lo que soy, todo se lo debo a ella, porque con coraje y la fe infinita en Dios siempre se llega a donde se necesita.

Como no agradecer a mi hermana, una gran amiga, compañera, excelente persona. Quiero agradecer de forma especial al Ing. George Reyes por su apoyo incondicional, por enseñarme a ser como un bambú que se inclina con el viento, pero jamás se quiebra.

Gracias a la Sra. Olga Lozada y Adriana Castaño por permitirme compartir estos años con ellas, siempre es grato conocer a grandes personas.

Gracias a todos.

Ivette Figueroa Tigrero

**DEDICATORIA:**

Con todo amor a Dios.

A mis padres, por su cariño, dedicación y por todo su apoyo brindado a lo largo de mi vida.

A mi sobrina Vicky, por traerle alegría y más amor a mi vida.

A mis mejores amigos.

A mis amigos y compañeros de la universidad.

José Luis Valverde Prado.

Como todos los logros en mi vida siempre dedicados a:

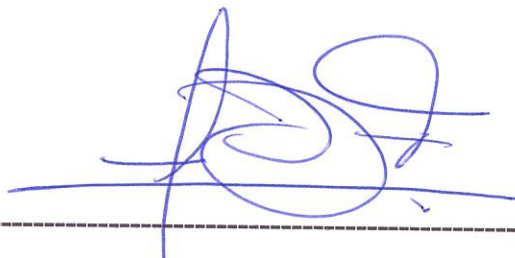
Dios.

A mis padres, por haber puesto su confianza en mí.

A mi gran familia.

Ivette Figueroa Tigrero

**TRIBUNAL DE SUSTENTACION**



---

**MSC. IVÁN DÁVILA FADUL**

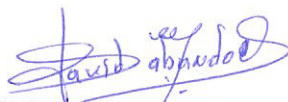
**PRESIDENTE**



---

**PhD. FABRICIO ZANZZI DÍAZ**

**DIRECTOR TESIS**



---

**PhD. DAVID SABANDO VERA**

**VOCAL**

## DECLARACIÓN EXPRESA

**“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este proyecto corresponden a los autores y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”**

*Ivette Figueroa T.*

**Ivette Janeth Figueroa Tigero**

*José Luis Valverde P.*

**José Luis Valverde Prado**

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad el estudio del impuesto ambiental a la contaminación vehicular (IACV) y cómo su implementación ha repercutido de alguna forma en el parque automotor de la ciudad de Guayaquil. Un impuesto de este tipo busca cambiar los patrones de consumo de las personas, es así que se busca una variación del comportamiento de compra de los individuos.

La compra de un objeto siempre está condicionada a las facilidades que tenga un individuo para acceder a dicho bien, la cultura de muchas personas es pensar que la compra de un vehículo está ligada a las mejoras en sus niveles de vida, un mejor trabajo, mejores ingresos, entre otros.

El presente estudio se divide en V capítulos, dentro del capítulo II se describen los diversos instrumentos económicos usados en diversos países, con la finalidad de reducir la contaminación, dentro de los cuales se encuentran los impuestos ambientales. Para el análisis se recogió información sobre los regímenes fiscales existentes, donde se detalla la imposición sobre los vehículos en países de América Latina.

En el capítulo III se detalla la metodología usada para explicar el comportamiento de los individuos a la hora de matricularse, consecutivamente el capítulo IV expresa un análisis del sector automotriz y la formulación del modelo de elección binaria que ayudará a entender de mejor manera el problema planteado. Se explica la evolución en el número de autos matriculados en la ciudad desde el año 2010 -2013, y se estudia la evolución de los autos nuevos ingresados al sistema de matriculación. Por último en el capítulo V, conclusiones y recomendaciones.

## CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTO:</b> .....	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA:</b> .....	<b>iv</b>
<b>TRIBUNAL DE SUSTENTACION</b> .....	<b>v</b>
<b>DECLARACIÓN EXPRESA</b> .....	<b>vi</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>vii</b>
<b>CONTENIDO</b> .....	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS:</b> .....	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES:</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ÍNDICE DE FÓRMULAS:</b> .....	<b>xv</b>
<b>SIGLAS Y ABREVIATURAS:</b> .....	<b>xvi</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>1 GENERALIDADES</b> .....	<b>1</b>
1.1 INTRODUCCIÓN .....	<b>1</b>
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	<b>2</b>
1.3 OBJETIVOS .....	<b>3</b>
1.3.1 Objetivo General.....	<b>3</b>
1.3.2 Objetivos Específicos.....	<b>3</b>
1.4 JUSTIFICACIÓN .....	<b>3</b>
1.5 ALCANCE DEL ESTUDIO.....	<b>4</b>
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>6</b>
<b>2 MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>6</b>
2.1 INSTRUMENTOS ECONÓMICOS DE GESTIÓN AMBIENTAL.....	<b>6</b>
2.2 INSTRUMENTOS ECONÓMICOS APLICADOS A LA CONTAMINACIÓN VEHICULAR .....	<b>10</b>
2.3 IMPUESTOS AMBIENTALES. ....	<b>12</b>
2.4 IMPOSICIÓN SOBRE VEHÍCULOS EN PASIES DE AMÉRICA LATINA: 15	



2.4.1	Derechos arancelarios a la importación.....	17
2.4.2	Impuestos a la compra de vehículos.....	19
2.4.3	Impuesto sobre la tenencia de automotores.....	19
2.5	IMPUESTOS A LOS VEHÍCULOS EN ECUADOR.....	21
2.5.1	Impuesto ambiental a la contaminación vehicular (IACV).....	23
2.5.2	Otras medidas adoptadas para la reducción de la contaminación vehicular. 27	
<b>CAPÍTULO III.....</b>		<b>29</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>29</b>
3.1	MODELO DE RESPUESTA BINARIA: .....	30
3.2	ESPECIFICACIÓN DEL MODELO:.....	33
3.3	TEST DE BONDAD DE AJUSTE:.....	35
3.3.1	Prueba de Hosmer-Lemeshow .....	35
3.3.2	Devianza:.....	36
3.3.3	Estadístico Chi Cuadrado de Pearson: .....	37
<b>4</b>	<b>ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....</b>	<b>38</b>
4.1	ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL SECTOR.....	38
4.1.1	Sector Automotriz Mundial. ....	38
4.1.2	Sector Automotriz en el Ecuador. ....	40
4.1.3	Índice del Nivel de Actividad Económica.....	44
4.1.4	Parque automotor del Ecuador:.....	51
4.1.5	Índice de motorización (ALADDA) .....	58
4.1.6	Número de vehículos por habitantes. ....	60
4.1.7	Evolución de la venta de autos en el Ecuador. ....	61
4.1.8	Facilidades de Crédito para el Sector Automotriz. ....	67
4.2	ANÁLISIS DE LAS RECAUDACIONES DEL IACV:.....	68
4.3	ANÁLISIS DE LA FORMA DE CÁLCULO DEL IACV. ....	74
4.4	ANÁLISIS DEL PARQUE AUTOMOTOR DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL. ....	77
4.5	MATRIZ DE TRANSICIÓN DE MARKOV. ....	87
4.6	FORMULACIÓN DEL MODELO DE RESPUESTA BINARIA:.....	92

4.6.1	Test de significancia conjunta: .....	95
4.6.2	Test de bondad de ajuste: .....	96
4.6.3	Muticolinealidad entre las variables: .....	98
4.7	INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS: .....	99
4.7.1	Odds ratios: .....	99
4.7.2	Curva de ROC:.....	102
4.7.3	Efectos parciales: .....	104
4.8	FORMULACIÓN DE OTRAS MEDIDAS COMPLEMENTARIAS AL IACV.105	
4.8.1	Propuesta 1: Impuesto a la gasolina. ....	106
4.8.2	Propuesta 2: Internacionalizar la Externalidad. ....	109
4.9	LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA. ....	114
<b>CAPÍTULO V</b>	.....	<b>116</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES: .....</b>	<b>116</b>

## ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 2.1 Instrumentos económicos de gestión ambiental en países de la OCDE. ....	9
Tabla 2.2 Instrumentos formulados en los países europeos. ....	15
Tabla 2.3 Aícuotas sobre vehículos en América Latina 2012. ....	18
Tabla 2.4 Aícuotas Ambientales en República Dominicana ....	18
Tabla 2.5 IVA países representativos de América Latina ....	19
Tabla 2.6 Clasificación de países latinoamericanos de acuerdo al precio del combustible. ....	21
Tabla 2.7 Rubros que componen la matricula vehicular. ....	22
Tabla 2.8 Matriculación vehicular de acuerdo al último dígito de la placa. ....	23
Tabla 2.9 Base Imponible para el cálculo del IACV. ....	24
Tabla 2.10 Factor de ajuste para la aplicación del IACV. ....	25
Tabla 2.11 Descuento del IACV, por disposición transitoria autos 2006. ....	27
Tabla 4.1 Subcuentas más representativas del sector manufacturero. ....	42
Tabla 4.2 Vehículos que conforman el parque automotor nacional por marcas. ....	52
Tabla 4.3 Concentración del parque automotor ecuatoriano. ....	54
Tabla 4.4 Crecimiento de la flota vehicular ecuatoriano 1997-2001. ....	55
Tabla 4.5 Antigüedad de la flota vehicular ecuatoriana 2010-2013 ....	56
Tabla 4.6 Clasificación de los vehículos por su modelo. ....	57
Tabla 4.7 Clasificación de los vehículos matriculados en el 2012. ....	57
Tabla 4.8 Ratio número de personas por vehículos en Ecuador. ....	59
Tabla 4.9 Ratio número de personas por vehículos en países de la región. ....	60
Tabla 4.10 Ventas de vehículos vs PIB 2002-2013. ....	62
Tabla 4.11 Ventas de Vehículos por categorías 2010-2013. ....	65
Tabla 4.12 Variación de ventas de vehículos por categorías 2009-2013. ....	66
Tabla 4.13 Participación de vehículos por categorías 2009-2013. ....	66
Tabla 4.14 Recaudación Global del IACV. ....	70
Tabla 4.15 Recaudación por provincias 2012-2014. ....	72
Tabla 4.16 Base imponible por rango de antigüedad. ....	75
Tabla 4.17 Valores máximos y mínimos a pagar dado por IACV. ....	76
Tabla 4.18 Número de autos registrados en el 2012-2013. ....	78
Tabla 4.19 Autos matriculados en el 2012 y en el 2013. ....	78

Tabla 4.20 Variaciones del parque automotor de acuerdo al cilindraje. ....	80
Tabla 4.21 Cilindraje de los autos nuevos desde 2010-2013.....	81
Tabla 4.22 Vehículos nuevos por clases desde 2010 – 2013.....	86
Tabla 4.23 Matriz de transición de Markov - caso matriculación vehicular. ....	91
Tabla 4.24 Escenarios de la curva de ROC. ....	102
Tabla 4.25 Sensibilidad y especificidad. ....	103
Tabla 4.26 Resultados de las pruebas de ensayo y error. ....	105
Tabla 4.27 Precios del combustible en países de la región.....	108
Tabla 4.28 Precios del convertidor de hidrógeno.....	113
Tabla 4.29 Especificaciones del convertidor de hidrógeno. ....	113

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES:

Ilustración 3.1 Summarize de la variable dependiente.....	32
Ilustración 4.1 Indicadores del sector automotriz mundial.....	39
Ilustración 4.2 PIB por actividad económica 2013 .....	41
Ilustración 4.3 Evolución del sector manufacturero, fabricación de vehículos y comercio de vehículos, desde 2002 – 2012. ....	43
Ilustración 4.4 Crecimiento 2011-2013 de las industrias manufactureras y la fabricación de vehículos totales. ....	45
Ilustración 4.5 Evolución de los subsectores del sector automotriz.....	47
Ilustración 4.6 Aportación de los subsectores a la categoría de fabricación de vehículos. ..	48
Ilustración 4.7 Fabricación vehicular 2009-2013 .....	49
Ilustración 4.8 Ventas, mantenimiento y reparación de vehículos automotores 2009 - 2013. ....	50
Ilustración 4.9 Evolución de las subcuentas del sector comercio. ....	51
Ilustración 4.10 Variaciones en el parque automotor ecuatoriano. ....	53
Ilustración 4.11 Índice de motorización por países.....	58
Ilustración 4.12 Variaciones en el ratio de personas por vehículos en países de la región. .	61
Ilustración 4.13 Ventas de vehículos vs PIB periodo 2002-2013.....	62
Ilustración 4.14 Correlación entre PIB y Ventas .....	63
Ilustración 4.15 Gráfico de correlaciones PIB vs Ventas de vehículos.....	63
Ilustración 4.16 Tasa de Interés Activa por Consumo 2010 -2014.....	68
Ilustración 4.17 Medidas complementarias al IACV.....	68
Ilustración 4.18 Participación del IACV dentro de la recaudación global. ....	70
Ilustración 4.19 Provincias con mayores aportaciones de acuerdo al IACV.....	73
Ilustración 4.20 Recaudación de los principales cantones del Guayas. ....	73
Ilustración 4.21 Autos nuevos 2012-2013.....	79
Ilustración 4.22 Autos nuevos desde el año 2010-2013.....	79
Ilustración 4.23 Edad del parque automotor de la ciudad de Guayaquil. ....	80
Ilustración 4.24 Variaciones del parque automotor de acuerdo al cilindraje. ....	81
Ilustración 4.25 Vehículos nuevos menores de 1500cc.....	82
Ilustración 4.26 Vehículos nuevos con cilindraje entre 1501 - 2000.....	82
Ilustración 4.27 Vehículos nuevos con cilindraje entre 2001-2500.....	83

Ilustración 4.28 Vehículos nuevos con cilindraje entre 2501 - 3000. _	83
Ilustración 4.29 Vehículos nuevos con cilindraje entre 3001 – 3500cc.	84
Ilustración 4.30 Vehículos nuevos con cilindrajes entre 3501 - 4000.	84
Ilustración 4.31 vehículos nuevos con cilindraje mayor a 4000cc.	85
Ilustración 4.32 Ventas de vehículos híbridos 2010 - 2013.	85
Ilustración 4.33 Vehículos nuevos por categoría desde 2010 - 2013.	86
Ilustración 4.34 Vehículos de acuerdo al tipo de combustible. ....	87
Ilustración 4.35 Diagrama del árbol. (Matriculación vehicular).....	89
Ilustración 4.36 Probabilidad de matricularse o no.....	89
Ilustración 4.37 Matriz de transición estacionaria. ....	92
Ilustración 4.38 Test de significancia conjunta de las variables. ....	95
Ilustración 4.39 Test de significancia conjunta de los impuestos. ....	95
Ilustración 4.40 Prueba de hipótesis del test de HOSMER. ....	96
Ilustración 4.41 Resultados del test de bondad de ajuste .....	96
Ilustración 4.42 Resultados del test de Devianza.....	97
Ilustración 4.43 Resultados del test de residuos de Pearson.....	98
Ilustración 4.44 Correlación de las variables formuladas.....	98
Ilustración 4.45 Test de multicolinealidad.....	99
Ilustración 4.46 Odd ratios del modelo estimado.....	100
Ilustración 4.47 Efectos marginales del modelo LOGIT.....	100
Ilustración 4.48 Change in odds.....	101
Ilustración 4.49 Curva de ROC.....	103
Ilustración 4.50 Estimación del modelo 2. ....	104
Ilustración 4.51 precios de los combustibles países latinoamericanos 2012. ....	108
Ilustración 4.52 Generador de hidrógeno .....	110
Ilustración 4.53 Funcionamiento del generador de hidrógeno .....	111

## ÍNDICE DE FÓRMULAS:

Fórmula 3.1 Distribución del Modelo PROBIT.....	31
Fórmula 3.2 Distribución Modelo LOGIT. ....	32
Fórmula 3.3 Probabilidad de Y/X.....	33
Fórmula 3.4 Función con distribución logística.....	33
Fórmula 3.5 Derivada parcial del modelo. ....	34
Fórmula 3.6 Test de bondad de ajuste de Hosmer .....	35
Fórmula 3.7 Planteamiento de Hipótesis del test de Hosmer - Leshow.....	36
Fórmula 3.8 Cálculo de la Devianza. ....	36
Fórmula 3.9 Test de bondad de ajuste de Pearson. ....	37
Fórmula 3.10 Residuos de Pearson. ....	37
Fórmula 4.1 Índice de Laspeyres, INA-R.....	44
Fórmula 4.2 Índice de motorización ALADDA. ....	58
Fórmula 4.3 Planteamiento de la función logística. ....	93
Fórmula 4.4 Función logística expresada en términos de razón. ....	93

**SIGLAS Y ABREVIATURAS:**

<b>IACV</b>	Impuesto ambiental a la contaminación vehicular
<b>MAE</b>	Ministerio de ambiente del Ecuador
<b>SRI</b>	Servicio de rentas internas
<b>BCE</b>	Banco central del Ecuador
<b>ICE</b>	Impuesto al consumo especial
<b>ALADDA</b>	Asociación latinoamericana de Distribuidores de Automotores
<b>AEADE</b>	Asociación de empresas automotrices del Ecuador
<b>AIHE</b>	Asociación de industrias hidrocarburíferas del Ecuador
<b>CEPAL</b>	Comisión económica para América latina y el Caribe
<b>UNAM</b>	Universidad nacional autónoma de México
<b>INEC</b>	Instituto nacional de estadísticas y censo
<b>PNUMA/ UNEP</b>	Programa de las naciones unidas para el medio ambiente
<b>PNUD</b>	Programa de las naciones unidas para el desarrollo
<b>OPS</b>	Organización panamericana de la salud
<b>OCDE</b>	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
<b>ISC</b>	Tasa de Impuestos Selectivos.
<b>OMS</b>	Organización mundial de la salud



## CAPÍTULO I

### 1 GENERALIDADES

#### 1.1 INTRODUCCIÓN

La creciente preocupación por el deterioro ambiental que sufre el planeta ha llevado a muchos países a desarrollar instrumentos económicos dentro de sus regímenes fiscales, con el fin de hacer que “*quien contamine, pague*”. Se han desarrollado varios instrumentos entre ellos impuestos de orden pigouviano, que tiene la finalidad de gravar la acción contaminante de un objeto físico. Es por esta razón que mediante un modelo de respuesta binaria se estima la probabilidad de ocurrencia de que un individuo matricule un vehículo dado el nivel impositivo vigente. En base a esto se puede ver ciertos rasgos de comportamiento del propietario y como este responde a incentivos.

En varios países de la región se han desarrollado políticas que permitan reducir los contaminantes de las principales fuentes generadoras, entre ellas los vehículos automotores, considerados unas de las principales causas de  $CO_2$  en el aire producto de la combustión del motor.

En el Ecuador a partir del año 2012 se realizó la implementación de una “*reforma fiscal verde*”, donde se toman varias medidas entre ellas el impuesto ambiental a la contaminación vehicular (IACV). Dada la naturaleza de este impuesto se expone que su objetivo es gravar la contaminación producida por los vehículos automotores, no obstante posee un objetivo implícito como es reducir el parque automotor de alto cilindraje, lo cual se lograría si el impuesto cambia el patrón de consumo de los individuos.

Hoy en día el estudio de las políticas fiscales ante y post implementación es una clave fundamental que permitirá conocer de mejor forma el desempeño de una medida dada, dentro del entorno al que corresponda. Por esta razón se plantea este tema de investigación, donde se propone analizar el impuesto y ver si la implementación del mismo ha tenido alguna repercusión en el parque automotor del país.

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A medida que el deterioro ambiental comenzó a tener relevancia dentro de las prioridades gubernamentales, se ha realizado estudios para implementar instrumentos que permitan reducir los niveles de contaminación, muchos de estos esfuerzos se han direccionado a reducir la afectación causada por el smog de los vehículos. (Carbonell & Escalante, 2013, p. 83)

En países latinoamericanos uno de los sectores con alto crecimiento, es el parque automotor. No obstante, las emisiones de los automotores constituyen una de las principales fuentes de contaminación. De acuerdo a estudios dirigidos por el Plan Nacional del aire en el Ecuador los vehículos a diesel y las industrias son las principales fuentes de generación de material particulado, a diferencia de los vehículos a gasolina que son los principales generadores de monóxido de carbono. (OPS, MAE, & OMS, 2003)

Al constituirse como un problema ambiental tiene efectos negativos en el ser humano y en su salud. Por ello, se debe lograr un equilibrio entre el costo que representa para la sociedad y el costo ambiental. Dada esta problemática, una de las acciones tomadas por las autoridades pertinentes, fue la implementación del Impuesto Ambiental a la Contaminación Vehicular (IACV) como medio de regulación a la emisión de CO<sub>2</sub> y otros contaminantes emitidos por los vehículos.

Se estima que existen aproximadamente 1,5 millones de unidades en todo el país. Quito concentra el 28% de todos los vehículos que existen a nivel nacional, Guayaquil el 23% y Cuenca el 6%. (MAE, 2010). Guayaquil es una ciudad urbana con gran actividad económica y varias zonas geográficas donde se concentran gran número de vehículos, las zonas comprendidas entre las calles Aguirre y Pedro Carbo, Diez de agosto y Malecón, Universidad de Guayaquil, Clínica Kennedy, Terminal Terrestre y la fábrica de Coca Cola en la Juan Tanca Marengo, poseen altos índices de tráfico lo que conlleva a tener varios contaminantes en su aire, por el elevado flujo vehicular existente. (Universo, 2014)

La flota vehicular en circulación como autos, buses, camiones, entre otros emiten gases de combustión y partículas flotantes provocando efectos no favorables sobre la salud pública y el medio ambiente. Medir el desempeño del IACV durante periodos de aplicación es trascendente, la relación del impuesto con la flota vehicular debería ser inversamente proporcional, dado que el fin del mismo es gravar la

contaminación del ambiente producida por el uso de vehículos motorizados de transporte terrestre. Con lo que se esperaría que cause algún efecto en la decisión de las personas de usar su vehículo.

Entonces se plantea la siguiente interrogante: ¿La implementación del Impuesto Ambiental a la Contaminación Vehicular ha tenido un efecto significativo en las variaciones del parque automotor de la ciudad de Guayaquil?

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Identificar variaciones del parque automotor en la ciudad de Guayaquil, ocasionadas por la aplicación del Impuesto Ambiental a la Contaminación Vehicular (IACV).

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

1. Comprobar la eficiencia del IACV a través de sus recaudaciones.
2. Evidenciar aumento o disminución del parque automotor de la ciudad de Guayaquil.
3. Plantear variables significativas para el cálculo del IACV.
4. Formular otra medida adicional al impuesto, que podrían reducir los índices de contaminación vehicular.

### **1.4 JUSTIFICACIÓN**

El interés por el estudio de la contaminación del aire en América Latina y el Caribe se inició a partir de la década de los setenta, cuando las universidades y los ministerios de salud efectuaron las primeras mediciones de la contaminación del aire. (Joanne & Sánchez, 2013, p. 1)

Las instituciones de los países en desarrollo se encuentran diseñando instrumentos de gestión ambiental, que deben ser efectivos y económicamente eficientes en alcanzar los objetivos propuestos. Se han desarrollado varios instrumentos económicos que permiten incentivar a las personas y las industrias a reducir sus niveles de contaminación. Estos nuevos instrumentos ambientales orientados hacia políticas de mercado están resultando eficientes en países desarrollados y en vías de desarrollo.

Los gobiernos han adoptado entre otras políticas, los impuestos, tasas, incentivos fiscales, permisos transables e incentivos a niveles de demanda final, que han tenido repercusiones favorables en varios países de América Latina y el Caribe. (PNUD, 2000, p. 7)

Un impuesto ecuatoriano adoptado con estos fines es el Impuesto Ambiental a la Contaminación Vehicular, puesto en vigencia desde el año 2012, y que grava los efectos contaminantes móviles. Para efectos de este estudio, el análisis se direcciona en una de las ciudades más contaminantes del país, la ciudad de Guayaquil.

En la actualidad se posee gran interés en el estudio de los tributos relacionados con el control de la contaminación ambiental, análisis formulados por el SRI, Municipalidad de Guayaquil e Instituto Nacional de Estadísticas y Censo INEC, han demostrado que la mayor fuente de contaminación es la vehicular. (MAE, 2010)

En el año 2012 en Ecuador existían 1.509.458 autos con un crecimiento medio de 100.000 unidades anuales, donde se considera a Guayaquil una de las ciudades con mayor concentración vehicular, con un aproximado de 400.000 vehículos matriculados, que representa el 27% del total a nivel nacional. (INEC, 2012)

De acuerdo a normas de emisión internacionales, estos tipos de tributos se refieren a determinadas clases de vehículos y tipos de motores, considerando el tipo de combustible como base imponible (Onursal, 1998, p. 66) se recuerda que la selección de una medida de control depende de sus costos y de sus beneficios, además de la capacidad de vigilancia y responsabilidad de los organismos competentes.

El IACV se hace efectivo al momento de matricular el vehículo, y va a depender de las características del mismo, para saber el valor que se deberá pagar, es aquí donde se quiere incentivar a las personas a cambiar de vehículo, en caso de poseer uno con muchos años de antigüedad o con alto cilindraje, por uno más eficiente y que contamine menos, una de las opciones son los vehículos eléctricos que generan mucho menos contaminación que los otros tipos de vehículos, además de otorgarle descuentos en estos tipos de impuestos. (SRI, 2014)

## **1.5 ALCANCE DEL ESTUDIO**

El presente estudio busca identificar si existe alguna incidencia por parte del impuesto ambiental sobre el parque automotor, para efectos de análisis se selecciona una de las grandes ciudades del país, como es Guayaquil.

De acuerdo al Ministerio de Ambiente (2012), representaría la segunda ciudad con mayor contaminación dentro del territorio nacional, además que actualmente no posee un control permanente de sus niveles de contaminantes.

Se recomienda el estudio de cada una de las ciudades de forma independiente, dado que se dispone de ciudades heterogéneas, ya sea en población, clima, suelo, costumbres, entre otros.

Al mismo tiempo, la presente investigación engloba uno de los impuestos de mayor impacto como es el IACV, que posee repercusión dentro de una de las actividades económicas que desarrolla un país, como es el sector automotriz. En nuestro país dado la implementación de la reforma fiscal verde, se formularon varias medidas que permitirán controlar los niveles de contaminación. Sin embargo la imposición de un impuesto ocasiona cambios en el comportamiento de las personas, a la medida de que este logre impactar el bolsillo de un sujeto.

## CAPÍTULO II

### 2 MARCO TEÓRICO

#### 2.1 INSTRUMENTOS ECONÓMICOS DE GESTIÓN AMBIENTAL.

Las diferentes teorías que se refieren a desarrollo de los países no consideran al medio ambiente dentro del análisis. Por citar un ejemplo se tiene el modelo ortodoxo neoclásico del crecimiento económico Solow, (1957-1974) donde no se considera los recursos naturales como factor productivo. Sin embargo, hoy en día los problemas ambientales constituyen una variable muy importante en la economía de los países. (Oliva & Serrano, 2010, p. 2)

Es complejo determinar un tributo que refleje en valor monetario de los daños ambientales, sin embargo el objetivo es lograr una tasa óptima en sentido de Pareto, donde el costo marginal del sector privado sea igual al costo marginal social. (Brailovsky, 2012, p. 6)

El valor monetario de incluir las externalidades, como un costo de restauración del medio ambiente se aplica en el caso de externalidades “reversibles.” (Gómez C. M., 2000). Es decir, un supuesto ineludible es que los perjudicados y el daño ocasionado sean identificados, y poder acudir a una negociación, esto se conoce como el *Teorema de Coase*, y bajo este escenario la intervención del gobierno no sería necesaria. (Leandro, 2012)

Es muy complejo cuantificar en valores monetarios una externalidad. Prevalcen algunas problemáticas implícitas a considerarse en la implementación o diseño de políticas ambientales. La primera es la no existencia de información perfecta, es el problema económico más común conocido como información asimétrica, con este inconveniente de entrada solo podría trabajarse bajo supuestos y siendo muy cauteloso al examinar las partes involucradas. (Gómez C. M., 2000, p. 98)

Segundo, los gobiernos muchas veces, no consideran la aplicación economía ambiental como un modo de resolver problemas del medio ambiente, sino como la posibilidad de recaudar mayores impuestos, esta práctica compromete la eficiencia económica del tributo. (Gómez C. M., 2000, p. 110)

Bajo estas circunstancias, aplicar un impuesto fomentado en la política ambiental se podría interpretar como un equilibrio bayesiano de Nash, un juego de revelaciones, donde las empresas o las personas deciden si participar o no. (Gómez C. M., 2000, p. 98)

Los juegos bayesianos estáticos proponen modelar aquellas situaciones en que cada jugador  $i$  tiene un conjunto de acciones disponibles  $A_i$ , pero además algunos jugadores disponen de alguna información privilegiada, de tal forma que los pagos finales de cada jugador dependen, no sólo de las acciones decididas por todos los jugadores, sino también de la información privada que algunos posean. (Gómez C. M., 2000, p. 98)

A partir de los años 70, se dio mayor importancia a los problemas ambientales, sobre todo en los países desarrollados pertenecientes a OCDE. (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico). A medida que pasaron las décadas, se adoptaron instrumentos económicos de gestión ambiental, con la única finalidad de mejorar la calidad del medio ambiente al menor costo económico posible. (Acquatella, 2001, p. 12)

Dentro de los principales instrumentos económicos en uso para fines ambientales se tiene: (Acquatella, 2001, p. 16):

- ✓ Los cargos
- ✓ Los impuestos ambientales
- ✓ Los incentivos fiscales
- ✓ Las tarifas por incumplimiento de la normativa
- ✓ Los sistemas de depósito-reembolso
- ✓ La obligación económica cuando se determina responsabilidad jurídica sobre daños ambientales (el que contamina paga)
- ✓ Los sistemas de permisos transables
- ✓ Los bonos condicionados a desempeño ambiental
- ✓ Intervención a nivel de demanda final.
- ✓ Los subsidios a actividades vinculadas a la protección ambiental.

Dentro de los más utilizados, están los cargos que representan un pago por el uso de recursos, infraestructura y/o servicios ambientales, y son relativamente equivalentes a un precio de mercado, fijado por un ente oficial (ya que el mercado no puede determinar el precio de estos servicios o bienes ambientales), se utilizan

mayormente tres tipos de cargos: cargos sobre emisiones, cargos por uso, y cargos por impacto. (PNUD, 2000)

Los impuestos ambientales son un mecanismo de recaudación fiscal, aplicado sobre una externalidad. Un ejemplo muy conocido es el “Carbón Tax”, aplicado a distintos tipos de combustibles fósiles, como el petróleo y sus derivados. (PNUD, 2000, p. 8)

Otro mecanismo eficiente pero no muy aplicado, son los sistemas de permisos transables, donde se establece emisiones permisibles o cuotas en zonas donde se busca mejorar la calidad del aire en algunos aspectos.

La intervención a nivel de demanda final, es una nueva herramienta que está dando resultados notables en los países que han adoptado esta medida. En México se incursionó el programa RETC (registro de emisiones y transferencias de contaminantes), y en Indonesia el programa PROPEL.

La agencia ambiental de estos países utiliza datos de cumplimiento de normativas, por ejemplo de descargas de aguas residuales, para clasificar a las empresas según su desempeño, esta investigación es información pública donde los reportes son publicados en diversos medios de comunicación, generando incentivos reputacionales para mejorar el desempeño de las industrias. (PNUD, 2000, p. 11)

En la tabla 1 se muestra una taxonomía de instrumentos de política aplicables a la gestión Ambiental en países de la OCDE. Las regulaciones y sanciones pertenecen al esquema de control directo por parte del estado. Mientras que los cargos, impuestos, incentivos fiscales, permisos transables, intervención a nivel de demanda final son instrumentos de orientación de mercado, y el método de responsabilidad por daños es un método de Litigación.



Tabla 2.1 Instrumentos económicos de gestión ambiental en países de la OCDE.

<b>REGULACIONES Y SANCIONES</b>	<b>*CARGOS, IMPUESTOS Y TARIFAS. *INCENTIVOS Y FINANCIAMIENTO</b>	<b>CREACIÓN DE MERCADOS</b>	<b>INTERVENCIÓN A NIVEL DE DEMANDA FINAL "REGULACIÓN INFORMAL"</b>	<b>LEGISLACIÓN RESPONSABILIDAD POR AÑOS</b>
Estándares: El Gobierno regula el tipo y cantidad de contaminación emitido por fuente/agentes individuales; o el uso de recursos que efectúan usuarios individuales.	Cargos a afluentes o por uso: El Gobierno cobra un cargo a las fuentes contaminantes o usuarios individuales de recursos basada en la cantidad de contaminación o uso del recurso y naturaleza del medio que recibe el efluente.	Permisos Transables: El gobierno establece un sistema de permisos transables para contaminación o uso de recursos, subasta o distribuye los permisos, y monitorea el cumplimiento con el sistema.	Clasificación de Desempeño: El gobierno apoya un programa de etiquetado o clasificación por desempeño que requiere que los productores revelen información sobre sus productos destinados a uso final.	Legislación estricta sobre responsabilidad ambiental: La ley exige que el contaminador o usuario del recurso paguen los daños que ocurran sobre terceras partes afectadas. Las partes afectadas obtienen su compensación a través de litigación y el problema jurídico.
Se monitorea el cumplimiento y se imponen sanciones (multas, clausuras y prisión) por incumplimiento.	El cargo es lo suficientemente alto para crear incentivos para reducir los impactos.	Las fuentes de contaminación, o usuarios de recursos, pueden transar libremente los permisos asignados a precios de mercado que fluctúan libremente.	Adopción de certificaciones voluntarias basadas en desempeño como ISO 14000	
Incluyen medidas de zonificación, regulaciones tecnológicas, regulaciones de cantidad, y licencias o permisos de operación.	Incentivos fiscales y facilidades de financiamiento: El Gobierno busca promover inversiones en tecnología y producción más limpia, reforestación y otras actividades con externalidades positivas.		Etiquetado ecológico de productos "ambientalmente idóneos".	

Fuente: Acquatella, J. (2001, Enero)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

Para la aplicación de un tributo ambiental se debe considerar, que los procesos de reducción de la contaminación tienen costos significativos dentro del sistema productivo de un país, y deben ser incluidos con visiones a largo plazo, sin afectar sistemas económicos complejos, en este caso el sistema de transporte. (Irraguibel & Raúl, 2000, p. 20)

La principal función de un impuesto ambiental no es recaudar, sino contribuir al cambio en el comportamiento de los individuos de una sociedad, por eso que es considerado un impuesto regulador basado en el principio de “quien contamina paga.” (Brailovsky, 2012)

La experiencia de los países industrializados muestran que en la aplicación de instrumentos económicos del tipo cargos, tarifas e impuestos, el objetivo recaudación ha prevalecido sobre el objetivo de creación de incentivos para mejorar la calidad ambiental (Acquatella, 2001, p. 14)

La contaminación implica costos para las personas, siempre y cuando quien contamine no pague algo por sus acciones, denotando esto un punto máximo en el que se encuentra el nivel socialmente óptimo de contaminación que explica hasta qué punto los individuos que sufren la contaminación están dispuestos a soportarla, representada por la curva de costo marginal; y el punto en que las empresas se beneficien por la contaminación implicada representada por su curva de ingreso marginal. (Reyes, Galván y Aguilar, 2005)

Los problemas de contaminación son complicaciones no solo de Ecuador sino de todo el mundo, puesto que la mayoría de las causas son el alto grado de crecimiento demográfico e industrial, y el gran aumento de vehículos en circulación. Mediante estudios realizados en la ciudad de Buenos Aires, se pudo llegar a la conclusión de que en ciudades que son más pobladas se contamina más que las que no poseen mucha población. (Salas, Gonzales, 2012).

## **2.2 INSTRUMENTOS ECONÓMICOS APLICADOS A LA CONTAMINACIÓN VEHICULAR.**

A nivel informativo se puede decir que los contaminantes más comunes del aire son los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) el monóxido de carbono CO, los componentes orgánicos volátiles, el ozono, el bióxido de azufre, material particulado (PM<sub>10</sub> – PM<sub>25</sub>). Los contaminantes atmosféricos se agrava en lugares con características topográficas o meteorológicas desfavorables. Por ejemplo en Sao Paulo, Santiago de Chile, la ciudad de México y Rio de Janeiro, los factores meteorológicos impiden la dispersión de los contaminantes y provocan altas concentraciones en estos puntos, convirtiéndolos en lugares con concentraciones altas. (Onursal, 1998, p. 10)

En un escrito publicado por la CEPAL (1998) se evidencia que en la mayoría de los centros urbanos de América latina, los vehículos automotores constituyen la

principal causa del deterioro de la calidad del aire. Representan el 99% del total de emisiones de CO, el 54% de hidrocarburos y el 70% de NOx en la ciudad de México. Las enormes concentraciones de vehículos automotores es un factor crucial que contribuye al problema de la contaminación. (Onursal, 1998)

Las reformas tributarias efectuadas en los países desarrollados, en temas ambientales se basan en tres líneas, descritas en la parte posterior. (Acquatella & Bárceno, 2005)

- A. El diseño de nuevos impuestos, aplicados sobre actividades con externalidades ambientales.
- B. La reestructuración de los impuestos existentes sobre sectores ambientalmente relevantes (ej. transporte y energía) para incluir en ellos un componente ambiental. Este es el caso del impuesto sobre CO2 (“carbón tax”) que se aplica a distintos tipos de combustibles fósiles.
- C. La modificación o eliminación de subsidios y exenciones fiscales sobre actividades con efectos potencialmente negativos sobre el medio ambiente (ej. subsidios agrícolas, exenciones fiscales al sector transporte etc.).

Se han implementado reformas fiscales verdes que consistirían principalmente en el desplazamiento de parte de la carga fiscal que actualmente recae sobre los factores de capital y mano de obra (por ejemplo a través de la reducción o eliminación de impuestos sobre la renta, bienes de capital, contribuciones laborales etc. ) hacia actividades ambientalmente nocivas a través de la introducción de nuevos impuestos sobre estas últimas pero cuidando de no aumentar la carga impositiva total sobre el aparato productivo.

En lo que respecta a contaminación vehicular y en base en los puntos formulados anteriormente, los países de la OCDE (1998) adoptaron ciertas medidas para inducir la reducción sobre todo en puntos críticos como son México, Brasil y Colombia. Se adoptaron normas sobre emisiones para vehículos nuevos, acompañados de requisitos de certificación, pruebas en la línea de ensamblado, retiro del mercado y garantía. Además se implementó el sistema de Emisiones durante un tiempo o kilometraje.

En países como Argentina y Brasil los fabricantes están obligados a certificar que sus unidades cumplirán las normas sobre emisión durante al menos 5 años y 8.0000

km. En Ecuador desde 1996 se prohíbe la importación de vehículos usados. (Onursal, 1998)

En otros países, como Singapur se estableció una imposición de un número mínimo de pasajeros en vehículos y camionetas. Además de la imposición de horarios escalonados donde los habitantes tienen horas de entradas y salidas diferentes en lo que respecta a lo laboral, estudiantil y comercial. (Acquatella & Bárceno, 2005, p. 116)

Las normas existentes para vehículos en uso se fijan de acuerdo al año del modelo y tipo de motor, y esto viene en conjunto con programas de inspección y mantenimiento, donde se realiza mantenimiento periódico a vehículos en uso, retirando de la circulación vehículos muy contaminantes. (Onursal, 1998, p. 74)

Es posible que estas medidas afecten a la industria automotriz, sin embargo es un cambio de tecnología que con ayuda de los gobiernos pueden experimentar cambios en las actitudes de las personas consiguiendo una industria amigable con el medio ambiente.

Para poder tener mayor eficacia en la aplicación de medidas ambientales se debe considerar la educación en todos los niveles de la sociedad incluso en las autoridades. Para que una medida sea eficiente debe contar con el respaldo de la población. (Acquatella & Bárceno, 2005, p. 16)

### **2.3 IMPUESTOS AMBIENTALES.**

La aplicación de impuestos que permiten internalizar el costo social de externalidades ambientales e incitar desempeño ambiental de los agentes económicos tiene su soporte teórico en el concepto de impuesto “pigouviano”. (Rivadeneira, 2011)

La propuesta de orden “pigouviano” consiste en aplicar a la actividad un impuesto equivalente al daño social, lo que implica internalizar este costo “externo” en la estructura de costos y por ende, en el sistema de precios. (Pigou Arthur, 1930)

De acuerdo con los principios de tributación establecidos, un sistema tributario debe ser eficiente, es decir un sistema no distorsionador, de ser posible, debe utilizarse para aumentar la eficiencia económica. Se dice que un impuesto es no distorsionador, si y solo si el individuo no puede hacer nada para alterar sus obligaciones fiscales. (Stiglitz, 2003, pág. 483) A este proceso, los economistas lo denominan “Impuestos de cuantía fija.” Los impuestos distorsionadores suelen ser ineficientes. (Stiglitz, 2003, pág. 498). Es por ello que se requiere de un análisis ante la aplicación de un tributo de este tipo.

La idea es diseñar un sistema tributario que no interfiera a la eficiencia económica de un país, no obstante la presencia de fallos o externalidades en el mercado, hace q la asignación de recursos no sea eficiente. Frente a esta disyuntiva, los impuestos son usados de forma positiva para corregir estos fallos.

Este tipo de impuestos son conocidos como impuestos correctores, porque cumplen con la función de recaudar ingresos y al mismo tiempo mejoran la eficiencia de la asignación de los recursos. (Stiglitz, 2003, pág. 489). Los impuestos correctores al gravar actividades como la contaminación, que genera externalidad negativa, suelen ser atractivos porque recaudan ingresos al mismo tiempo que corrigen un fallo, por ello se dice que genera un doble dividendo. (Stiglitz, 2003, pág. 491). Una forma viable de gravar los efectos de la contaminación depende primordialmente de que sea posible controlar en forma precisa las emisiones, pese a que muchas veces las políticas fiscales no son productivas, al no ser aplicados de una forma correcta.

Para los ecologistas la solución a los problemas ambientales debería ser eliminar por completo la contaminación, lo cual implicaría grandes cambios económicos, como cerrar fábricas, no usar automóviles, aviones o barcos. No obstante, esa no sería la solución más viable. No es permisible llevar la contaminación a nivel cero, pero si se puede reducirla. Cambiar los patrones actuales de crecimiento, los hábitos de consumo, la tecnología y la infraestructura es un proyecto a largo plazo. (Barry, 2003, p. 5)

Pero, al colocar un impuesto sobre la contaminación. Bajo el estipulado de “el que contamina, paga”. ¿Cuánto debería pagar el contaminador?

El impuesto pigouviano se constituye como un impuesto que iguala el coste externo marginal, es decir el costo de la externalidad, con el nivel óptimo de contaminación, que no consiste en llevar a nivel cero los efectos contaminantes, sino buscar el punto óptimo donde se iguala la ganancia marginal de la empresa y el costo externo marginal. (PNUMA ,1998)

La actividad impositiva induce a que existan distorsiones en los precios relativos de los bienes, lo cual de cierta forma produce una pérdida económica. Este proceso origina lo que se conoce como carga tributaria (el costo al que incurre un individuo ante la imposición de un tributo), la cual para el caso de impuestos

ambientales representaría una menor pérdida de eficiencia, porque estaría internalizando o incluyendo el costo de reparar los daños ambientales logrando bienestar social.

Los impuestos son el instrumento que busca lograr que “quien contamina pague”. Un impuesto de esta naturaleza produce un “doble dividendo” porque además de recaudar, también tiene la finalidad de reducir la contaminación. Es precisamente por eso que la ejecución de un impuesto depende de ciertas condiciones: (Mena & Yáñez, 2006)

- A. El impuesto ambiental debe incidir sobre un factor fijo con bajo “exceso de carga tributaria” y tener una base amplia para evitar crear distorsiones en otros mercados.
- B. Los impuestos que se busca reducir tienen que presentar un alto “exceso de carga tributaria”. (por ejemplo reducir el ICE para que sea asumida por el IACV).

El objetivo de crear un “doble dividendo” en una reforma fiscal tiene su origen en la posibilidad de reducir impuestos distorsionantes con un alto “exceso de carga tributaria” y de reemplazarlos por otros con una recaudación que implique un “exceso de carga tributaria” menor, como los impuestos ambientales. Por ejemplo de reforma fiscal, se puede mencionar la realizada en 1996 en el Reino Unido, donde se introdujo un impuesto a los rellenos sanitarios, acompañado de una reducción de 0,2% de la contribución de los empleadores al seguro social. (Acquatella & Bárceno, 2005)

La aplicación de impuestos ambientales en países que pertenecen a la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), es mediante una reforma estructural de los impuestos. En estos países también tratan de que haya un equilibrio en la sociedad, ya que si se implementa un impuesto, hay también la disminución de otro, como incentivo y que las personas no estén en contra de la política tributaria del país. (Ainzúa, 2009)

A continuación se muestra un cuadro de países europeos, donde ha habido la implementación del impuesto ambiental y la reducción de otro tipo de impuesto como compensación del mismo.

Tabla 2.2 Instrumentos formulados en los países europeos.

PAÍS	AÑO	IMPUESTOS REDUCIDOS O ELIMINADOS	IMPUESTOS AMBIENTALES Y CAMBIOS FISCALES INCORPORADOS.
ALEMANIA	1999	Cotizaciones Sociales	*Elevación Imp. /s gasolina, calefacción y gas natural. *Imp. /s la electricidad.
AUSTRIA	2000	Cotizaciones Sociales	*Imp. /s energía (CO2).
DINAMARCA	1994	IRPF (*), Sociedades y Cotizaciones Sociales.	*Adaptación accisas energéticas. *Imp. /s energía (CO2). *Imp. /s emisiones de SO2. *Imp. /s vertederos.
FINLANDIA	1990 1997	IRPF Cotizaciones Sociales	*Imp/s energías (CO2). *Imp/s vertederos.
HOLANDA	1996	IRPF, Sociedades y Cotizaciones Sociales.	*Imp/s energía (CO2). *Imp/s vertederos.
ITALIA	1999	Cotizaciones Sociales	*Adaptación accisas energéticas. *Imp. /s carbón y otros combustibles usados en centrales térmicas.
NORUEGA	1992 1999	IRPF	*Imp. /s energía (CO2). *Imp. /s emisiones de SO2. *Imp. /s fertilizantes y pesticidas.
REINO UNIDO	1996	Cotizaciones Sociales	*Imp. /s vertederos.
SUECIA	1991	IRPF y Sociedades	*Imp. /s energía (CO2). *Imp. /s emisiones de SO2. *Imp. /s fertilizantes y pesticidas.

Fuente: Ekins y Speck (2000), Hoerner y Bosquet (2001)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

## 2.4 IMPOSICIÓN SOBRE VEHÍCULOS EN PAÍSES DE AMÉRICA LATINA:

Dentro del ámbito de las denominadas políticas tributarias medioambientales se busca constituir un conjunto de impuestos que recaen sobre bienes, ya sea en virtud de propiedad, tenencia o uso. En las últimas décadas los países latinoamericanos han experimentado un crecimiento y expansión económica, entre los países más destacadas están Argentina, Brasil, Chile, México y Uruguay. Esta expansión se vio acompañada de un crecimiento en sus industrias, así como en su parque automotor, dado el aumento en el nivel de vida de su población. (Gómez & Morán, 2013, p. 8)

De acuerdo a lo expresado por Gómez y Morán (2013) se destaca que en los países latinoamericanos posee una carga tributaria relativamente baja, comparada con

países del resto del mundo, exceptuando Argentina Brasil y Uruguay, cuya legislación impositiva son un poco más elevadas.

Si bien es cierto cuantificar la externalidad producida hacia el medio ambiente no es del todo accesible, con el paso de los años, se han desarrollado medidas relacionadas con la tributación como forma de protección al medio ambiente, todo esto dentro de un marco alternativo denominado second-best.

Bajo este principio, un estudio realizado por Bovenberg y Van der Ploeg (1994) expone que el impuesto ambiental “óptimo” representaría una combinación entre dos componentes principales, por un lado un impuesto de orden Pigouviano clásico sobre el bien que produce la externalidad y por otro una cuantía que obedece a un impuesto en término Ramsey como tributo óptimo para el resto de los bienes. No obstante, los gobiernos han optado por la utilización de mecanismos basados en las leyes de mercado, relacionados a fines con la tributación del medio ambiente.

La contaminación ambiental representa la externalidad más común que ha sido estudiada por varios ambientalistas, pero el análisis de este tipo de externalidad para el caso de los automóviles de transporte terrestre representa ser más complejo, puesto que la producción y consumo envuelve múltiples externalidades, como la contaminación aérea, la dependencia económica de un insumo básico escaso como el petróleo, la congestión del tráfico y los accidentes de tránsito, la contaminación auditiva (ruidos molestos).

Dentro de los instrumentos utilizados en países de la región y según su base imponible se pueden notar claramente 3 categorías: (Gómez & Morán, 2013)

- A. Impuestos sobre la energía (generación y producción en sus diferentes formas)
- B. Impuestos sobre vehículos automotores (tenencia y circulación)
- C. Otros impuestos ambientales menores.

Una de las razones primordiales que hacen que la tributación vehicular tenga varios obstáculos dentro de los regímenes tributarios, es que dado los impuestos sobre vehículos automotores (principalmente sobre sus combustibles), son muy resistidos por diversos grupos de oposición política, esto causa mayor repercusión si son de gran dependencia por parte de los ciudadanos y sobre los medios de transporte.



Para el análisis de la política ambiental formulada en nuestro país, resulta crucial exponer las ideas desarrolladas en otros países. Es así que se ordenan de la siguiente manera, en lo que respecta a los impuestos sobre vehículos automotores.

1. Derechos arancelarios a la importación (DAI).
2. Impuestos a la compra ya sea nuevo o usado.
3. Impuestos sobre la propiedad y tenencia de vehículos automotores: Impuestos anuales, Impuestos de circulación.
4. Impuestos relacionados con la operación y uso de los vehículos: Impuestos selectivos.

Los impuestos sobre la adquisición de vehículos nuevos o usados inciden directamente sobre el precio de venta de los vehículos automotores ocasionando un determinante crucial a la hora de decidir adquirir un vehículo. De allí se desprenden los siguientes.

#### **2.4.1 Derechos arancelarios a la importación.**

Dentro de la política tributaria ambiental existe la tendencia de algunos países (Costa Rica, Colombia, Ecuador) de beneficiarse con exenciones o reducciones en los derechos arancelarios en lo que concierne a las importaciones de vehículos híbridos nuevos, esto como una medida para la renovación de sus respectivos parque automotor paralelamente se trata de reducir el nivel de emisiones contaminantes. (Carbonell & Escalante, 2013)

En la ciudad de México se introdujo automóviles catalíticos. A mediados de 1992 se imponen normas de emisión a los vehículos nuevos que obliga, en la práctica, al uso de convertidores, con el fin de reducir de forma alarmante los grados de concentración de partículas dañinas a la salud de la población. (Acquatella, 2001) Se inició con un programa que impulsaba el mejoramiento de la calidad de los combustibles, en particular la reducción del contenido de azufre del diesel.

En este país se adoptaron normas estrictas, se retiró buses altamente contaminantes. Estableciendo normas de emisión más severas y retiraron de circulación por medio de una recompra el 20% de los buses más contaminantes (unos 3000 buses). (Larraguibe & O' Ryan, 2000)

No obstante las alícuotas propuestas por los países latinoamericanos no son homogéneas, existen discrepancias tal como se muestra en el siguiente cuadro. Las

alícuotas más altas son de México, Argentina, Brasil y Ecuador, en ciertos casos su adopción representa una medida protectora hacia sus industrias.

Tabla 2.3 Alícuotas sobre vehículos en América Latina 2012.

<b>ALICUOTAS SOBRE VEHICULOS - AMÉRICA LATINA 2012</b>			
Argentina	35%	Honduras	5% - 15%
Bolivia	10%	México	40%
Brasil	35%	Nicaragua	10%
Chile	6%	Panamá	0%
Colombia	35%	Paraguay	10%-20%
Ecuador	35% - 40%	Perú	6%
Rep. Dominicana	20%	Venezuela	40%

Fuente: Datos proporcionados por CEPAL tomados desde (Gómez & Morán, 2013)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

En República Dominicana, en noviembre del 2012, bajo reformas en su artículo 16 de la ley 254-12 faculta del poder ejecutivo se establece una serie de disposiciones en lo que respecta al control ambiental. Se establecen montos adicionales que son aplicados sobre el valor CIF de los vehículos declarados en las aduanas de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 2.4 Alícuotas Ambientales en República Dominicana

<b>NIVEL DE EMISIONES CO<sub>2</sub>/KM</b>	<b>ALICUOTA</b>
Inferiores a 120 gramos	0%
Mayores a 120 gr y hasta 220 gr	1%
Mayores a 220 gr y hasta 380 gr	2%
Superiores a 380 gr	3%

Fuente: DGII (2012)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

La dirección general de impuestos internos (DGII) emitió la norma general 06-12 donde se definen los parámetros y valores de las emisiones en CO<sub>2</sub>, con lo cual se aplica la tabla formulada. El DGII creó una página interactiva donde se puede consultar el modelo de automóvil, su tipo de transmisión y sus emisiones en CO<sub>2</sub> por kilómetro recorrido. (DGII, 2013)

### 2.4.2 Impuestos a la compra de vehículos.

El Impuesto al Valor Agregado (IVA) aplicado sobre los vehículos automotores forma parte de un componente muy relevante en el precio final del bien. Este tributo ha tenido un crecimiento progresivo incrementando su alícuota general en casi todos estos países latinoamericanos, pasando de un promedio de 12,3% en 1992 a un 15,0% en el año 2011. Comparando con los países de la OCDE donde la tasa general promedio es alrededor del 18,5%. (Gómez & Morán, 2013, p. 26)

Tabla 2.5 IVA países representativos de América Latina

PAISES	IVA (2012)
Argentina	21%
Bolivia	14.90%
Brasil	20.50%
Chile	19.00%
Colombia	16%
Costa Rica	13%
Ecuador	12%
El Salvador	13%
Guatemala	12%
Honduras	12%
México	16%
Nicaragua	15%
Panamá	7%
Perú	18%

Fuente: (Carbonell & Escalante, 2013)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

La mayor parte de las medidas adoptadas para la reducción de la contaminación (52%) corresponden al sector transporte, seguido por el sector industrial, comercio y construcción (25%). En total son 29 instituciones, incluidos múltiples Ministerios y Servicios Públicos, encargadas de regular todas las medidas incursionadas.

### 2.4.3 Impuesto sobre la tenencia de automotores.

En los países de la región existen varias formas de gravar la propiedad de vehículos automotores. Por ejemplo, en Argentina, la provincia de San Juan tiene un impuesto “progresivo” a los vehículos; la tasa del impuesto es 3% pero el valor que se aplica es función del modelo, antigüedad y peso del vehículo. (Gómez & Morán, 2013, p. 34)

En países como Chile, como medida adicional al impuesto ambiental también se aplica la eliminación de subsidios por parte del Estado, ya sea en la producción o comercialización de bienes que generen contaminación ambiental en exceso. Aquí se puede dar como ejemplo, la eliminación del subsidio a los hidrocarburos, como fin de reducir los gases de invernadero. (Ainzúa Sebastián, octubre 2009)

Uno de los principales factores que influye es que en la región existe una variedad de subsidios de insumos de consumo y producción, dentro del cual se encuentra la gasolina (Hernández Fausto, 2014). Esta medida denota que el valor del combustible sea bajo, haciendo así que su consumo sea alto y que provoca contaminación en exceso.

Por su parte, Brasil tiene un programa de inspección de vehículos y monitoreo de la calidad del aire donde se destina parte de la recaudación de la tarifa pública para la financiación del monitoreo de la calidad del aire impuesto en la ciudad región metropolitana de Rio de Janeiro desde 1997. (Acquatella, 2001)

En Costa Rica en el año 2005, se han establecido un gravamen a los vehículos que se determina conforme a las emisiones de CO<sub>2</sub> por kilómetro, en el cual se propuso una tarifa del 17%. (Gómez & Dalmiro, 2013, p. 54)

Este país ofrece una política tributaria basada en estímulos tributarios. Con la finalidad de enfocar la demanda hacia vehículos de bajo grado de contaminación, es por ello que se promocionan los vehículos híbridos o eléctricos.

De los diversos impuestos formulados en estos países sobre los vehículos automotores, la tributación está ligada a la operación habitual en la vía pública dado que el nivel de contaminación producido se encuentra dado por la intensidad de utilización de los automóviles o por el consumo de combustibles (gasolinas y diesel). En países productores de petróleo como Argentina y Brasil, los precios de la gasolina y el diesel más elevados dentro del contexto regional. (Gómez & Morán, 2013, p. 38)

Es por ello que se realiza una clasificación de los países de acuerdo al tratamiento que se le da a los combustibles. Como se observa Ecuador posee un subsidio considerado elevado con respecto a los otros países.

Gómez y Morán (2013) realizaron la tabla que se presenta a continuación donde se expresa los países con subsidios e impuestos a los combustibles. Todos

comparados con el precio de los mismos de acuerdo al precio internacional de los combustibles 2012 – 2013.

Tabla 2.6 Clasificación de países latinoamericanos de acuerdo al precio del combustible 2012.

CATEGORIA	DIESEL		GASOLINA	
	PAISES	CTVS	PAISES	CTVS
<b>SUBSIDIO ELEVADO DEBAJO PRECIO PETRÓLEO CRUDO</b>	VENEZUELA	1.1	VENEZUELA	2.3
	ECUADOR	29		
	BOLIVIA	54		
<b>SUBSIDIO MODERADOS A LEVE SUPERA PRECIO PETRÓLEO</b>	MÉXICO	85	ECUADOR	58
	BRASIL	102	BOLIVIA	70
	PANAMÁ	102	MÉXICO	86
	GUATEMALA	104		
<b>IMPUESTOS LEVES A MODERADOS SUPERA EL PRECIO VIGENTE</b>	HONDURAS	115	PANAMA	105
	EL SALVADOR	117	GUATEMALA	114
	COLOMBIA	118	NICARAGUA	123
	NICARAGUA	119	HONDURAS	125
	CHILE	124	EL SALVADOR	126
	PARAGUAY	131	COLOMBIA	128
	ARGENTINA	133	BRASIL	139
	REPÚBLICA DOMINICANA	135	ARGENTINA	146
	COSTA RICA	136	CHILE	156
	PERÚ	141	COSTA RICA	157
<b>IMPUESTOS ELEVADOS</b>			PERÚ	163
	URUGUAY	188	PARAGUAY	174
			URUGUAY	197

Fuente: (Gómez & Dalmiro, 2013)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

## 2.5 IMPUESTOS A LOS VEHÍCULOS EN ECUADOR.

En nuestro país el Impuesto Ambiental se halla en administración del gobierno central y su recaudación se realiza de manera conjunta previa al registro (matrícula) de los vehículos. Allí constan varios rubros a pagarse para que el vehículo pueda circular normalmente dentro del territorio nacional.

Tabla 2.7 Rubros que componen la matricula vehicular.

<b>RUBRO</b>	<b>INSTITUCIÓN</b>
<b>1. Impuesto a la propiedad de Vehículos Motorizados de Transporte Terrestre.</b>	Administrado por el SRI
<b>2. Impuesto Ambiental a la Contaminación Vehicular.</b>	Administrado por el SRI
<b>3. Tasa por matriculación.</b>	Agencia Nacional de Tránsito A.N.T., o Comisión de Tránsito del Ecuador C.T.E.
<b>4. Impuesto al Rodaje.</b>	Municipio del cantón de matriculación correspondiente. En caso de no existir convenio de recaudación con el SRI, se pagará directamente en el Municipio.
<b>5. Tasa junta de beneficencia</b>	Junta de Beneficencia de Guayaquil solo a vehículos de la provincia del Guayas

Fuente: SRI (2012)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

Todos los propietarios tienen que realizar el proceso de matriculación y revisión vehicular, hasta el mes que le corresponda de acuerdo al último dígito de la placa:

Tabla 2.8 Matriculación vehicular de acuerdo al último dígito de la placa.

<b>MES</b>	<b>ULTIMO DÍGITO DE PLACA</b>
<b>Enero</b>	TODAS
<b>Febrero</b>	Vehículos de placas terminadas en 1
<b>Marzo</b>	Vehículos de placas terminadas en 2
<b>Abril</b>	Vehículos de placas terminadas en 3
<b>Mayo</b>	Vehículos de placas terminadas en 4
<b>Junio</b>	Vehículos de placas terminadas en 5
<b>Julio</b>	Vehículos de placas terminadas en 6
<b>Agosto</b>	Vehículos de placas terminadas en 7
<b>Septiembre</b>	Vehículos de placas terminadas en 8
<b>Octubre</b>	Vehículos de placas terminadas en 9
<b>Noviembre</b>	Vehículos de placas terminadas en 0

Fuente: Agencia Nacional de tránsito (2012)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

En lo que respecta al pago del Impuesto a la Propiedad de los Vehículos y del Impuesto Ambiental a la Contaminación Vehicular deben ser cancelados desde el 10 de enero hasta el último día hábil de cada mes en las agencias de banco autorizadas por el SRI.

### **2.5.1 Impuesto ambiental a la contaminación vehicular (IACV).**

En los últimos años el gobierno de turno ha implementado reformas que permitan mejorar los mecanismos de recaudación de impuestos y evitar la evasión tributaria. Un de las disposiciones adoptadas por el SRI, lo cual es objeto de nuestro estudio, son los impuestos que se impusieron a partir del año 2012 llamados impuestos ambientales. El régimen tributario se rige por los principios de generalidad, progresividad, eficiencia, simplicidad administrativa, irretroactividad, equidad, transparencia y suficiencia recaudatoria (Código Tributario, 2009, art.5)

Los fondos recaudados por el pago de impuestos son utilizados para financiar el presupuesto anual del estado y permitir proveer bienes y servicios de carácter público como son educación, salud, defensa, entre otros.

Según el registro oficial 583 emitido por la asamblea Nacional de la Republica del Ecuador, el 24 de noviembre del 2011, se define la creación de una ley para establecer conductas sociales y ambientales, en el territorio nacional, conocida como “*Ley De Fomento Ambiental Y Optimización De Ingresos Del Estado.*”

En la presente ley define el objetivo del impuesto ambiental como la acción de gravar la contaminación vehicular provocada por el uso de los vehículos motorizados de transporte terrestre.

Art. 89.4...Sujeto Activo: Quien cobra el impuesto. El Estado Ecuatoriano administrado por el SRI.

Art. 89.5...Sujeto Pasivo: Quien paga el impuesto. Todo propietario de vehículos motorizados de transporte terrestre.

### **Cuantía del impuesto:**

La fórmula para calcular el IACV es la siguiente:

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

Donde:

\*b= base imponible (cilindraje en centímetros cúbicos).

\*t= valor de imposición específica.

\*FA= Factor de ajuste.

Tabla 2.9 Base Imponible para el cálculo del IACV.

No.	Tramo cilindraje - Automóviles y motocicletas (b)*	\$ / cc. (t)*
1	Menor a 1.500 cc	0.00
2	1.501 - 2.000 cc	0.08
3	2.001 - 2500 cc	0.09
4	2.501 - 3.000 cc	0.11
5	3.001 - 3.500 cc	0.12
6	3.501 - 4.000 cc	0.24
7	Más de 4.000 cc	0.35

Fuente: Art. 89.7 base imponible (LORTI)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

Para fines del cálculo de este impuesto se considera como base imponible el cilindraje del vehículo. Por lo tanto, este proceso es el hecho generador al cual está sujeto el impuesto, esto se lo define como la cantidad de gasolina que esta entra en el motor para realizar el proceso de combustión de la misma y lograr la movilidad del auto.

Este proceso tiene relación con la cantidad y el tipo de combustible que se use. Para que se evalúe la efectividad del impuesto, esta base imponible debería ser a largo



plazo no significativa es decir sacaría del mercado vehículos altamente contaminantes y solo circularían vehículos con cilindraje menor, se esperaría que reduzca de forma análoga el consumo de combustible.

Tabla 2.10 Factor de ajuste para la aplicación del IACV.

<b>No.</b>	<b>Tramo de Antigüedad (años) – Automóviles</b>	<b>Factor (FA)</b>
<b>1</b>	Menor a 5 años	0%
<b>2</b>	De 5 a 10 años	5%
<b>3</b>	De 11 a 15 años	10%
<b>4</b>	De 16 a 20 años	15%
<b>5</b>	Mayor a 20 años	20%
<b>6</b>	Híbridos	-20%

Fuente: ART. 89.8 FACTOR DE AJUSTE (LORTI)  
Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

### **Exenciones (art. 89.6 LORTI)**

Están exonerados de este impuesto los siguientes vehículos motorizados de transporte terrestre.

1. Los vehículos de propiedad de las entidades del sector público, según la definición del artículo 225 de la Constitución de la República.
2. Los vehículos destinados al transporte público de pasajeros, que cuenten con el permiso para su operación, conforme lo determina la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, tránsito y Seguridad Vial.
3. Los vehículos de transporte escolar y taxis que cuenten con el permiso de operación comercial, conforme lo determina la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial;
4. Los vehículos motorizados de transporte terrestre que estén directamente relacionados con la actividad productiva del contribuyente, conforme lo disponga el correspondiente Reglamento.
5. Las ambulancias y hospitales rodantes.
6. Los vehículos considerados como clásicos, conforme los requisitos y condiciones que se dispongan en el correspondiente Reglamento.
7. Los vehículos eléctricos; y,
8. Los vehículos destinados para el uso y traslado de personas con discapacidad.

**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 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 que tengan registrada una exoneración, reducción o rebaja especial vigente del Impuesto a la Propiedad de los Vehículos, por discapacidad, sector público, chofer profesional y transporte público; no deben solicitar la exoneración del Impuesto Ambiental a la Contaminación Vehicular, porque el sistema genera automáticamente este beneficio.
- La exoneración del Impuesto Ambiental a la Contaminación Vehicular de vehículos clásicos, los directamente relacionados con la actividad productiva del contribuyente, ambulancias y hospitales rodantes, será manual, y se registrará al sistema únicamente por requerimiento del contribuyente adjuntando la documentación que demuestre su idoneidad.
- 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.
- Del año 2012 al 2016 existe la Disposición Transitoria que señala 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.

- Vehículo del año 2006 o anterior:

Tabla 2.11 Descuento del IACV, por disposición transitoria autos 2006.

<b>Año</b>	<b>Descuento IACV</b>
<b>2012</b>	80%
<b>2013</b>	
<b>2014</b>	
<b>2015</b>	50%
<b>2016</b>	
<b>2017</b>	0%
<b>En adelante</b>	

Fuente: SRI (2012)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

### **2.5.2 Otras medidas adoptadas para la reducción de la contaminación vehicular.**

En nuestro país se han planteado otras medidas complementarias al impuesto ambiental, con la finalidad de inducir al individuo a un cambio en sus patrones de compra. Por ejemplo, bajo una reforma en diciembre del 2011, en el artículo 55 del LORTI se establece una nueva disposición en lo que respecta al pago del IVA para vehículos híbridos o eléctricos, con un precio de venta al público de USD 35.000 resultarían exentos del pago de este gravamen.

Bajo esta misma modalidad se reformula en Impuesto al consumo especial dirigido para los vehículos híbridos o eléctricos. El ICE propone alícuotas progresivas en base a las siguientes características:

- Si el precio de venta al público es Hasta 35.000 la alícuota será del 0%.
- Si el precio de venta al público se encuentra entre 35.000 y 40.000 la alícuota será del 8%.
- Si el precio de venta al público se encuentra entre 40.000 y 50.000 la alícuota será del 14%.
- Si el precio de venta al público se encuentra entre 50.000 y 60.000 la alícuota será del 20%.
- Si el precio de venta al público se encuentra entre 60.000 y 70.000 la alícuota será del 26%.

- Si el precio de venta al público es mayor a 70.000 la alícuota será 32%.

Con estas medidas se busca incentivar la demanda de este tipo de vehículos, no obstante la conducta de las personas puede no verse afectadas con estos cambios, y resultaría conveniente complementar estas medidas con otras que permitan alcanzar con los objetivos planteados.

## CAPÍTULO III

### 3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Un paso crucial dentro del desarrollo del estudio de un problema es el análisis de estadísticas descriptivas, que ayudarán a entender de mejor manera el panorama de la investigación, es así como se realizan cruces de variables y se estudian los cambios que se presentan en estos dos periodos de estudio.

Considerando que el proceso de matricular o no un vehículo poseen un comportamiento aleatorio o estocástico. Dentro de los casos más simple que obedece a un proceso de este tipo ocurre cuando el resultado en cada etapa sólo depende del resultado de la etapa anterior, mas no de resultados previos. Tal proceso se denomina proceso de Markov o cadena de Markov. Creado por el matemático ruso Andrei Andreevitch Markov (1856-1922). Por medio de esta herramienta se analizarán diferentes casos y se podrá identificar algún posible patrón en el proceso de matriculación.

La decisión de un individuo de matricularse o no, se considera como una sucesión de eventos aleatorios, y estos cambios pueden modelarse mediante el proceso de Markov, donde se definen dos estados: el primer estado consiste en matricularse el siguiente año y el otro que no se matricule. Considerando un sistema de 2 estados posibles, de modo que cada ensayo tienen 2 respuestas.

No se puede decir en qué estado se encontrará el individuo, pero se puede estar en posición de dar las posibilidades de que se encuentre en cada uno de estos estados. Es por ello que bajo la propiedad de Markov, se construye la matriz de transición donde se evalúan 2 escenarios. (Palacios, 2008)

En muchos casos en las ciencias sociales es necesario estudiar variables cualitativas o categóricas (nominales u ordinales) es por ello, que para concluir con este análisis se propone formular una regresión logística que toma como base la regresión lineal adaptando estas variables categóricas. A pesar de ser más complejas de interpretar permite realizar análisis de información y tener resultados que aportan a otras investigaciones.

El análisis de las políticas que se proponen es crucial, sobre todo porque se evalúa el panorama del problema propuesto. Para tener una mejor idea de cómo se relacionan el impuesto ambiental a la contaminación vehicular e identificar algún efecto causado en el parque automotor en este caso de la ciudad de Guayaquil, se propone la realización de un Modelo LOGIT.

Considerando la naturaleza de los datos se crea una variable dummy o dicotómica donde 1 es el contribuyente se matricula y 0 es el contribuyente no se matricula. Entonces, mediante el análisis de este modelo se pretende identificar el efecto que causa el impuesto sobre la probabilidad de que la persona se matricule.

Así se podrían determinar las variaciones en la probabilidad de que el sujeto pague su matrícula en ese año, las cuales estarían dentro del rango de 0 – 1, producto del incremento de 1 unidad en el impuesto. Este modelo de respuesta binaria permitirá analizar los efectos de las variables independientes sobre la probabilidad de éxito de determinada variable.

Las variables dummy ayudan a identificar categorías o clase a las que pertenecen las observaciones, por lo general son usadas para determinar efectos socioeconómicos donde se podría distinguir los efectos entre el comportamiento de unos con respecto a otros. (Novales, 1993, p. 135)

El modelo a usarse obedece a un modelo de elección binaria porque, el cual permite discriminar entre dos alternativas posibles, de esta forma se evalúan decisiones tomadas por un agente económico. Dada la naturaleza de este tipo de modelos, si se estima por el método de mínimos cuadrados ordinarios se pueden presentar problemas de heteroscedasticidad, dado que su varianza ya no sería constante. (Novales, 1993) El error obedece a una distribución normal de tipo discreto, por lo tanto la estimación por MCO no sería eficiente.

### **3.1 MODELO DE RESPUESTA BINARIA:**

Los modelos de regresión logística son herramientas que permiten explicar cuál es el comportamiento de una variable de respuesta discreta. Dada la naturaleza de la variable a usarse, se realiza una regresión logística binaria, es decir obedece a dos categorías, donde 1 es la ocurrencia del suceso y 0 es la no ocurrencia.

La variable dicotómica que se plantea solo puede tomar 2 valores los cuales indican (1) la ocurrencia, en este caso que el individuo se matricule, (0) y la no

ocurrencia del suceso. Se analizan diferentes variables con el fin de determinar cuál de éstas favorece más o menos a la explicación del suceso estudiado.

El propósito de expresar este tipo de modelos de elección cualitativa, es determinar la probabilidad de que un individuo con ciertas características, tome una decisión en lugar de otra. Lo que se pretende es encontrar una relación entre un conjunto de variables, que de cierta forma tienen relación con la variable a explicar, y la probabilidad de que el individuo haga una elección determinada. Se habla en términos de probabilidad porque la variable solo tiene dos sucesos posibles, justamente obedece a un momento discreto. Se han desarrollado tres métodos para la evaluación de modelos de respuesta binaria: (Gujarati, 2004, p. 560)

- El modelo lineal de probabilidades (MLP)
- El modelo LOGIT.
- El modelo PROBIT.

Si se estima un modelo lineal de probabilidades por el método de MCO, con la variable dependiente de tipo dummy, el modelo no resultaría 100% eficiente, primero porque al ser medido en términos de probabilidad el método podría estimar coeficientes que podrían ocasionar que la probabilidad salga de los rangos establecidos, lo cual hace que este método pierda fiabilidad en sus respuestas. Dadas las dificultades asociadas con el modelo lineal de probabilidad, es por ello que se transforma el modelo original de tal forma que las predicciones caigan dentro del intervalo (0, 1), y que se establezca una relación no lineal entre X y la probabilidad.

El modelo a ser estimado tiene forma de S, una función de distribución acumulativa de una variable aleatoria, el modelo LOGIT y PROBIT se estiman como se expresa a continuación.

Fórmula 3.1 Distribución del Modelo PROBIT.

$$\int_{-\infty}^{\alpha + \beta x_1} \frac{1}{(2\pi)^{\frac{1}{2}} e^{-\frac{s^2}{2}}} ds + \mu_i$$

Fuente: Manual de Stata (2010)

Fórmula 3.2 Distribución Modelo LOGIT.

$$y_i = \frac{1}{1 + e^{-\beta_1 - \beta_2}} + \mu_i$$

Fuente: Manual de Stata (2010)

Se tiene funciones no lineales, donde las variables exógenas afectan la variable endógena a través de un índice lineal, que es transformado por la función seleccionada (distribución normal para modelo PROBIT, distribución logística para modelos LOGIT), lo cual conlleva a que los valores de la misma sean coherentes con los de una probabilidad.

Una de las diferencias a considerar para elegir uno u otro modelo radica en el comportamiento de las colas de la distribución. Expuesta la similitud entre las dos curvas de distribución, (normal acumulada y acumulada logística), los resultados no difieren significativamente, dada estas circunstancias se eligió el modelo LOGIT por su simplicidad y por su interpretación.

Resulta conveniente para tener ideas claras de la situación inicial del problema, analizar la distribución de la variable dependiente a través de su media. En la tabla adjunta se observa indicadores estadísticos como la media, que para este caso es tomada como medida de frecuencia de un suceso frente a otro.

Ilustración 3.1 Summarize de la variable dependiente.

summarize MATRI					
Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
MATRI	25191	.923425	.2659211	0	1

Fuente: Base de datos SRI

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

Es así como se puede obtener la razón de ocurrencia:  $\frac{0,92}{0,08} = 11,5$ . Se concluye que, por cada 1000 personas que no se matriculen habrá 115 que si lo hagan. Era de esperar que la proporción de matriculados sea superior a la de no matriculados, no obstante tener esta diferencia en el proceso es lo que permite indagar el porqué ese 0,08 no se matricula.

Este tipo de modelo surge para representar la probabilidad de que un individuo escoja la opción  $y_{i=1}$ , basándose en una función de distribución logística, recordando



que este tipo de función es similar a la distribución normal con la diferencia de que sus colas tienen un mayor peso, lo cual reduce la curtosis, que no es otra cosa que reducir la varianza de los datos. (López & Sigfredo, 2009)

### 3.2 ESPECIFICACIÓN DEL MODELO:

El modelo que se plantea obedece a la siguiente forma, se describe como la probabilidad de ocurrencia de un suceso dado una característica socioeconómica, por ejemplo. Donde se tendría que la probabilidad de que la persona haya pagado su matrícula en el año 2013, corresponde a una función G en la cual las variables son: impuesto ambiental, impuesto al rodaje, impuesto fiscal, edad, ingreso.

Si bien es cierto existen otros datos que deberían considerarse en lo que respecta al nivel socioeconómico, este análisis puede intuir en cómo afecta a la decisión de matriculación el monto que debería pagar, si el impuesto verde aporta a la probabilidad de matricularse en un año dado, entonces está afectando al número de autos en circulación.

La función se expresaría como:

Fórmula 3.3 Probabilidad de Y/X

$$P(Y = 1|X) = G(\beta_0 + \beta_1 X_1 \dots \dots \beta_K X_K)$$

Fuente: (Wooldridge, 2006)

Una forma de asegurar que la probabilidad toma valores entre cero y uno, se expresa en forma de una función G, donde  $0 < G(z) < 1$  para todo número real z. (Wooldridge, 2006) Cuando se trabaja con variables dicotómicas y se usa este tipo de modelos, se utiliza una transformación del modelo para que esta variable tome valores continuos.

Fórmula 3.4 Función con distribución logística.

$$G(Z) = \exp(z) / [1 + \exp(z)] = \rho(z)$$

Fuente: (Wooldridge, 2006)

En el mayor de los casos las aplicaciones de los modelos de elección binaria, tienen como principal objetivo analizar los efectos de la  $x_j$  sobre las probabilidades de respuesta  $p(y = 1|x)$ . A pesar de que la interpretación pueda ser complicada dada la no linealidad del modelo, no significa que no pueda darse grandes conclusiones basadas en este análisis.

Para calcular el efecto parcial de variables continuas sobre una probabilidad de respuesta es preciso usar el cálculo diferencial. Donde si  $x_j$  es una variable prácticamente continua, su efecto parcial se obtendrá a partir de sus derivadas parciales. (Gujarati, 2004)

Fórmula 3.5 Derivada parcial del modelo.

$$\frac{\delta p(x)}{\delta x_i} = g(\beta_0 + x\beta)\beta_j$$

Fuente: Gujarati 2004

El coeficiente que se obtiene a partir de realizar este proceso. Se define como el cambio aproximado de la probabilidad de respuesta cuando una variable  $z$  aumenta un 1%. Para estimar los modelos de elección binaria se utiliza el método de máxima verosimilitud, que es el que se aplicará en el análisis de datos, para determinar los efectos marginales.

Este método tiene en cuenta los problemas de heteroscedasticidad de la varianza. Los valores de  $\beta$  óptimos son los que maximicen esta función logarítmica de verosimilitud. Una vez que se haya corrido el modelo LOGIT es fundamental probar diferentes test que permiten corregir el modelo de los errores habituales de estimación.

El modelo debe ser el más reducido pero que explique a la variable en estudio (principio de parsimonia), además debe ser adecuado, además interpretable. Se debe considerar que un mayor número de variables en el modelo implicará mayores errores estándar. Solo deberán incluirse todas aquellas variables que se consideren importantes para el modelo.

Para predecir el comportamiento de un individuo de matricularse o no, se plantearon las siguientes variables:

- Impuesto al rodaje
- Impuesto a los vehículos motorizados (IVM)
- Impuesto Ambiental a la contaminación Vehicular (IACV)
- Estado civil (1 si es casado, 0 si es soltero)
- Estado de defunción (1 si falleció ese año, 0 si no)
- Antigüedad
- Avalúo
- Posee más de un trabajo. ( 1 si posee más de q trabajo, 0 si posee solo 1)

- Ingreso anual del contribuyente
- Tipo de combustible ( 1 si usa gasolina 0 si usa otros combustibles)
- Cilindraje del auto

Dado este modelo inicial debe procederse a la reducción de variables, hasta tener un modelo que explique el comportamiento del individuo. Para ello, se utilizó el método de selección paso a paso, mediante el proceso de eliminación "hacia atrás".

De esta forma se prueba la significancia de las variables de forma global, y se identificará el ajuste que tengo nuestro modelo.

### 3.3 TEST DE BONDAD DE AJUSTE:

Cuanto más coincidan los resultados del pronóstico con los datos reales, mejor será el ajuste que posee el modelo. Existen varios test que permiten verificar que tan bien se ajustan los datos observados y los datos estimados. Para este estudio se eligieron 3 test que demuestran la bondad de ajuste del modelo. (Iglesias Cabo, 2012)

#### 3.3.1 Prueba de Hosmer-Lemeshow

Una medida global de la veracidad predictiva de un modelo planteado, basada en la predicción real de la variable dependiente, es el test diseñado por David W. Jr. Hosmer y Stanley Lemeshow en el año de 1989. Este consiste en realizar comparaciones entre el valor estimado y el observado. Para esto, las observaciones se dividen en J grupos (se induce a que sean 10) aproximadamente iguales, donde son divididos de acuerdo a la probabilidad estimada.

A partir de esta información se puede construir una tabla de contingencia a través de la que se compara tanto la distribución de ocurrencia, como la de no ocurrencia prevista por la ecuación y los valores realmente observados. El contraste se realiza mediante comparaciones de las frecuencias observadas y esperadas a través del cálculo del estadístico.

Fórmula 3.6 Test de bondad de ajuste de Hosmer

$$HL = \sum_{j=i}^J \frac{(Y_j - n_j P_j)^2}{n_j P_j (1 - P_j)}$$

Fuente: (Iglesias Cabo, 2012, p. 22)

Es usada para determinar la bondad de ajuste del modelo de regresión logística. Corresponde a una medida de bondad de forma chi-cuadrado para datos agrupados. La hipótesis nula que se plantea en este test es:

**H0:** No existe diferencia entre el valor observado y el estimado.

**H1:** existe diferencia entre el valor observado y el estimado.

Fórmula 3.7 Planteamiento de Hipótesis del test de Hosmer - Leshow.

$$H_0: \rho_j = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x)} \quad \forall j = 1 \dots J$$

$$H_0: \rho_j \neq \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x)} \quad \text{Para algún } j$$

Fuente: (Iglesias Cabo, 2012, p. 22)

Se esperaría que no se rechace la hipótesis nula con lo cual se establece que el modelo tiene una correcta especificación, es decir tiene un buen ajuste.

### 3.3.2 Devianza:

Consiste en estimar dos modelos mediante el proceso de máxima verosimilitud, el cual uno de ellos se estima solo con la constante y el otro con todas las demás variables que se incluyen en el modelo. Se debe recordar que la función de verosimilitud corresponde a datos observados que han sido generados por coeficientes determinados.

Fórmula 3.8 Cálculo de la Devianza.

$$D = -2 \log \left( \frac{l_c}{l_f} \right) = -2(\log LC - \log LF)$$

Fuente: (Iglesias Cabo, 2012, p. 20)

La hipótesis nula que se plantea es la siguiente:

$$H_0 = \beta_i = 0$$

$$H_1 = \beta_i \neq 0$$

Si se rechaza la hipótesis nula, se puede concluir que al menos uno de los coeficientes es significativo para el modelo, por ello se induce a una especificación correcta dado que se demuestra que los coeficientes generados son importantes para la explicación del modelo planteado. Todas las variables independientes tienen algún efecto sobre la dependiente.

### 3.3.3 Estadístico Chi Cuadrado de Pearson:

Este estadístico compara tanto frecuencias observadas como esperadas dentro de un escenario binomial, es así que su fórmula de cálculo es la siguiente:

Fórmula 3.9 Test de bondad de ajuste de Pearson.

$$X^2 = \sum_{j=1}^J \frac{(y_i - n_j p_j)^2}{n_j p_j (1 - p_j)}$$

Fuente: Bravo D. & Vásquez J. (2008)

Posee igual distribución asintótica que la devianza, es decir sigue una distribución chi cuadrado con n grados de libertad. Otra forma de interpretarlo sería mediante los residuos. Es así como STATA calcula lo que se conoce como los residuos de Pearson, como medida de bondad de ajuste de este modelo, que obedece a la siguiente forma:

Fórmula 3.10 Residuos de Pearson.

$$X^2 = \sum_{j=1}^J r_j^2 \quad ; \quad r_j = \frac{y_i - n_j p_j}{\sqrt{n_j p_j (1 - p_j)}}$$

Fuente: (Iglesias Cabo, 2012, p. 23)

El estadístico  $X^2$  cuantifica cuánto difieren los valores observados de los valores teóricos. Para ello se suman el valor del cuadrado de la diferencia del valor observado en cada casilla y su valor teórico, dividido por el valor teórico. La razón para elevar las diferencias al cuadrado es convertir todas las diferencias en valores positivos. Entre mayor sea este estadístico mayor será la diferencia entre el valor observado y el valor pronosticado. Por lo tanto se plantea como:

**$H_0$**  = no existen diferencias significativas entre el observado y el estimado.

**$H_1$**  = existen diferencias.

Se esperaría que no se rechace la hipótesis nula, para afirmar una correcta especificación del modelo propuesto.

## **CAPÍTULO IV**

### **4 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN**

El análisis realizado consta de dos partes: una descriptiva y otra que busca explicar la causalidad del problema en estudio. Es así como se presenta un análisis descriptivo del sector automotriz, para luego formular el modelo de respuesta binaria, que permitirá evaluar bajo ciertos criterios, el comportamiento de las personas en el proceso de matriculación.

Toda modificación dentro de las tasas impositivas puede tener efectos tanto en su demanda como en su oferta, es por ello que el análisis de esta política es analizada en estos dos aspectos.

#### **4.1 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL SECTOR**

##### **4.1.1 Sector Automotriz Mundial.**

La industria automotriz es considerada una de las más desarrolladas en el mundo. Los vehículos constituyen un rol primordial para el funcionamiento de la economía, además de que este sector, tiene un encadenamiento con otros sectores productivos y genera demanda y crea otros sectores como metalúrgica, plástico, caucho, textil, electrónica, talleres de reparación, etc. Todos estos cambios positivos hacen al sector incrementar el empleo, impulsando el desarrollo de una economía. (Morán, 2012)

La industria automotriz mundial está formada por dos grandes sectores: terminal y autopartes. Este sector de la economía en la actualidad está experimentando cambios, los consumidores están aumentando sus preferencias y las orientan hacia vehículos más compactos y eficientes. (Sica, 2012)

La expansión e inclusión de tecnologías alternativas como las implementadas en los vehículos híbridos y eléctricos, conllevan a reducir los costos de producción. Logrando que sean más competitivos en el mercado. Este cambio en los factores de producción y consumo, induce a que se desarrollen otros mercados complementarios

por ejemplo, existen proyectos piloto de estaciones de carga para vehículos eléctricos en varias ciudades de Europa.

Otro factor a considerar son los biocombustibles y el gas natural considerados como sustitutos o complementos de los combustibles derivados del petróleo. Estas tendencias hacia este nuevo mercado dependen también de las regulaciones y normativas sujetas a medidas de seguridad y medio ambiente adoptadas por los países.

Los principales países productores de vehículos en el mundo son: Japón, China, Estados Unidos, Australia, Canadá, Brasil, México, Egipto, Venezuela, Colombia. (Mendoza, Navarrete, & Rivadeneira, 2009). En el gráfico que se muestra se detalla de forma global, los indicadores del sector automotriz más relevantes:

Ilustración 4.1 Indicadores del sector automotriz mundial.



Fuente: Pro México (2012)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

Para el 2012 la producción de vehículos a nivel mundial fue alrededor de 84 millones de vehículos donde se incluyen furgonetas, camiones y autobuses. El sector ocupó un aproximado de 9 millones de trabajadores y generó 50 millones de puestos de trabajo incluyendo los indirectos. (Morán, 2012)

El sector automotriz desempeña un papel importante en la economía de un país, su desarrollo sostenible genera ingresos fiscales para el estado que se materializan mediante la imposición de aranceles e impuestos, además de generar fuentes de empleo en los procesos de producción y las actividades relacionadas al comercio del mismo. (Morán, 2012)

#### 4.1.2 Sector Automotriz en el Ecuador.

El sector automotriz involucra a varias ramas de actividad económica como metalmecánica, petroquímica, textiles, partes, piezas y maquinarias. Es por ello que un crecimiento o descenso de la producción nacional perturbará a la economía de un país.

La actividad de este sector se viene desarrollando en las últimas décadas, en especial durante los años posteriores a la dolarización, cuando se comenzó con el periodo de transición de la economía. Las personas empezaron a optar por la opción de adquirir bienes duraderos como una alternativa ante la desconfianza de la población en el sistema financiero.

El sector automotor ecuatoriano se forma especialmente por las empresas ensambladoras, ya sea los vehículos completamente armados (CBU), o en su defecto las partes para ser ensamblados (CKD), las firmas autopartistas y los distribuidores. (Ortega B., 2005)

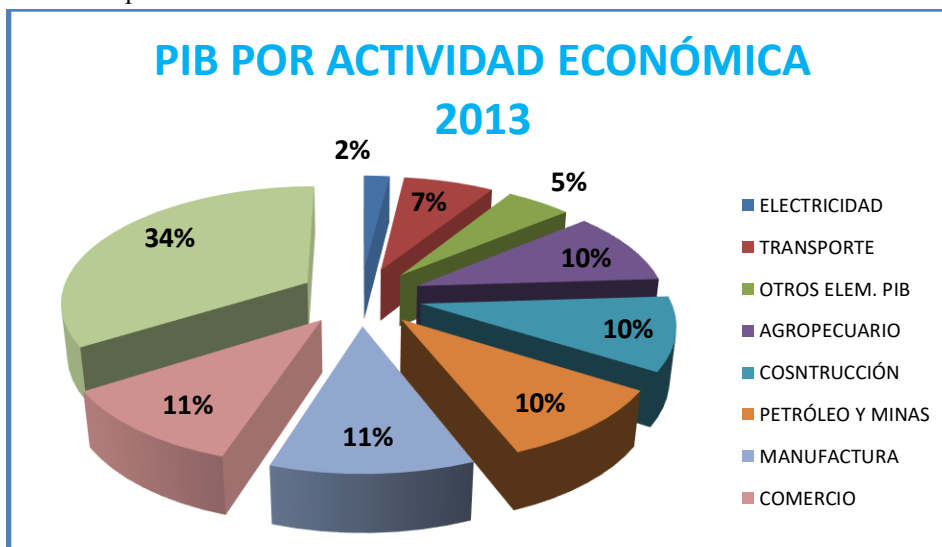
El Ecuador cuenta con 3 empresas ensambladoras, 33 empresas en autopartes, la comercialización de los automotores es a través de los concesionarios autorizados, que cumplen un rol primordial en los distintos mecanismos de mercadotecnia para impulsar la venta de vehículos automotores.

Las cuentas nacionales muestran en forma completa la actividad económica de un país, describiendo los sectores productivos y los agentes económicos - financieros; por este motivo se analizará el sector de acuerdo a la información proporcionada por estas cuentas. Dentro de su contenido se reporta el PIB por industria, de acuerdo a la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU Rev. 3), además presenta detalles que describen la situación de cada una de las industrias de la economía ecuatoriana. Este análisis macroeconómico permitirá conocer la importancia del sector dentro de nuestra economía.

Para efectos del análisis se usarán las cuentas en base al enfoque del valor agregado, definido como aquello que una industria agrega a un insumo o la materia prima utilizada para la elaboración de un producto o un servicio. En el gráfico se presenta cada una de las industrias que forman parte del sistema productivo del país y su respectiva participación como porcentaje del PIB.



Ilustración 4.2 PIB por actividad económica 2013



Fuente: BCE – 2013

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

La industria automotriz dentro de las cuentas nacionales se ubica en el rubro de manufacturas. Este rubro desde el 2000 en adelante (año donde la economía se estabiliza, después de la crisis del sector financiero) posee una participación que oscila alrededor del 11% como porcentaje PIB. Esta sección cuenta de 32 subcuentas. En la tabla adjunta se detalla las subcuentas más representativas en porcentaje respecto al valor agregado bruto de la industria manufacturera.

Tabla 4.1 Subcuentas más representativas del sector manufacturero.

INDUSTRIAS		2009	2010	2011	2012
<b>010</b>	Procesamiento y conservación de carne	5.45%	5.39%	5.14%	4.80%
<b>012</b>	Procesamiento y conservación de pescado y otros productos acuáticos	6.37%	5.95%	5.74%	5.83%
<b>015</b>	Elaboración de productos de la molinería, panadería y fideos	4.63%	4.75%	4.48%	4.38%
<b>019</b>	Elaboración de bebidas	6.82%	7.20%	7.48%	8.39%
<b>021</b>	Fabricación de productos textiles, prendas de vestir; fabricación de cuero y artículos de cuero	8.58%	8.64%	8.40%	8.12%
<b>022</b>	Producción de madera y de productos de madera	6.01%	6.42%	6.67%	6.57%
<b>023</b>	Fabricación de papel y productos de papel	6.19%	6.06%	5.93%	5.72%
<b>025</b>	Fabricación de sustancias y productos químicos	9.95%	9.84%	9.87%	9.53%
<b>027</b>	Fabricación de otros productos minerales no metálicos	8.16%	7.92%	8.03%	7.69%
<b>028</b>	Fabricación de metales comunes y de productos derivados del metal	5.71%	5.34%	5.26%	5.12%
<b>029</b>	Fabricación de maquinaria y equipo	3.94%	4.04%	4.42%	5.06%
<b>030</b>	Fabricación de vehículos automotores	2.56%	2.60%	2.51%	2.90%
<b>031</b>	Fabricación de muebles	2.71%	2.67%	2.55%	2.44%

Fuente: Valor agregado bruto por industrias / PIB – BCE (2013)

Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde (2014)

Este sector dinámico de la economía se registra dentro de la cuenta denominada “fabricación de vehículos automotores”, esta cuenta desde el año 2000 ha tenido una aportación relativamente constante a la industria manufacturera, en el 2002 su participación era del 1,85%, para el 2012 su aportación fue del 2,90%. No obstante, estos indicadores demuestran que el sector no está totalmente desarrollado.

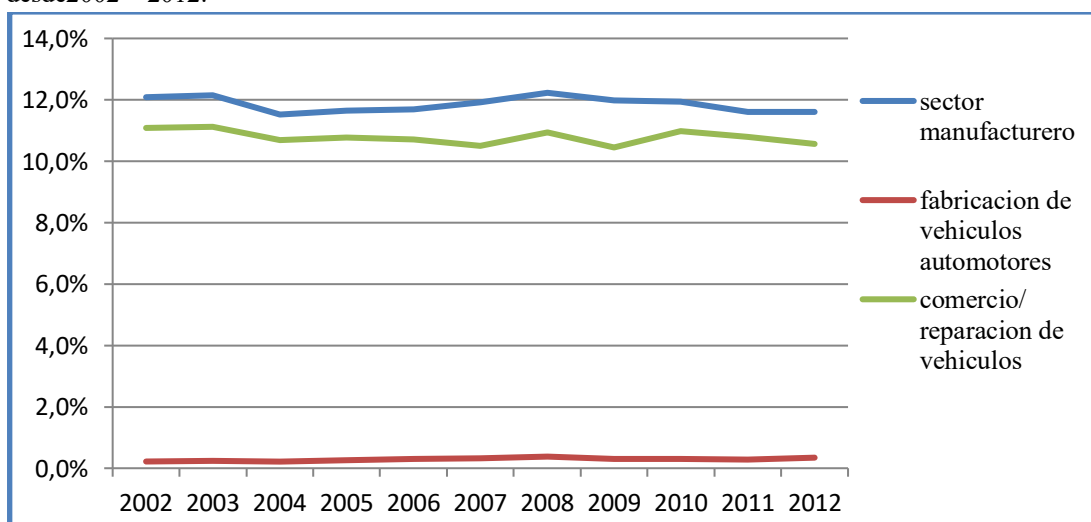
La industria automotriz como tal, solo representa para el 2012 un 0,34% del PIB. Se esperaría que con el cambio de la matriz productiva propuesta por el gobierno de turno, incentive al desarrollo manufacturero.

Sin embargo, lo que aumenta el peso de esta industria es la comercialización de vehículos importados, la oferta de vehículos en el Ecuador se compone principalmente de las importaciones, esto no se ven ilustrados en el PIB del país. Conforme con lo expuesto por la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE) el transporte se constituye como el quinto sector que realizó mayores aportes al PIB en lo que fue el 2013.

Por ello, resulta interesante examinar cual es el comportamiento de la cuenta comercio, en donde se registran el comercio al por mayor y menor de vehículos automotores. En el gráfico se observa el comportamiento del valor agregado de la industria manufacturera, el comercio de los vehículos, rubro por fabricación de automotores y su relación con el PIB. El comercio de los autos representa alrededor del 12% de este indicador, lo cual lo ubica a la par con el sector automotriz. Por lo tanto, lo que le da mayor peso es la comercialización de importaciones, reparaciones y mantenimiento de los automotores.

Es crucial mencionar que el aporte del sector automotriz a la economía nacional comprende otras actividades productivas relacionadas directamente como la comercialización de vehículos y autopartes, mecánicas y talleres de servicio, producción de combustibles y lubricantes y las de servicios financieros y de seguros automotores.

Ilustración 4.3 Evolución del sector manufacturero, fabricación de vehículos y comercio de vehículos, desde 2002 – 2012.



Fuente: BCE (2012)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

### 4.1.3 Índice del Nivel de Actividad Económica.

El Índice del Nivel de Actividad Económica Registrada es un indicador del INEC, donde se indica el desempeño económico-fiscal de cada mes, en lo que respecta a los sectores productivos de una economía, se mide a través de un indicador estadístico donde se puede apreciar variaciones y tendencias de la producción de algún bien o servicio para un mes calendario comparadas con las del mismo mes pero del período base (Año 2002=100), se expresa en términos de crecimiento histórico promedio y del comportamiento medio de los últimos doce meses anteriores al de referencia.

El INA-R utiliza la fórmula de Laspeyres, para disponer de índices elementales, acumulan crecimiento relativo de ventas respecto al periodo base: Año 2002 = 100, para cada mes calendario en particular. La fórmula empleada es la siguiente:

Fórmula 4.1 Índice de Laspeyres, INA-R

$$R_t^G = \frac{\sum_{j=1}^t v_{i,j}^G}{\sum_{j=1}^r v_{o,j}^G}$$

Fuente: INEC (2012)

$v_{i,j}^G$  = ventas del contribuyente especial i en el mes t, perteneciente al grupo G

G = conjunto de empresas a nivel de clases según la CIIU

$v_{o,j}^G$ : ventas de la empresa i en el mes t del periodo base, es decir perteneciente a uno de los 12 periodos

Es así como se evaluará este índice representativo de la actividad económica de este sector, para determinar la evolución de la industria automotriz ecuatoriana, y poder identificar la presencia de algún impacto que podría producirse a raíz de la implementación del impuesto ambiental.

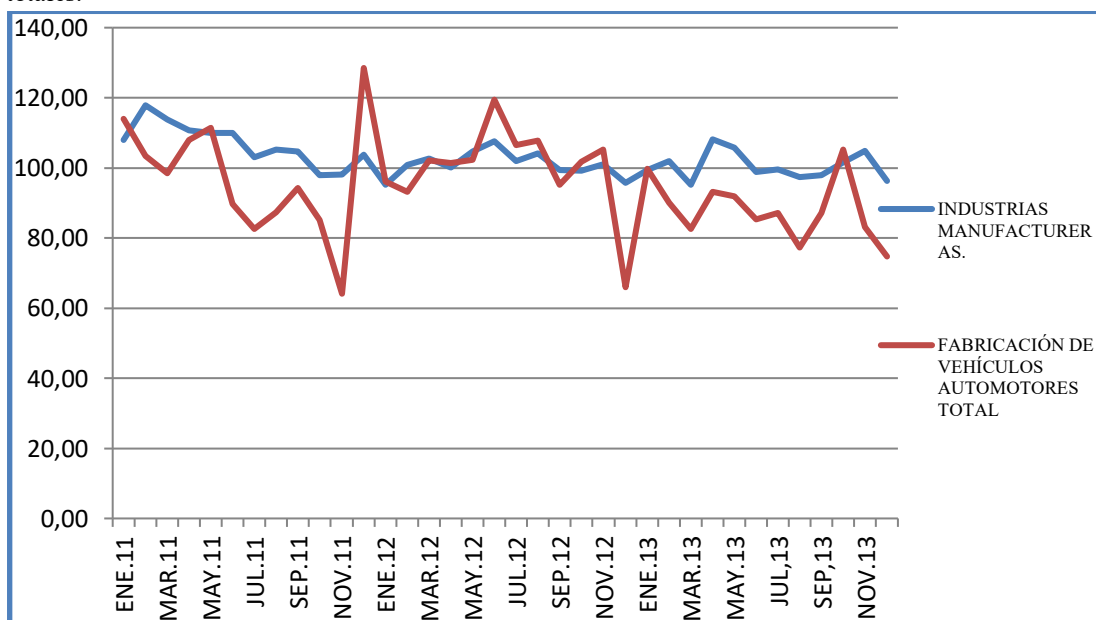
Este índice muestra el comportamiento de la economía en un período de corto plazo. En base a la información que se proporciona, se puede analizar las temporadas de alzas y bajas en la producción y el consumo, duración de los ciclos productivos, tendencias y alguna reacción que provoquen factores externos a la economía del país.

### Sobre el Índice de Actividad Económica por Producción.

En lo que respecta al desempeño del sector, se ve mediante la gráfica que tiene una tendencia a la par con el índice de la industria manufacturera. En este cuadro, se observa el comportamiento tanto de la industria como del sector dedicado a la fabricación de vehículos medida de forma mensual, se aprecia una caída del sector en lo que respecta a su producción con el año base durante el 2011-2012. Lo cual significa que las ventas promedio del sector se han reducido, no obstante este es el comportamiento que la serie ha venido desarrollando a lo largo del tiempo, ha tenido altas y bajas.

Para el año 2012 el índice que expresa las variaciones en la fabricación de vehículos se acercó al valor de 60, lo cual significaba precaución dado que la actividad económica podría estar en riesgo producto de una reducción en la producción, sin embargo la industria se recupera y se mantiene dentro de los rangos, con una ligera tendencia a la baja.

Ilustración 4.4 Crecimiento 2011-2013 de las industrias manufactureras y la fabricación de vehículos totales.



Fuente: INEC 2013

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

Numéricamente, se puede apreciar de una mejor manera los cambios que se presentan en la actividad económica. La industria manufacturera ha tenido cambios a lo largo del tiempo. Sin embargo, el sector de fabricación de vehículos automotores ha

tenido caída de sus índices en los meses de diciembre y para el año 2013, cae por debajo de la industria y este comportamiento se mantiene.

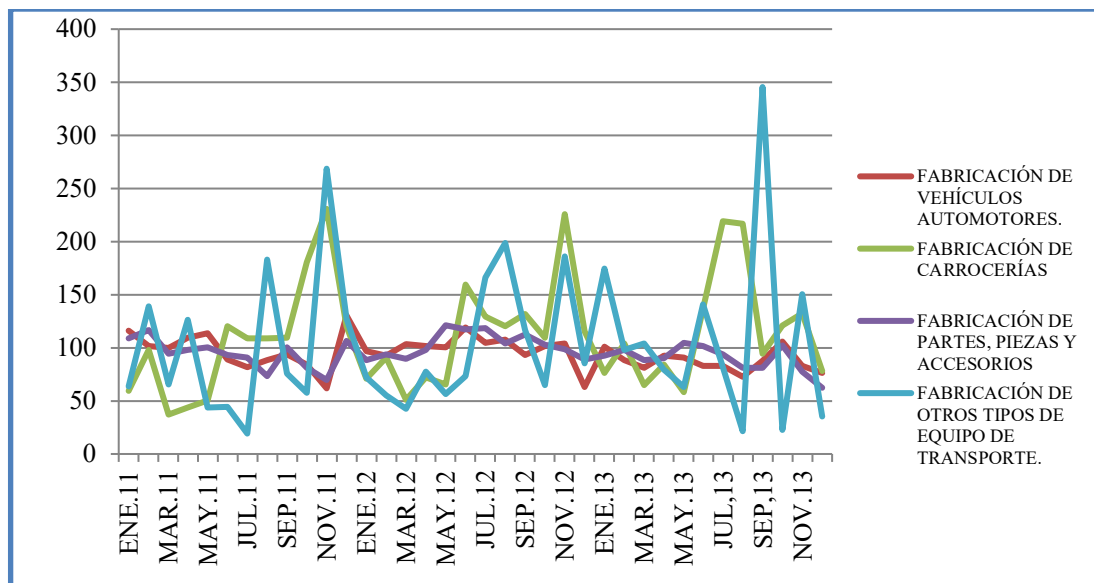
Este sector ha crecido en las últimas décadas, sin embargo se aprecia que del 2012 en adelante, su nivel de producción se ha reducido comparado con la toda la industria manufacturera. Esta caída de la producción puede verse de cierta forma influenciada por el pago de impuestos, sobre todo porque castiga a los autos de mayor tamaño.

Se puede apreciar el nivel de productividad de la industria automotriz si bien es cierto no tiene cambios relativos alrededor del tiempo de estudio, es decir la industria automotriz es estable, la fabricación de autos se ha mantenido en un nivel comparable, no obstante ese nivel se redujo en el 2013.

Es necesario tener en cuenta que las empresas que se registran y forman parte del estudio de este indicador son las empresas del territorio nacional que pertenecen al grupo de Contribuyentes Especiales determinadas por el SRI. Las empresas pertenecientes al sector de fabricación de vehículos sufren cambios en la estructura de su producción.

Para mejor entendimiento del indicador, se expresa que el sector automotor tiene subsectores como son: la fabricación de automotores, fabricación de carrocerías, fabricación de partes, piezas y accesorios, fabricación de otros tipos de equipos de transportes. Entonces, se analizará cada uno de estos sectores para definir cuál de ellos ha tenido mayor repercusión ocasionando reducción en la producción del sector. En esta sección se puede medir los cambios en la producción ocasionados por variaciones en las ventas relativas del sector de fabricación de automóviles.

Ilustración 4.5 Evolución de los subsectores del sector automotriz.



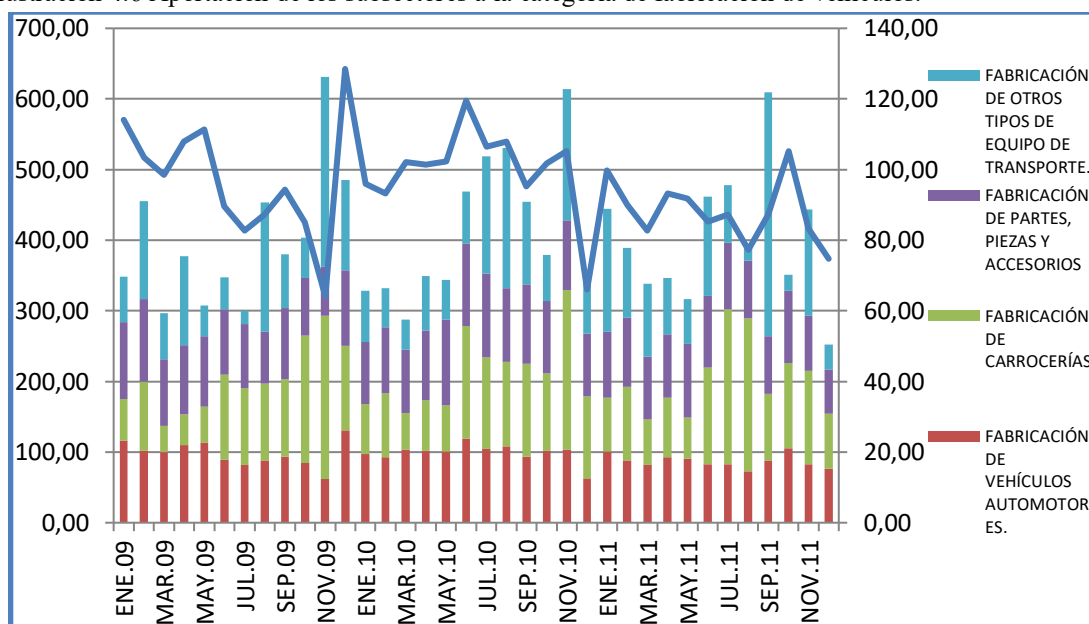
Fuente: INEC (2013)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

Se puede observar que los índices más volátiles son: fabricación de carrocerías y la fabricación de otros tipos de equipos de transporte. Además, se puede apreciar que la fabricación de vehículos y la fabricación de partes, piezas y accesorios son los subsectores que poseen un comportamiento similar a lo largo de este periodo. Poseen baja volatilidad, y su índice se había mantenido a lo largo del tiempo, a pesar de que para el 2013 haya tenido una ligera tendencia a la baja.

En el siguiente gráfico se aprecia cómo cada uno de los subsectores aporta a la categoría de “fabricación de vehículos”, la industria en sí, que se encarga de la fabricación de vehículos, partes, piezas y accesorios no se encuentra desarrollada en su totalidad, el mayor aporte a este sector manufacturero se ve representado por la fabricación de carrocería y otros tipos de equipo de transporte. Cabe mencionar que el impacto mayor de alguna restricción o política determinada hacia el sector automotriz, podría tener una afectación en las empresas dedicadas a la elaboración de carrocerías, dada su alta volatilidad y su mayor participación.

Ilustración 4.6 Aportación de los subsectores a la categoría de fabricación de vehículos.



Fuente: INEC (2013)

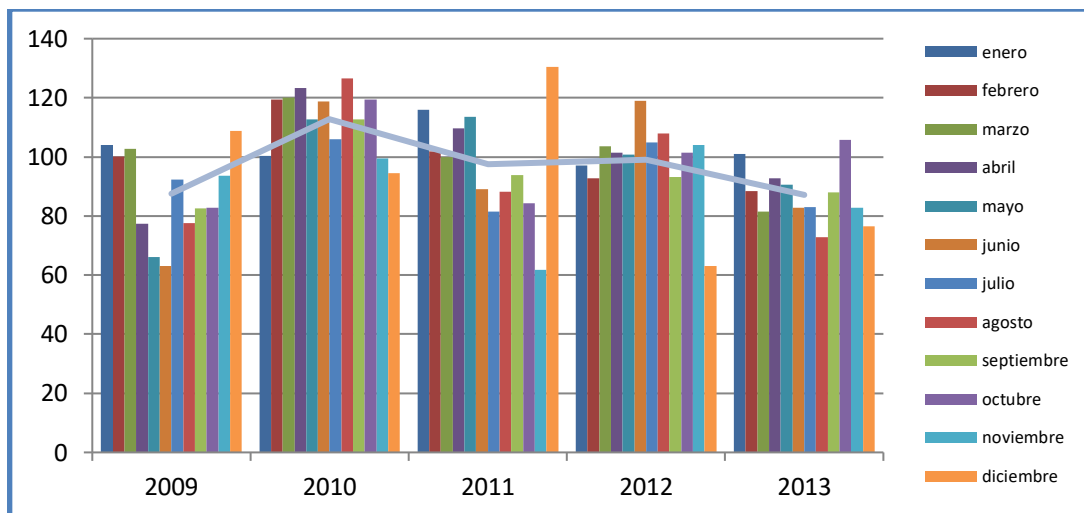
Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

Se escogió este indicador porque se pueden ver cambios en el corto plazo, dado que se expresa en meses, es así como se determina el comportamiento global de este indicador, y se puede concluir que efectivamente en términos relativos la industria se ve afectado a partir del 2011, la oferta nacional decrece (se mide la oferta como ventas relativas de los fabricantes), se puede notar afectación, no obstante no puede determinarse si se atribuye al impuesto, a pesar de que este rubro se reduce a partir de la fecha donde se declara la imposición del tributo verde.

De forma general, se observa que este sector no tiene tendencia definida, y que a lo largo del periodo de estudio presentan saltos constantes e inesperados de un mes a otro.



Ilustración 4.7 Fabricación vehicular 2009-2013



Fuente: INEC 2013

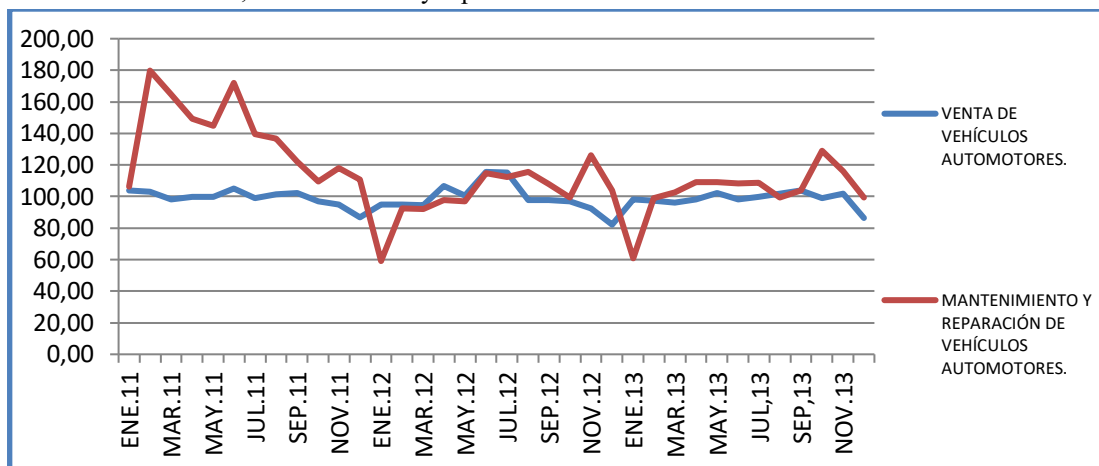
Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

### Sobre el Índice de Actividad Económica a Nivel de Ventas.

Como se vio anteriormente, el comercio tiene un porcentaje del 12% del PIB, en el se incluye la comercialización de vehículos automotores. Es por ello que se procederá a realizar análisis del índice de actividad económica para el sector comercial al por mayor y menor, dentro de este rubro entrarían las concesionarias, y todos los que comercialicen vehículos, en base a este análisis se puede tener una idea del comportamiento de la demanda de vehículos en el Ecuador. (Considerando el comportamiento de las ventas)

Las ventas, mantenimiento y reparación de vehículos automotores representan una parte importante en el desarrollo de este sector. En el siguiente gráfico se percibe el comportamiento de dos rubros importantes del sector, como son las ventas de vehículos y el mantenimiento.

Ilustración 4.8 Ventas, mantenimiento y reparación de vehículos automotores 2009 - 2013.



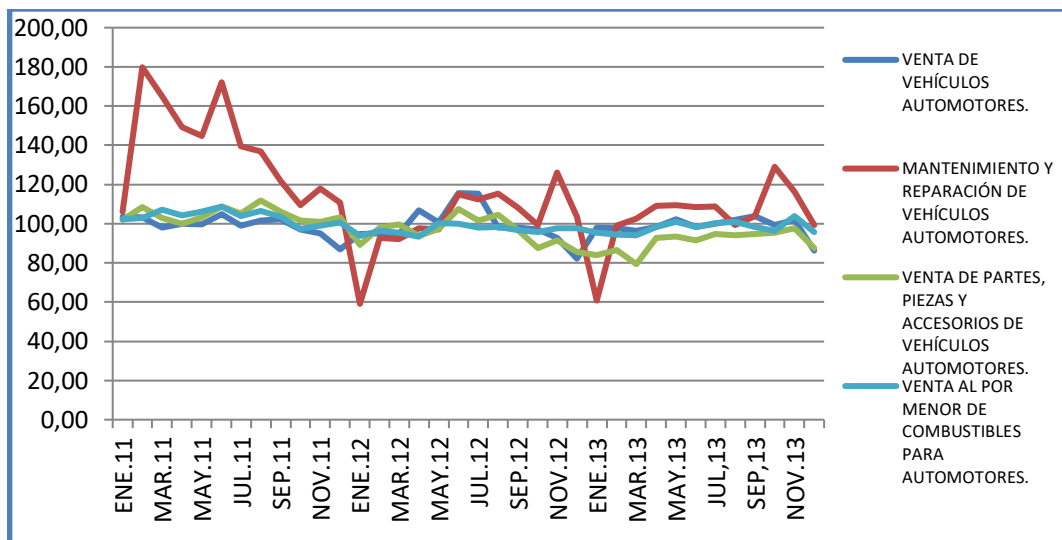
Fuente: INEC (2013)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

Aunque no se pueden medir grandes impactos causados, porque el tiempo de estudio es corto, por medio de este indicador se analiza ciertos rasgos de tendencia. Hay 2 picos que es importante analizar como son los destacados en enero del 2012 y 2013, el mantenimiento cae por debajo de las ventas, intuitivamente podría llegar a pensarse que las personas tienden a adquirir autos nuevos y el mantenimiento de autos usados se reduce.

El sector de comercio incluye 4 subcuentas que son: ventas de vehículos automotores, mantenimiento y reparación de vehículos automotores, ventas de partes, piezas y accesorios de vehículos automotores, venta mantenimiento y reparación de motocicletas, ventas al por menor de combustible para automotores. Es importante ver el comportamiento de estos rubros que contribuyen a determinar el dinamismo de este sector.

Ilustración 4.9 Evolución de las subcuentas del sector comercio.



Fuente: INEC (2013)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

Como se puede observar en el gráfico adjunto, en lo que respecta a mantenimiento y reparación de vehículos automotores, tuvo una fuerte caída para el año 2012, este sector había prevalecido por encima de los otros contribuyendo en una mayor proporción a esta cuenta, sin embargo se ubica a la par con los demás, no obstante posee mayor volatilidad.

Se podría llegar a pensar que este sector es el que más influencia ha tenido por la imposición de esta nueva normativa, considerando que las ventas se mantienen constante, intuitivamente se podría pensar que los automotores necesitan menos mantenimiento o están siendo sustituidos por otros.

#### 4.1.4 Parque automotor del Ecuador:

En el cuadro que se expone a continuación se detalla el número de vehículos que conforman el parque automotor nacional, así como las marcas más representativas que lo componen.

Tabla 4.2 Vehículos que conforman el parque automotor nacional por marcas.

<b>AÑOS</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b>CHEVROLET</b>	537,996	597,207	652,330	702,525
<b>TOYOTA</b>	148,860	155,409	162,249	168,674
<b>FORD</b>	117,955	125,898	138,194	147,823
<b>MAZDA</b>	115,053	123,128	128,248	134,650
<b>HYUNDAI</b>	110,987	122,340	126,594	130,680
<b>NISSA</b>	99,476	109,700	116,751	123,327
<b>SUZUKI</b>	59,927	61,732	71,876	84,176
<b>VOLKSWAGEN</b>	50,010	59,927	59,927	59,927
<b>KIA</b>	49,101	53,050	56,107	57,641
<b>MITSUBISHI</b>	48,710	49,693	51,757	55,492
<b>HINO</b>	43,999	48,132	50,064	50,518
<b>FIAT</b>	30,815	30,883	31,798	34,331
<b>LADA</b>	24,147	29,113	31,052	31,560
<b>RENAULT</b>	23,672	24,147	24,147	24,147
<b>MERCEDES BENZ</b>	22,495	22,978	23,305	23,349
<b>OTRAS</b>	206,885	217,380	227,764	237,155
<b>TOTAL</b>	1,690,088	1,830,717	1,952,163	2,065,975

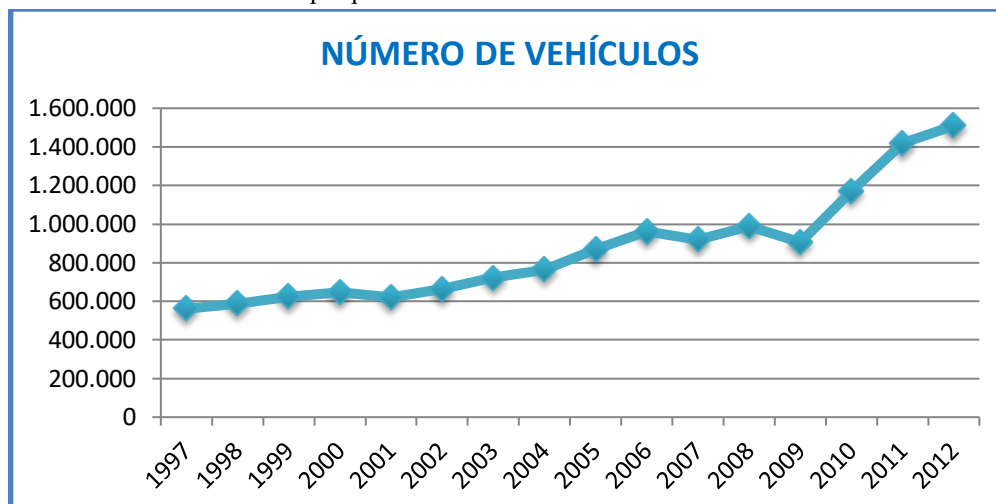
Fuente: AEADE 2013

Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde (2014)

De este resumen se destaca que a medida que pasan los años la flota vehicular ha tenido un aumento significativo. Durante este periodo de tiempo el número de autos que circulan por las calles del país ha tenido un crecimiento aproximado del 22%. Sin embargo, del 2010 – 2011 tuvo una variación del 9,66%, 2011 – 2012 vario solo un 6,66% y 2012 – 2013 tuvo un aumento pero en menor proporción que el periodo anterior, tan solo un 5,83%. A pesar que la curva tiene una tendencia creciente, las variaciones en términos relativos de un periodo a otro se han reducido.

El parque automotor ecuatoriano ha tenido cambios a lo largo de estos 15 años, el gráfico que se presenta refleja el número de vehículos que han sido matriculados en el Ecuador desde el año 1997 hasta el 2012 (INEC, 2012).

Ilustración 4.10 Variaciones en el parque automotor ecuatoriano.



Fuente: INEC (2012)

Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde (2014)

El parque automotor se encuentra concentrado en las provincias de Pichincha y Guayas, quienes captan un 32,36% y 25,28% respectivamente. En la siguiente tabla se determinan la distribución del parque automotor por provincia para el año 2013.

Tabla 4.3 Concentración del parque automotor ecuatoriano.

PROVINCIA	N. VEHICULO	%
AZUAY	149,064	7.22%
CAÑAR	35,706	1.73%
CARCHI	22,547	1.09%
CHIMBORAZO	57,233	2.77%
COTOPAXI	54,176	2.62%
EL ORO	56,589	2.74%
<b>GUAYAS</b>	<b>522,287</b>	<b>25.28%</b>
IMBABURA	62,317	3.02%
LOJA	50,598	2.45%
LOS RIOS	54,765	2.65%
MANABI	99,076	4.80%
MORONA SANTIAGO	5,329	0.26%
ORELLANA	6,992	0.34%
PASTAZA	7,224	0.35%
<b>PICHINCHA</b>	<b>668,448</b>	<b>32.36%</b>
SANTA ELENA	4,113	0.20%
SANTO DOMINGO	38,597	1.87%
TUNGURAHUA	115,028	5.57%
ZAMORA CHINCHIPE	3,882	0.19%
	<b>2,065,975</b>	

FUENTE: AEADE (2013)

Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde (2014)

Si se determina el crecimiento que ha tenido desde el 1997 al 2013, se afirmaría que la flota vehicular ecuatoriana creció a razón del 168,65%, eso quiere decir que en estos 12 años el número de autos que circulan en el Ecuador ha crecido más del doble. Lo cual tiene lógica económica, dado que en el país se han realizado varios cambios en su economía a razón de la crisis que afectos en el año 2000.

Tabla 4.4 Crecimiento de la flota vehicular ecuatoriano 1997-2001.

<b>AÑO</b>	<b>NÚMERO DE VEHÍCULO</b>
<b>1997</b>	653,338
<b>1998</b>	705,096
<b>1999</b>	717,430
<b>2000</b>	734,141
<b>2001</b>	800,733
<b>2002</b>	883,660
<b>2003</b>	723,176
<b>2004</b>	764,086
<b>2005</b>	867,666
<b>2006</b>	961,556
<b>2007</b>	920,197
<b>2008</b>	989,039
<b>2009</b>	905,651
<b>2010</b>	1,690,088
<b>2011</b>	1,830,717
<b>2012</b>	1,952,163
<b>2013</b>	2,065,975

FUENTE: AEADE (2013)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

A continuación se detalla la antigüedad del parque automotor, de acuerdo AEADE para el año 2010 un 27,16% del total de la flota vehicular la constituían los vehículos que poseían de 1-5 años, seguido de aquellos autos que tenían 31-35 años con un 14%,lo cual significaba que la antigüedad del parque automotor era de 18 años. Sin embargo, para el 2010,2011 y 2012 el promedio de antigüedad es de aproximadamente 10 años.

Tabla 4.5 Antigüedad de la flota vehicular ecuatoriana 2010-2013

<b>TOTAL</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
MENOR A 1	186,005	163,055	131,127	113,812
DE 1 -5	459,045	545,765	613,380	647,094
DE 6-10	236,530	308,344	350,649	375,729
DE 11-15	196,612	152,212	159,860	201,262
DE 16 - 20	207,400	217,187	227,215	218,035
DE 21-25	71,764	100,243	112,672	137,948
DE 26-30	93,797	72,207	54,697	52,592
DE 31-35	238,935	271,704	302,563	319,503
<b>TOTAL</b>	<b>1,690,088</b>	<b>1,830,717</b>	<b>1,952,163</b>	<b>2,065,975</b>

Fuente: AEADE (2012)

Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde (2014)

A pesar de que la antigüedad del parque automotor ecuatoriano es aproximadamente de 10 años, considerando que el impuesto ambiental a la contaminación vehicular posee un mayor porcentaje impositivo para vehículos con más de 20 años se expresa que, para el año 2010 los vehículos con esta antigüedad representaban alrededor del 23,93%, el año 2011 tuvo un porcentaje de 24,26%, 2012 se redujo milésimas porcentuales al cerrar con 24,07%, y para el 2013 representaba el 24,69% del total de la flota. No han existido cambios significativos en las variaciones de estos porcentajes. Esto se podría atribuir al hecho de que el año de antigüedad de un automotor no tiene un gran porcentaje de aportación para el cálculo de IACV.

Acorde a lo manifestado por INEC (2012), de total de vehículos matriculados un 31,07% constituían autos modelos 2000 y anteriores. Lo cual concuerda con lo anteriormente expresado, la antigüedad de los autos es aproximadamente 10 años, no obstante el número de autos con un promedio de 15 o más años representan un 36% del total de autos que existen en el país.



Tabla 4.6 Clasificación de los vehículos por su modelo.

<b>MODELO</b>	<b>TOTAL</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>2002 Y ANTERIORES</b>	469,024	31,07%
<b>2003</b>	43,571	2,89%
<b>2004</b>	46,763	3,10%
<b>2005</b>	62,97	4,17%
<b>2006</b>	80,29	5,32%
<b>2007</b>	89,922	5,96%
<b>2008</b>	99,904	6,62%
<b>2009</b>	116,794	7,74%
<b>2010</b>	109,763	7,27%
<b>2011</b>	150,662	9,98%
<b>2012</b>	183,038	12,13%
<b>2013</b>	56,757	3,76%

Fuente: INEC (2012)

Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde (2014).

En el Ecuador de acuerdo a los datos presentados por el INEC (2012). El 33% del total de matriculados son automóviles, seguido de motocicletas y camionetas.

Tabla 4.7 Clasificación de los vehículos matriculados en el 2012.

<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>TOTAL</b>	<b>%</b>
<b>AUTÓMOVIL</b>	502,216	33,27%
<b>BUS</b>	10,006	0,66%
<b>CAMIÓN</b>	121,607	8,06%
<b>CAMIONETA</b>	275,227	18,23%
<b>COLECTIVO</b>	1,694	0,11%
<b>FURGONETA C</b>	13,604	0,90%
<b>FURGONETA P</b>	29,607	1,96%
<b>JEEP</b>	237,46	15,73%
<b>MOTOCICLETA</b>	296,086	19,62%
<b>TANQUERO</b>	2,585	0,17%
<b>TRÁILER</b>	8,429	0,56%
<b>VOLQUETE</b>	10,937	0,72%

Fuente: INEC 2012

Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde (2014)

#### 4.1.5 Índice de motorización (ALADDA)

Un análisis trascendental, considerado en este estudio para tener una idea general de la situación del sector automotriz ecuatoriano, es el índice de motorización, creado por la Asociación Latinoamericana de Distribución de Automotores (ALADDA), el cual reflejan mediciones periódicas sobre el mercado automotriz a nivel de Latinoamérica. Este índice consiste en el cociente de la venta de vehículos nuevos en un año para el número de habitantes del país en el mismo año multiplicado por 1.000.

Fórmula 4.2 Índice de motorización ALADDA.

$$\text{Índice de motorización ALADDA} = \frac{a_x}{b_x} \times 1000$$

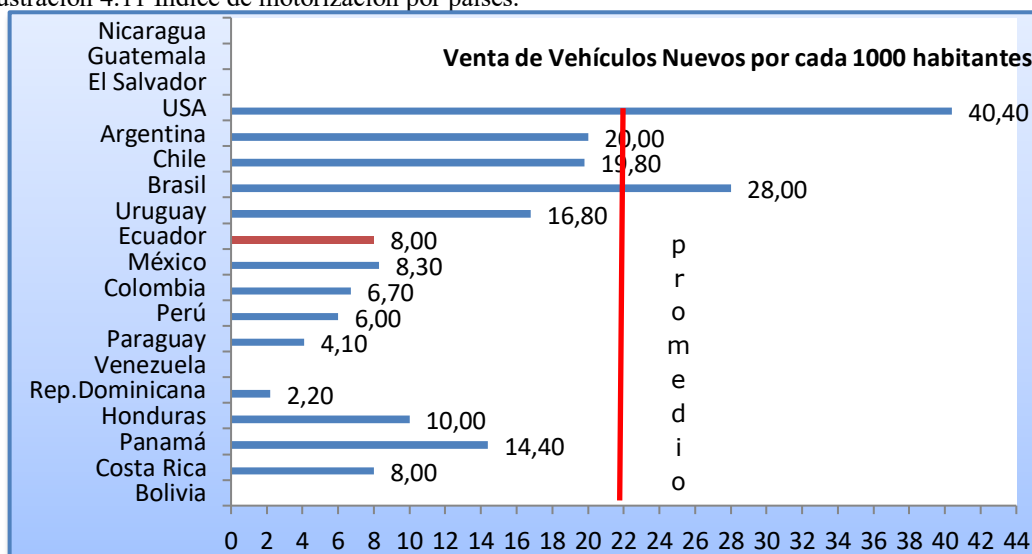
Donde  $a_x$  = número de vehículos nuevos en el año  $x$

$b_x$  = número de habitantes del país en el año  $x$

Para el año 2012 Ecuador se encontró en el puesto #10, en lo que respecta al índice de motorización, posee un índice de 8 vehículos nuevos por cada mil habitantes. Para este mismo año contaba con un parque automotor que rondaba los 1, 952,163 de vehículos. Si la población para este año fue de 15' 223,680 habitantes, esto representaba un aproximado de 121,789 vehículos nuevos ingresando al parque automotor.

En el gráfico que se presenta a continuación se detallan los países pertenecientes a la ALADDA, con sus respectivos índices de motorización:

Ilustración 4.11 Índice de motorización por países.



Fuente: ALADDA 2013

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

Como se puede destacar en el gráfico, Estados Unidos posee el mayor índice de motorización con un aproximado de 40 autos nuevos anuales por cada 1000 habitantes. Dentro del territorio latinoamericano destaca Brasil (28%), seguido de Argentina (20%) y Chile (19,8%), cabe rescatar que tanto Chile como Brasil poseen altos índices de contaminación por la gran flota vehicular que poseen. Para tener una idea global de la situación del parque automotor ecuatoriano se ha desglosado el cálculo del índice en cada uno de los siguientes parámetros:

Tabla 4.8 Ratio número de personas por vehículos en Ecuador.

Año	Población	Venta	# Vehículos x 1000 hab.	Parque	#
		vehículos nuevos		Automotor	Personas x Vehículo
	1	2	3=2/1 x 1.000	4	5=1/4
<b>2010</b>	14,163,654	131,171	9.3	1,663,516	8.5
<b>2011</b>	14,483,499	139,893	9.7	1,829,981	7.9
<b>2012</b>	15,223,680	121,446	8.0	1,952,163	7.8
<b>2013</b>	15,737,878	113,812	7.2	2,065,975	7.6

Fuente: ALADDA (2013)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

La población tiene una tasa de crecimiento relativamente constante, sin embargo un dato a rescatar son las ventas de vehículos nuevos, este rubro tiende al crecimiento, no obstante en el año 2012 tuvo una reducción y el número de autos nuevos disminuye aproximadamente un 6%. Con esto el índice de motorización se redujo, actualmente se encuentra en 7 autos nuevos por cada 1000 habitantes en un año.

De acuerdo a los datos proporcionados por la AEADE el parque automotor no se ha reducido, al contrario tuvo un crecimiento aproximado del 24% durante 2010-2013. Este índice puede dar pautas de la renovación del parque automotor en Ecuador. De acuerdo a la ALADDA el parque automotor ecuatoriano es uno de los más jóvenes de América Latina.

#### 4.1.6 Número de vehículos por habitantes.

Un indicador que permite comparar el parque automotor de Ecuador con otros países de la región, es el ratio número de vehículos por habitantes. Para efectos de análisis se presenta la comparativa de este indicador para tres años consecutivos. Se detalla el parque automotor de 9 países de la región.

Tabla 4.9 Ratio número de personas por vehículos en países de la región.

PAISES	2011		2012		2013	
	PARQUE AUTOMOTOR	HAB/V EH	PARQUE AUTOMOTOR	HAB/V EH	PARQUE AUTOMOTOR	HAB/V EH
<b>ARGENTINA</b>	10,485,859	3.98	11,326,883	3.63	12,282,369	3.44
<b>COLOMBIA</b>	3,353,469	13.73	3,660,437	12.77	3,963,283	11.89
<b>CHILE</b>	3,642,065	4.74	4,004,396	4.17	4,382,636	4.01
<b>ESTADOS UNIDOS</b>	253,897,225	1.23	268,337,888	1.17	283,837,888	1.12
<b>MEXICO</b>	32,429,225	3.50	33,416,972	3.48	34,480,335	3.43
<b>BRASIL</b>	46,529,341	4.17	50,226,393	3.88	53,993,718	4.00
<b>PERU</b>	1,894,485	17.09	2,072,858	14.62	2,265,538	13.33
<b>ECUADO</b>	1,830,717	7.91	1,952,163	8.02	2,065,979	7.58
<b>VENEZUELA</b>	4,075,202	7.08	4,205,755	7.06	4,304,633	7.11

Fuente: ALADDA (2013)

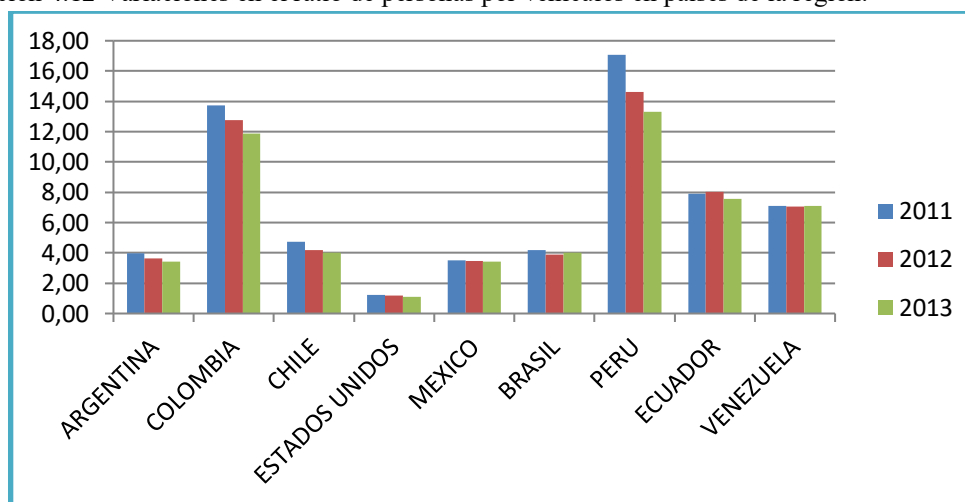
Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

De acuerdo a la AIHE (2012), en Estados Unidos hay un vehículo por cada 1,03 habitantes, en Europa por cada dos individuos hay 1 automóvil, mientras que Perú, uno de los países de la región con menos automotores por habitantes, posee 1 vehículo por 14 personas.

En el caso Ecuatoriano, se puede determinar que este índice no ha tenido variaciones significativas. Se puede acotar que por cada 8 habitantes hay 1 vehículo. En el gráfico adjunto se puede observar las variaciones de este índice en los diferentes países de la región analizados. No se observan mayores cambios. Los países con mayor índice corresponden a Estados Unidos, México, Brasil, recordando que estos dos

últimos países son considerados por la CEPAL como países con altas concentraciones de contaminantes.

Ilustración 4.12 Variaciones en el ratio de personas por vehículos en países de la región.



Fuente: ALADDA (2013)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

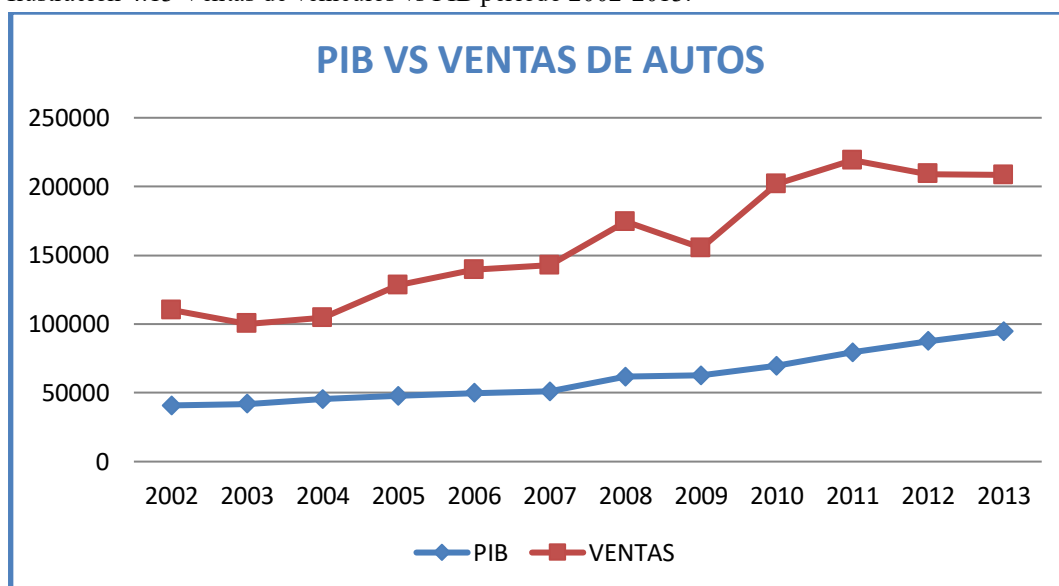
Un dato para analizar que permitirá conocer si el parque automotor ha sufrido alguna variación a raíz de la disposición de este impuesto, son las ventas. Este cambio de política puede tener repercusión en las ventas de este sector y por ello, es importante analizar la evolución de sus ventas.

#### 4.1.7 Evolución de la venta de autos en el Ecuador.

Se ha decidido analizar la evolución de las ventas de vehículos, dado que la imposición de un tributo afecta o causa algún impacto dentro del sistema económico de producción de este bien. Es así como se detalla mediante la gráfica la evolución de las ventas de vehículos en nuestro país desde el año 2002 hasta el 2013.

Dentro del gráfico también se detalla el PIB mediante el enfoque de ingresos, como se puede observar estas dos variables poseen un comportamiento paralelo, con lo cual se esperaría que el ingreso de las personas o las facilidades de crédito tenga una estrecha relación con el nivel de ventas de vehículos.

Ilustración 4.13 Ventas de vehículos vs PIB periodo 2002-2013.



AEADE (2013) BCE - Cuentas Nacionales (2013)

Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde (2014)

Tabla 4.10 Ventas de vehículos vs PIB 2002-2013.

	PIB <sup>1</sup>	VENTAS
<b>2002</b>	40.848.99	69.372
<b>2003</b>	41.961.26	58.095
<b>2004</b>	45.406.71	59.151
<b>2005</b>	47.809.32	80.410
<b>2006</b>	49.914.62	89.558
<b>2007</b>	51.007.77	91.778
<b>2008</b>	61.762.64	112.684
<b>2009</b>	62.519.69	92.764
<b>2010</b>	69.555.37	132.172
<b>2011</b>	79.276.66	139.893
<b>2012</b>	87.623.41	121.446
<b>2013</b>	94.472.68	113.812

Fuente: AEADE (2013)

Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde (2014)

Se puede observar que desde el 2011 las ventas de autos nuevos en el Ecuador disminuyeron. Aproximadamente en un 6%. La evolución de las ventas se podría presumir que posee tendencia creciente, sin embargo no es constante por la presencia de altas y bajas a lo largo de los años, durante este periodo de tiempo tiene cambios cada

<sup>1</sup> PIB en millones de dólares. Para Efectos de análisis se usó el PIB a precios corrientes desde el enfoque de ingresos donde se consideran las Remuneraciones, Impuestos sobre la producción e importaciones, Excedente Bruto de Explotación, Ingreso mixto.

año, lo cual no deja estabilizar claramente la tendencia. No obstante, se ha podido observar una reducción no mayor de las ventas durante el año que se aplicó el impuesto ambiental.

Para efectos del análisis se presenta a continuación la correlación existente entre el PIB y las ventas anuales de vehículos. Donde se puede observar la presencia de una correlación alta.

Lo que expresa una correlación es la variación conjunta existente entre dos variables. Una relación lineal positiva conlleva a la conclusión de que los valores de ambas variables varían de forma similar o poseen un comportamiento parecido.

Ilustración 4.14 Correlación entre PIB y Ventas

	<i>PIB</i>	<i>VENTAS</i>
<i>PIB</i>	1	
<i>VENTAS</i>	0.82663848	1

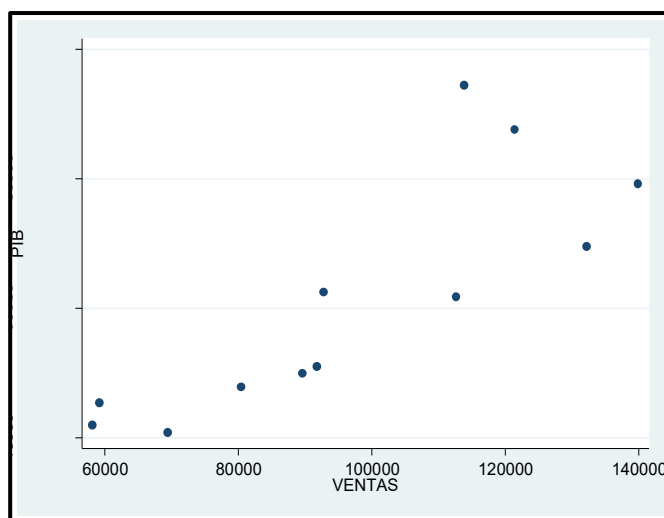
Fuente: AEADE (2013)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

Esta relación puede corroborar que el ingreso de las personas está correlacionado con las ventas vehículos de un país. Las personas con mayores ingresos pueden acceder a la compra de un vehículo de acuerdo a sus necesidades.

Entre mayor sean las remuneraciones y los ingresos recibidos, y reduciendo los impuestos sobre la producción e importaciones, se obtendrá una mayor PIB dentro del enfoque del ingreso.

Ilustración 4.15 Gráfico de correlaciones PIB vs Ventas de vehículos.



Fuente: BCE - Cuentas Nacionales (2013)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

De acuerdo a declaraciones de director de AEADE (2012) el incremento de los precios de los vehículos nuevos es producto de las limitaciones en la oferta. La caída de ventas también se ve influida, a pesar de ser poca la proporción, por el cobro del impuesto verde.

Existen 3 categorías a considerar para el análisis, como son las camionetas, SUV'S y VAN'S. Los SUV son autos deportivos y los VAN'S son minibuses o furgonetas, sus cilindraje oscila entre aproximadamente 2000 cc en adelante. Mientras que las camionetas posee un cilindraje mínimo de 3000 cc.

En el gráfico se detalla la evolución de los precios promedios de los vehículos de acuerdo a la categoría en la cual se encuentran. Los tres segmentos que pudieran verse afectadas por el impuesto no ha sufrido grandes variaciones en su precio. Los automóviles si tuvieron un crecimiento aproximado del 50% de su precio, a pesar de que Coupé representen un vehículo con un cilindraje similar a las camionetas.

Dada la imposición se esperaría que las personas limiten la compra de autos con alto cilindraje y opten por autos pequeños con motores no mayores a 1500 cc. No obstante, no se reflejan mayores variaciones en los precios promedios, si bien es cierto que en el 2011, año de presentación del proyecto, el precio de los autos de mayor cilindraje cayó alrededor de un 5%, no es totalmente atribuible a esto, dado que en este mismo año existieron restricciones a las importaciones de vehículos y reformas en las alícuotas de importación.



Tabla 4.11 Ventas de Vehículos por categorías 2010-2013.

	<b>SUBSEGMENTO</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b>AUTOMOVIL</b>	COUPÉ	49,166	49,406	54,256	101,596
	HATCHBACK	13,839	14,287	15,655	16,498
	SEDAN	16,053	16,280	17,675	18,014
	STATION WAGON	19,320	19,809	20,642	33,119
<b>BUSES</b>	BUS	57,782	61,808	72,141	79,423
	MICRO BUS	40,431	49,218	52,137	57,226
<b>CAMIONES</b>	ULTRALIVIANO	25,433	25,934	26,256	26,485
	LIVIANO	28,299	33,201	33,680	34,969
	MEDIANO	94,496	52,987	53,100	58,134
	PESADO	94,496	87,906	95,755	115,693
	TRACTOR	111,921	102,249	110,718	115,254
<b>CAMIONETAS</b>	CD 4X2	24,310	26,904	28,447	28,191
	CD 4X4	30,266	34,074	35,144	38,705
	CS 4X2	19,909	22,333	24,291	23,571
	CS 4X4	27,510	31,777	32,380	34,342
<b>SUV'S</b>	4X2 SP	24,086	27,287	28,039	29,163
	4X4 3P	17,360	19,694	21,774	21,627
	4X4 5P	43,160	42,966	48,395	50,170
<b>VAN'S</b>	MINI VAN	13,695	14,644	15,033	16,300
	VAN	31,329	32,138	33,049	31,802

Fuente: AEADE (2013)

Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde (2014)

Este cuadro resume las ventas de acuerdo a las categorías expresadas, las ventas de vehículos no ha variado significativamente, no obstante se observa aumento en la demanda de SUV y VAN'S a pesar de no ser tan altas, la demanda creció justo en el año de implementación del impuesto.

A las personas les gustan los SUV y las camionetas, sobre todo porque en su mayoría la usan para el trabajo, no obstante también son adquiridas por la comodidad y la elegancia de estos autos. Pero tanto en autos nuevos como en usados, las personas continúan comprando estos vehículos de alto cilindraje y de gama alta, dado que tienen poder adquisitivo y un impuesto de aproximadamente 1 000 dólares no está influyendo en la conductas de las personas a cambiar sus patrones de consumo.

Tabla 4.12 Variación de ventas de vehículos por categorías 2009-2013.

<b>TIPO</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b>AUTOMÓVILES</b>	35,869	57,314	62,585	53,526	47,102
<b>CAMIONETAS</b>	21,336	27,772	27,469	23,922	22,047
<b>SUV'S</b>	24,727	32,972	31,712	27,118	27,067
<b>VAN'S</b>	1,895	3,702	5,678	4,463	5,159
<b>CAMIONES</b>	7,919	9,180	10,788	10,954	11,085
<b>BUSES</b>	1,018	1,232	1,661	1,463	1,352
<b>TOTAL</b>	92.764	132.172	139.893	121.446	113.812
<b>VARIACION</b>		42%	51%	31%	23%

Fuente: AEADE (2013)

Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde (2014)

Para el año 2010 con respecto al año anterior tuvo un crecimiento del 42%, para el año 2011 esto se redujo al 6% de variación, y en el año 2012, las ventas se vieron con un crecimiento negativo del 13%, en el 2013 a pesar de tener cambio negativo la variación fue del 6%. Si se considera al año 2009 como base, se puede determinar que las ventas de autos nuevos decrecen a partir del 2012, su crecimiento año a año se ha reducido. Es así que paso de un crecimiento del 42% a 51%, para el año del impuesto reducirse al 31% y pasar posterior al 23%.

En el gráfico adjunto, se detalla la participación de cada segmento como parte de las ventas totales. Las participaciones se han mantenido, y han decrecido producto de la demanda decreciente de vehículos automotores.

Tabla 4.13 Participación de vehículos por categorías 2009-2013.

<b>TIPO</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b>AUTOMÓVILES</b>	39%	43%	45%	44%	41%
<b>CAMIONETAS</b>	23%	21%	20%	20%	19%
<b>SUV'S</b>	27%	25%	23%	22%	24%
<b>VAN'S</b>	2%	3%	4%	4%	5%
<b>CAMIONES</b>	9%	7%	8%	9%	10%
<b>BUSES</b>	1%	1%	1%	1%	1%

Fuente: AEADE (2013)

Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde (2014)

Se ha determinado por evolución que el número de autos no se ha reducido, y que los autos con mayor cilindraje como las camionetas han mantenido su participación en el mercado, por ello es crucial ver el poder adquisitivo de las personas, y las variaciones en los precios tanto por parte del consumidor como del productor.

#### **4.1.8 Facilidades de Crédito para el Sector Automotriz.**

Se puede notar que en la actualidad las entidades bancarias, mutualistas y demás compañías financieras que otorgan créditos, están solicitando cada vez menos requisitos que antes en el momento de que un individuo se encuentre interesado en un préstamo. Es por esta razón que ahora la demanda de vehículos ha aumentado y por ende también el número de personas que los poseen.

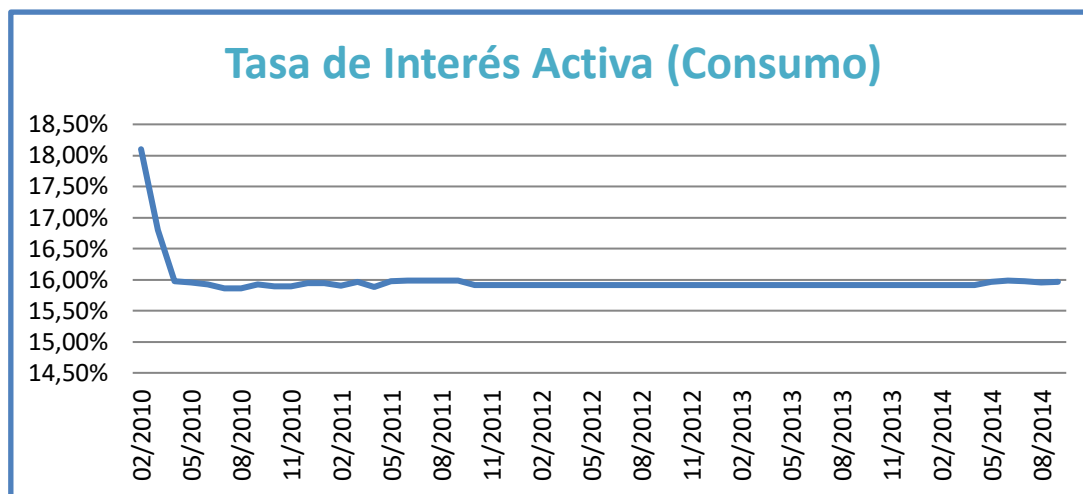
Dentro de las razones para adquirir un vehículo hoy en día, se encuentra las facilidades que ofrece el BIESS, oferta créditos a una tasa aproximada del 9,75%. Si un solicitante tiene un trabajo fijo y realiza aportaciones al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) puede realizar un préstamo quirografario. El monto que la institución puede otorgar es hasta 80 salarios básicos, es decir, \$25 440, todo depende de la situación del solicitante y del monto de sus aportaciones. Además, el tiempo límite de pago es de 5 años. (Diario La Hora, 2013)

Cuando una persona solicita un crédito para poder adquirir un vehículo, se está poniendo en consideración la tasa activa de consumo, ya que el financiamiento automotriz se encuentra dentro de esta área. La banca privada financia hasta el 70% de los vehículos, con un 25% de entrada y un plazo de 5 años. (Diario El telégrafo, 2012)

En el cuadro que se muestra a continuación, se observa que las tasas efectivas anuales que son cobrados por el consumo disminuyeron a partir del 2010, manteniéndose hasta Agosto del 2014 en 16%. Las facilidades que pueden tener las personas para acceder a préstamos que faciliten la compra de vehículos puede explicar de cierto modo el comportamiento creciente de las ventas de automóviles.

A pesar de existir otras limitantes, como las restricciones a las importaciones y la reforma que existió en el 2012 con respecto a los créditos hacia el sector automotriz.

Ilustración 4.16 Tasa de Interés Activa por Consumo 2010 -2014



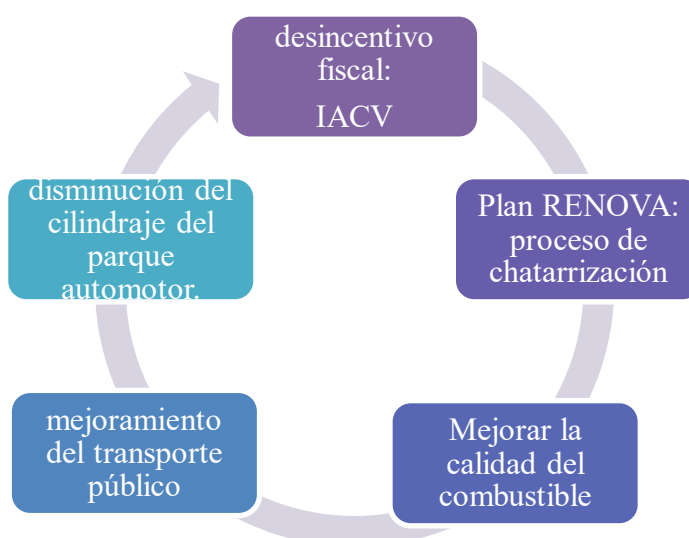
Fuente: Banco Central del Ecuador (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde

## 4.2 ANÁLISIS DE LAS RECAUDACIONES DEL IACV:

La ley de fomento ambiental establece que la reforma verde efectuada en el Ecuador no tiene finalidad recaudatoria, al contrario tiene por finalidad buscar cambios en los patrones de consumo, se desea conseguir que las personas posean conductas más amigables con el ambiente. Para ello, se adoptaron medidas complementarias al IACV. Estas medidas se detallan en el siguiente diagrama, lo cual se conoce como reforma fiscal verde:

Ilustración 4.17 Medidas complementarias al IACV.



Fuente: Almeida D. (2012)

Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde (2014)

Si bien es cierto el impuesto busca corregir la externalidad de la contaminación vehicular entre otras cosas, su aplicación no se basa en un porcentaje de contaminación o en una medida contaminante de cada vehículo; más bien su funcionamiento está basado en supuestos sobre los factores influyentes en la contaminación producida. Si bien esto facilita la recaudación, no es fiel, ni eficiente en el sentido que no recoge la realidad de cada vehículo.

La palabra eficiencia tiene una extensa definición y varios determinantes que cumplir. Cuando se cita la palabra *eficiencia* se refiere a determinar si un sistema económico está funcionando tal como debería.

El impuesto será eficiente cuando se acerque a las emisiones o calidad del ambiente deseado. Eso quiere decir que las emisiones deberían al menos cumplir con las normas establecidas en el país. Sin embargo, las mediciones o el monitoreo no es tarea fácil de conseguir, dado que no todos los vehículos emiten contaminantes en las mismas proporciones, sino dependen de varios determinantes como el tipo de motor y combustible que se utilice, entre otros.

De acuerdo a la terminología usada por los miembros de OCDE, el propósito expreso de un impuesto no es suficiente criterio para determinar si este es ambiental o no. Se debe evaluar más bien, los efectos ambientales que se han logrado con su imposición. El análisis de un ingreso impositivo no es un buen indicador de eficiencia ambiental, pero esto ayuda a comprender de una mejor manera el proceso que se está originando, dado que un buen indicador de la importancia y evolución de un impuesto, es poder medir su peso recaudatorio con respecto a los demás impuestos.

El impuesto ambiental a la contaminación vehicular fue creado en el año 2011, con disposición de aplicarse desde 1 de enero del 2012. En la siguiente tabla se muestra el total del valor recaudado tanto del IACV como la recaudación obtenida a nivel global por todos los impuestos.

Un indicador de la importancia relativa y la evolución de la imposición ambiental es su peso recaudatorio en comparación con los demás tributos que componen el sistema fiscal. Se debe considerar, económicamente hablando, que la incidencia de un impuesto ambiental debe repercutir de cierta forma en otros impuestos sobre productos o consumo, en este caso de alguna forma impacta la demanda y oferta

de los vehículos que se comercializan en el país. Para ello, se detalla la siguiente tabla con datos existentes desde la creación del IACV, en nuestro país:

Tabla 4.14 Recaudación Global del IACV.

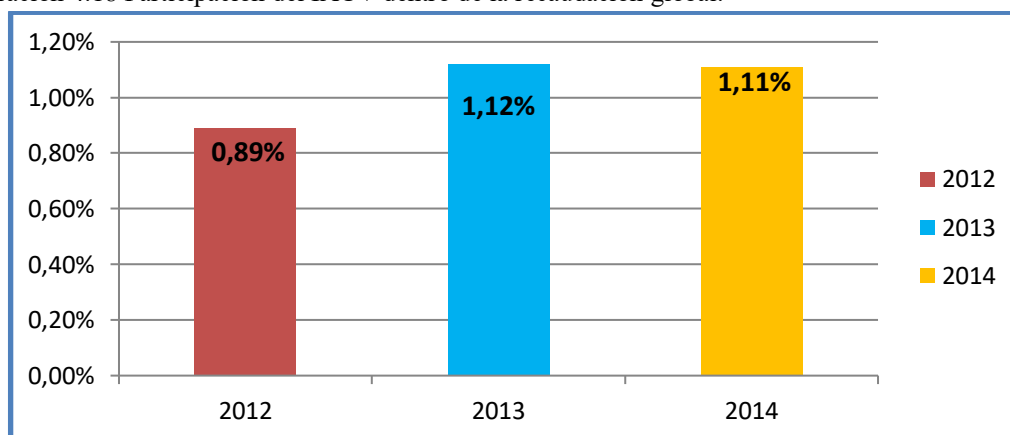
AÑOS	IACV NACIONAL	RECAUDACIÓN GLOBAL	%
<b>2012</b>	95,770,182.78	10,760,321,603.81	0.89%
<b>2013</b>	114,809,214.32	10,267,765,122.31	1.12%
<b>2014</b>	65,407,349.67	5,891,247,972.64	1.11%

Fuente: SRI (2012)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

De la recaudación global, este impuesto para el 2012 representa el 0,89% del total. De un año a otro tiene una variación en términos absolutos aproximadamente del 25%, lo cual se estimaría que para el 2014 se posea un participación del 1,39%. La variación relativa es alrededor del 23% (2012-2013) y se esperaría que esa variación para el periodo 2013-2014 aumente al 27%, dado el comportamiento que ha tenido en el primer semestre del año en curso. Se puede apreciar que este impuesto de tipo ambiental tiene una participación creciente dentro del sistema fiscal.

Ilustración 4.18 Participación del IACV dentro de la recaudación global.



Fuente: SRI (2012)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

Cuando se aplica un impuesto de naturaleza ambiental debe tomarse en cuenta los siguientes factores: (Acquatella & Bárceno, 2005, p. 110)

1. Antes de implementar un impuesto ambiental, debe reformularse los ya existentes como una medida de “limpiar el terreno” evitando así carga tributaria

innecesaria. Si no se evalúan los existentes podría caerse en el error de aumentar un impuesto, lo cual no causaría incentivos en las personas.

2. Cuando se formula un impuesto ambiental, se dice que es “eficiente” (considerando que esta eficiencia es medida por su recaudación), porque posee mayor importancia en su participación dentro de la recaudación total, pero este aumento debe estar acompañado con una reformulación de otros impuestos distorsionadores. Para que el conocido doble dividendo que plantea el impuesto ambiental sea efectivo, al menos se requiere que la introducción de este impuesto esté acompañada por la reducción de otros, de tal forma que se cumpla con la neutralidad de los ingresos.

En otros países la participación de este tipo de impuestos es de aproximadamente el 6%, el impuesto ambiental está asumiendo las recaudaciones de otro impuesto, lo cual ubica al individuo en un igual vector fiscal.

3. Dentro de otro contexto, este tipo de impuestos entra dentro de la categoría de los conocidos impuestos piguvianos, considerados impuestos correctores, por lo cual se esperaría que su recaudación se reduzca, con lo cual su objetivo se cumpliría. Para este caso las personas no comprarían autos de gran cilindraje y los más viejos saldrían de la flota vehicular.

Además debe considerarse una reformulación gradual de los impuestos verdes, manteniendo una estrategia de ajuste temporal de tasas y otros aspectos de diseño con el fin de que no pierdan su capacidad de (des)incentivar al cambio de conducta de las personas.

4. Muchas veces puede darse el caso de que el impuesto sea una forma de pagar para contaminar. Un impuesto ambiental se considerara eficiente si en el largo plazo, la base imponible de este impuesto se erosiona, dado el cambio en los patrones productivos o de consumo.

Es por ello que se presentan las recaudaciones a nivel de provincias, desde la implementación de este impuesto:

Tabla 4.15 Recaudación por provincias 2012-2014.

<b>PROVINCIAS</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
Pichincha	25,122,330.47	29,998,424.68	19,263,821.98
Guayas	18,013,337.36	21,272,443.99	15,537,185.03
Azuay	5,304,899.32	6,701,297.46	4,103,612.82
Manabí	3,905,569.06	4,729,074.67	3,107,210.59
Tungurahua	3,879,174.16	4,624,198.36	2,795,751.47
El oro	3,426,040.39	4,003,650.22	2,706,455.85
Los Ríos	2,629,626.81	2,940,876.51	2,035,661.00
Cotopaxi	2,321,164.51	2,922,420.20	1,835,639.88
Santo Domingo de los Tsáchilas	2,199,511.49	2,851,891.18	1,667,563.09
Loja	2,156,357.95	2,866,525.23	1,685,439.83
Chimborazo	1,953,645.12	2,408,123.02	1,470,268.35
Imbabura	1,796,778.98	2,229,279.04	1,445,087.48
Esmeraldas	1,488,469.02	1,852,147.78	1,161,239.53
Cañar	1,364,318.25	1,706,231.43	1,165,874.19
Sucumbíos	823,755.89	1,177,762.86	794,288.27
Bolívar	751,480.39	823,923.29	500,880.64
Carchi	724,124.86	984,016.16	594,083.23
Orellana	632,264.04	916,882.53	638,636.31
Santa Elena	630,857.62	798,157.29	568,128.53
Morona Santiago	575,549.06	771,954.49	427,352.47
Zamora Chinchipe	458,210.87	579,393.13	382,619.01
Pastaza	409,838.56	488,198.07	322,717.13
Napo	363,602.55	498,567.73	294,332.61
Galápagos	120,839.85	172,300.70	110,632.61

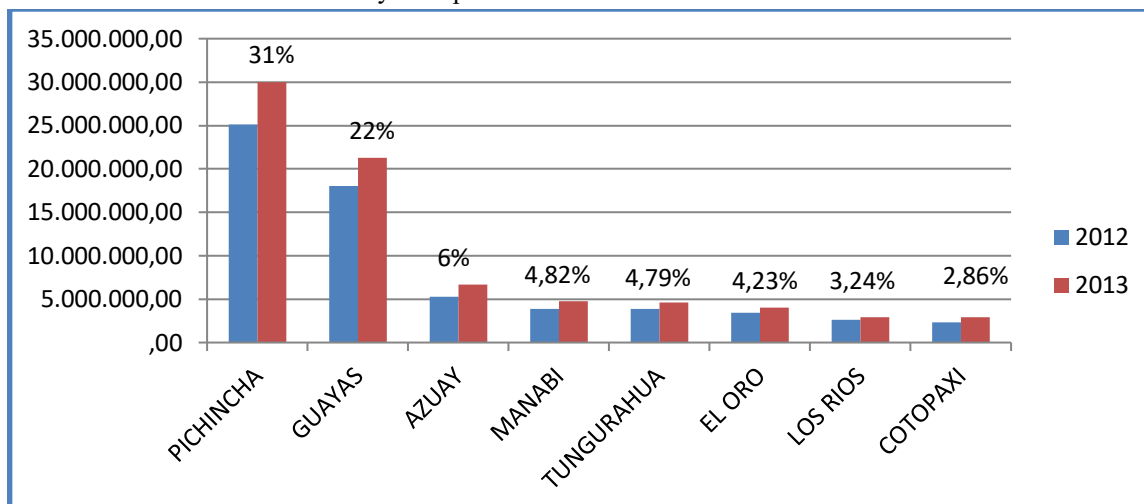
Fuente: SRI (2012)

Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde (2014)

Como puede verse las provincias con mayores recaudaciones, coinciden con las de mayor flujo vehicular son Pichincha, Guayaquil y Azuay. En el gráfico adjunto se muestra la participación de 8 provincias con mayores recaudaciones. Pichincha y Guayas aporta el 50% de la recaudación total.



Ilustración 4.19 Provincias con mayores aportaciones de acuerdo al IACV.

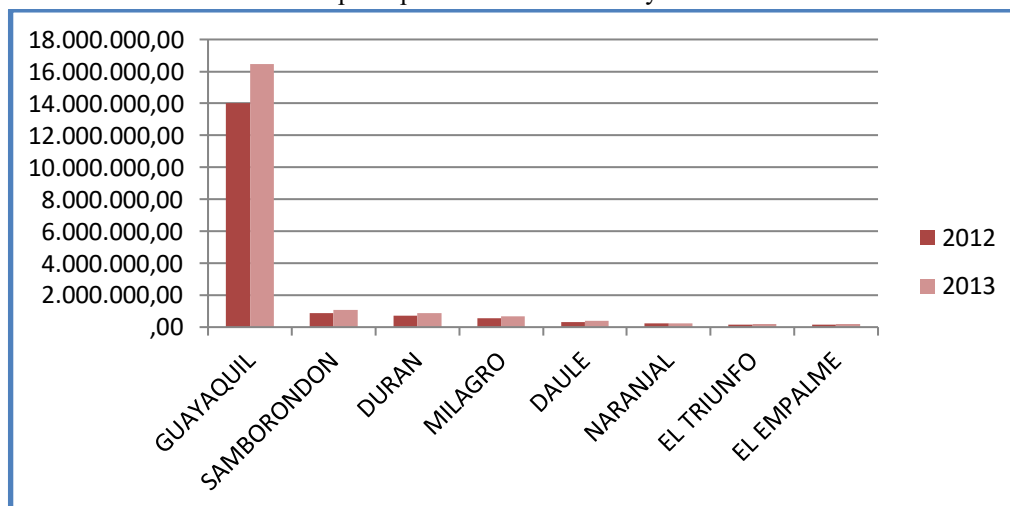


Fuente: SRI (2012)

Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde (2014)

Guayas corresponde a la segunda provincia con mayores valores recaudatorios en el país. La recaudación dentro de sus 25 cantones se concentra en Guayaquil, Samborondón, Duran, Milagro y Daule. No obstante, solo Guayaquil representa el 70% de dichas recaudaciones, lo cual se atribuye a la gran cantidad de actividad económica que existe en la provincia.

Ilustración 4.20 Recaudación de los principales cantones del Guayas.



Fuente: SRI (2012)

Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde (2014)

Si no se logra comprobar un cambio en los patrones de consumo, es decir las personas no dejan de comprar autos de gran cilindraje entonces no está resultando una medida eficiente, al menos en el corto plazo. Cuando se trata de políticas ambientales se deben considerar estudios permanentes de las políticas a corto plazo, dado que si se

hacen análisis a nivel de línea de tiempo y la medida no está funcionando como debería, podrían producirse daños que luego serían irreparables, es por ello que estas políticas deben ser evaluadas de forma continua.

### 4.3 ANÁLISIS DE LA FORMA DE CÁLCULO DEL IACV.

Los países de América Latina y el Caribe están sustituyendo impuestos tradicionales por otros con costo social menor, buscan consolidar y fortalecer sus regímenes fiscales. El análisis presentado destaca las ventajas que pueden ofrecer los impuestos ambientales como una opción para expandir la base impositiva mediante tributos que impliquen un menor costo social y contribuyan, a la creación de incentivos para mejorar la calidad ambiental de los países. (Acquatella & Bárceno, 2005)

De acuerdo a la CEPAL (Acquatella & Bárceno, 2005) Los impuestos correctores dependen básicamente de:

- ✓ La base imponible
- ✓ Nivel de la tasa impositiva
- ✓ Costos de la reducción de la contaminación (evasión fiscal)
- ✓ Elasticidad de la demanda.

El rol del gobierno no es elegir un solo instrumento. El objetivo es determinar qué tipo de problema ambiental se quiere abordar y elegir la combinación más adecuada de instrumentos. Para el análisis del Impuesto Ambiental a la Contaminación Vehicular, se acudirá a su fórmula de cálculo:

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

Se debe recordar que:

b = base imponible (determinada por el cilindraje / cc)

t = valor de imposición que se aplica de acuerdo a la base imponible.

FA = Factor de ajuste, determinado por el número de años del automotor.

Como se podrá observar, este impuesto depende de dos variables como son la antigüedad del vehículo y su cilindraje, que actúa como base imponible.

Dado que el cálculo de este tributo obedece a una fórmula matemática, mas no a un modelo más complejo que considere otras variable. Se podría definir mediante despeje de fórmula la proporción de importancia o el peso relativo que se le da a cada factor. Considerando que el  $(b-1500)*t$  corresponde exclusivamente al pago por el

cilindraje y que el  $(1 + FA)$  al pago por la antigüedad. Bajo el supuesto que se paga en impuesto el 100% es decir el valor a pagar es 1. Se tiene lo siguiente:

Tabla 4.16 Base imponible por rango de antigüedad.

ANTIGÜEDAD	BASE IMPONIBLE	FACTOR DE AJUSTE
<b>menor a 5</b>	100.00%	0.00%
<b>5 a 10</b>	95.24%	4.76%
<b>11 a 15</b>	90.91%	9.09%
<b>16 a 20</b>	86.96%	13.04%
<b>mayor a 20</b>	83.33%	16.67%

Fuente: SRI (2012)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

Si el impuesto es menor de 5 años, entonces el impuesto dependerá únicamente de su base imponible y de la tasa impositiva que se establece de acuerdo al rango. Así a medida que aumenta el número de años se incrementa la participación de factor de ajuste, sin embargo su relevancia para el cálculo no sobrepasa el 20% del impuesto a pagar.

Esto puede inducir a creer que el objetivo no es sacar a los autos más viejos, dado que su contribución no es de mayor peso para el cálculo, sin embargo se está afectando a los vehículos de mayor cilindraje, es decir quienes consuman más combustible y posean un motor con una potencia mayor. Frecuentemente, estos autos con mayores potencias son autos de costos mayores, afectando así a personas con un mayor poder adquisitivo.

Se debe considerar importante examinar los valores mínimos y máximos que se deberían pagar dado el cilindraje y su antigüedad. Esto para efectos de medir que tanto podría afectar al bolsillo de los contribuyentes. Se recuerda que los buses y taxis están exonerados del pago de este tributo, por ello se pensaría que el impuesto esta direccionado a los particulares, se esperaría que afecte en una magnitud que logre incentivar el uso del transporte público.

Tabla 4.17 Valores máximos y mínimos a pagar dado por IACV.

antigüedad/ cilindraje	1501	2000	2001	2500	2501	3000	3001	3500	3501	4000	4001
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.
<b>Menor a 5</b>	0.08	40.00	45.09	90.00	110.11	165.00	180.12	240.00	480.24	600.00	875.35
<b>5 a 10</b>	0.084	42.00	47.34	94.50	115.61	173.25	189.12	252.00	504.25	210.00	919.11
<b>11 a 15</b>	0.088	44.00	49.59	99.00	121.12	181.50	198.13	264.00	528.26	247.50	962.88
<b>16 a 20</b>	0.092	46.00	51.85	103.50	126.62	189.75	207.13	276.00	552.27	316.25	1006.65
<b>mayor a 20</b>	0.096	48.00	54.10	108.00	132.13	198.00	216.14	288.00	576.28	360.00	1050.42

Fuente: SRI (2012)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

En la tabla se detallan los rubros que se deben cancelar, lo mínimo por pagar son 8 centavos de dólar, corresponde al pago si posee un vehículo con menos de 5 años y con un cilindraje de 1501 cc. Se supone que un auto tenga más de 20 años y su cilindraje sea 4001 este vehículo tendría que pagar 1050,42 dólares a causa del impuesto, éste representaría en valor mínimo puesto que a medida que aumenta el cilindraje debería aumentar el impuesto. Por lo general los autos que podrían llegar a tener este cilindraje son las camionetas o los SUV'S cuyo precio mínimo proxy es de 25.000 dólares.

Recordando las exoneraciones que posee este tributo, es importante mencionar que además del transporte público y escolar, taxis y los vehículos del sector público. Se exoneran los vehículos motorizados de transporte terrestre que estén directamente relacionados con la actividad productiva del contribuyente. Si se estudia un poco esta exoneración, se puede recalcar lo que antes se había estipulado, el impuesto esta direccionado afectar a personas particulares. Desde un punto de vista económico esta exoneración debe tener el sustento de perjudicar a las actividades económicas que impulsan el desarrollo económico de un país.

Sin embargo, varios estudios psicológicos de grandes autores han demostrado que las personas responden a incentivos. (Barry, 2003) A donde se quiere llegar con esta afirmación, pues bien a pensar un mecanismo más eficiente no solo en tema recaudatorio sino que cumpla con la naturaleza de un impuesto ambiental, debe considerarse que la carga tributaria que se le da a cada sociedad no puede ser alterada sin motivos notificados, porque podría perjudicar a las actividades productivas, pero si se considera la creación de un impuesto ambiental y su beneficio del doble dividendo,

podría crearse un sistema de incentivos donde la imposición de un tributo de esta naturaleza se vea acompañado con la reducción de otro impuesto relacionado con el mismo. Así se lograría equilibrar la carga tributaria, entonces ahí se estaría frente a una reforma tributaria verde.

Se estaría cambiando una carga tributaria o un impuesto normal a uno que posea mayor valor social, se tendría el beneficio del doble dividendo, uno es el efecto recaudatorio y otro es en efecto ambiental. Si bien es cierto, las costumbres de otros países y las medidas adoptadas por ellos, no necesariamente será aplicables a nuestro país, pueden ser consideradas como bases para formular medidas que contribuyan a la economía de un país.

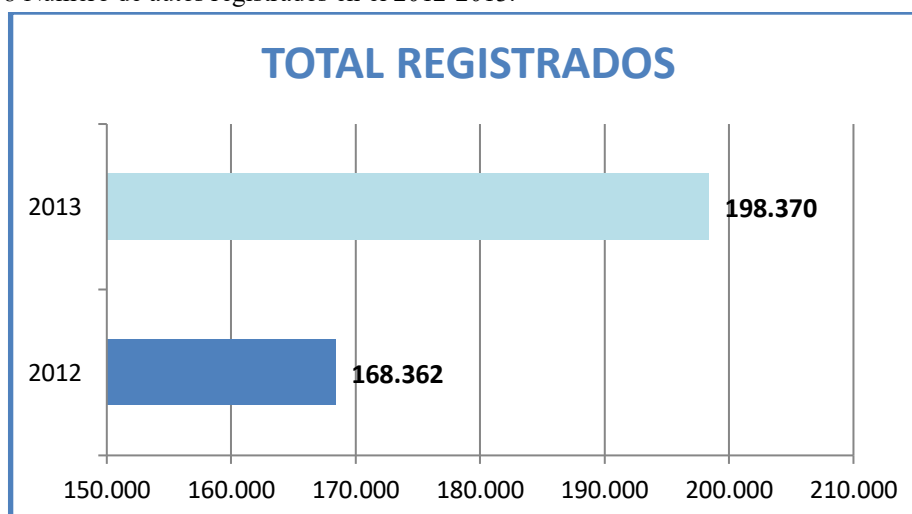
#### **4.4 ANÁLISIS DEL PARQUE AUTOMOTOR DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL.**

El desarrollo urbano de diferentes ciudades del Ecuador ha provocado la reducción de la calidad del aire, este fenómeno tiene parte de su origen en los contaminantes emitidos por la mala calidad de combustibles (diesel, gasolina) que usa actualmente el parque automotor. Dentro de este contexto se desea estudiar el comportamiento del parque automotor en la ciudad de Guayaquil y para ello se basará en la cantidad de vehículos matriculados. Una de las causas de la contaminación del aire es el desordenado crecimiento de la transportación pública acompañado de falencias en el ordenamiento del tránsito y el congestionamiento en general.

El parque automotor ecuatoriano se concentra en 2 grandes provincias como son Guayas y Pichincha. Guayas cuenta con una población de 3.645,483 habitantes aproximadamente, del total de esta población el cantón Guayaquil posee el 65% del total con 2.350,915 habitantes. (Prefectura del Guayas, 2012)

Para el análisis de datos se consideró solo automóviles de personas particulares puesto que los buses y los autos de sociedades están exonerados de este impuesto. Dentro de los datos existentes se tiene que durante el año 2012 en la ciudad de Guayaquil se matricularon alrededor de 168.519 automóviles mientras que para el año siguiente se matricularon alrededor de 198.148 vehículos. Teniendo un crecimiento relativo interanual del 17%.

Tabla 4.18 Número de autos registrados en el 2012-2013.

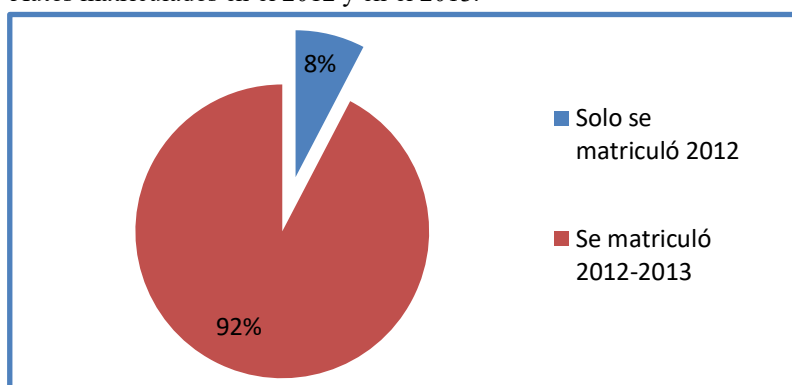


Fuente: Base de datos. SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

Del total de registros que existen en el 2013, se realizó un cruce de información de ambos años y se detectó que del total de registro del 2012 efectivamente se volvieron a registrar en el 2013 el 92%, mientras que el 8% no se matriculó.

Tabla 4.19 Autos matriculados en el 2012 y en el 2013.

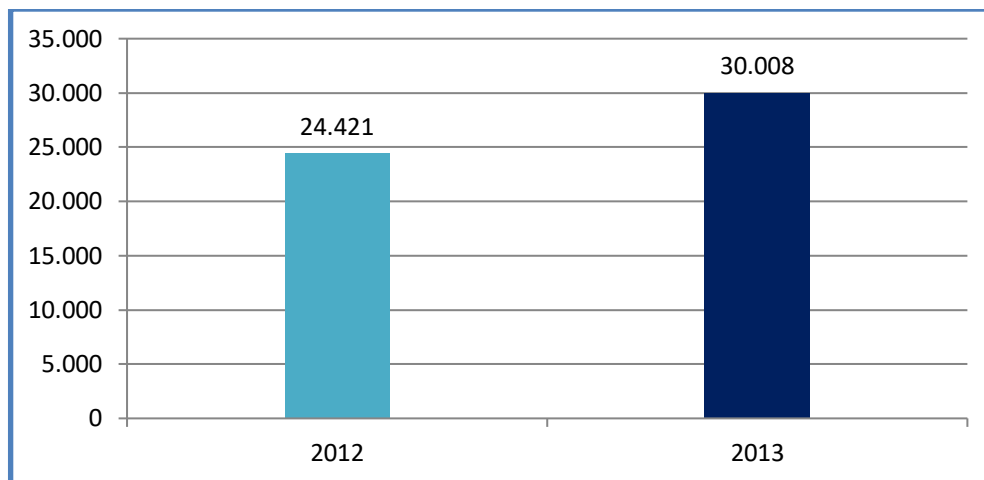


Fuente: Base de datos SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

Con este cruce de información se determinó el número efectivo de autos que pasaron de un año a otro sin embargo, existen 30.008 registros nuevos ingresados en el sistema de matriculación. Esta cifra corresponde a los autos nuevos que han ingresado al proceso. Para el 2012 se disponía solo de 24.421 autos nuevos, lo cual representa un crecimiento interanual del 22%.

Ilustración 4.21 Autos nuevos 2012-2013.

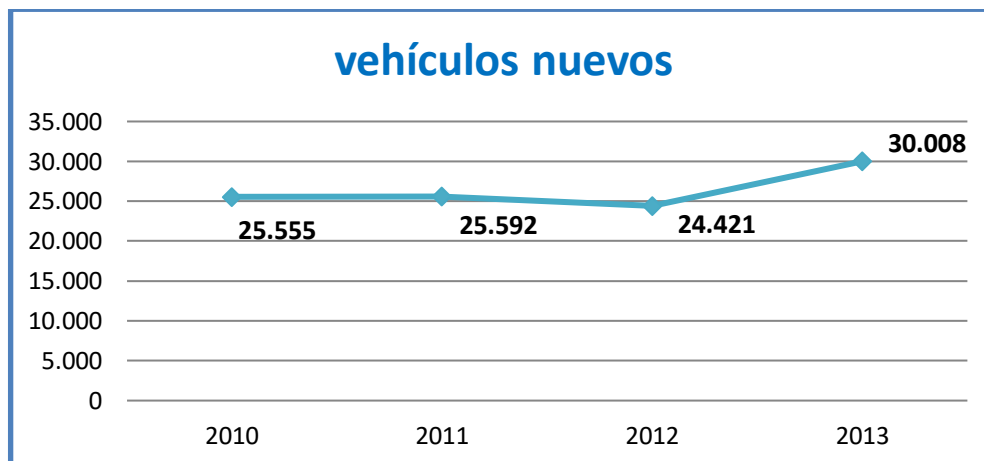


Fuente: Base de datos SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

Sin embargo, es importante analizar el número de autos nuevos ingresados en años anteriores, es así que se detalla los autos nuevos ingresados desde el 2010 – 2013. Como pudo observarse del 2010 al 2011 se presentó un incremento no tan significativo del 0,14%, para el 2012 se vio una reducción del número de autos de -4,57%, para el 2013 se elevó esta tasa de crecimiento al 22%.

Ilustración 4.22 Autos nuevos desde el año 2010-2013.



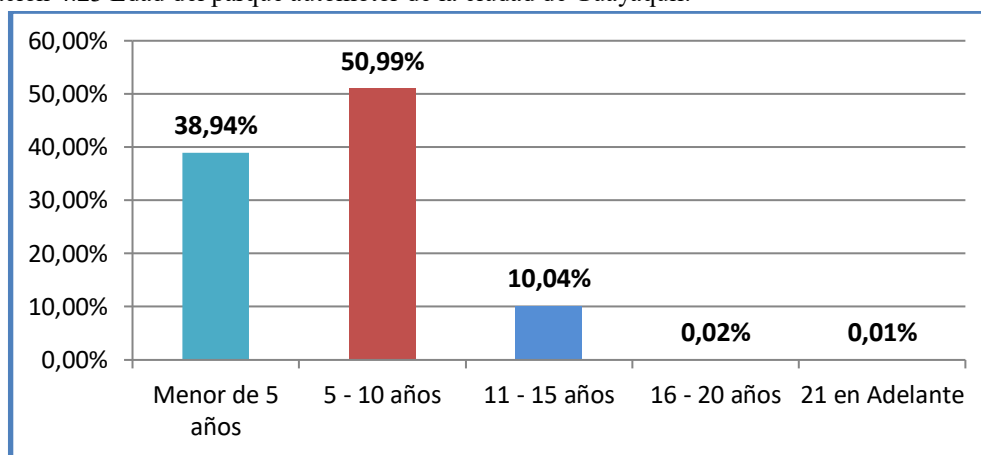
Fuente: Base de datos SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

El número de autos matriculados en la ciudad de Guayaquil en promedio tienen entre 5 a 10 años de antigüedad, seguido de los autos relativamente nuevos, es decir los que no pasan de 5 años, es así como se puede afirmar que el parque automotor de la

ciudad de Guayaquil es relativamente joven, dado que el promedio de edad de sus vehículos no sobrepasan los 10 años.

Ilustración 4.23 Edad del parque automotor de la ciudad de Guayaquil.



Fuente: Base de datos SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

De acuerdo a su cilindraje, los vehículos han variado de un año a otro como se puede apreciar en la siguiente tabla, los vehículos que más aumentaron su porcentaje hablando en términos de cambios relativos de un periodo a otro son autos de 0-1500cc, seguidos de autos con 2501-3000cc, y autos de 3001-4000cc. Si se habla de un crecimiento del parque automotor, dado que la diferencia de uno y otro año representan los autos nuevos, entonces se puede intuir en que éstos son los cilindrajes de los autos nuevos que han ingresado.

Tabla 4.20 Variaciones del parque automotor de acuerdo al cilindraje.

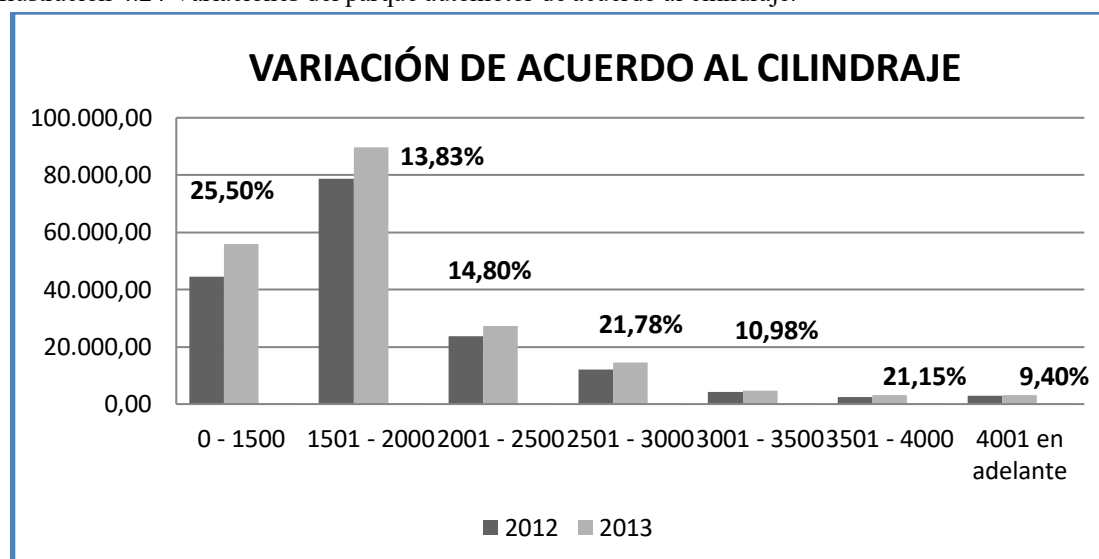
RANGO		2012	2013	VARIACIÓN
0	1500	44.579	55.948	25.50%
1501	2000	78.761	89.652	13.83%
2001	2500	23.730	27.243	14.80%
2501	3000	11.982	14.592	21.78%
3001	3500	4.153	4.609	10.98%
3501	4000	2.492	3.019	21.15%
4001	10000	2.820	3.085	9.40%
		168.519	198.148	

Fuente: Base de datos SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)



Ilustración 4.24 Variaciones del parque automotor de acuerdo al cilindraje.



Fuente: SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde (2014)

De un periodo a otro aumentaron los autos cuyos cilindraje es menor a 1500cc o se encuentran dentro del rango de 3000-4000cc. Este gráfico significativo de variaciones puede mostrar como las personas mantienen sus patrones de consumo, es decir no han dejado de adoptar autos de mayor cilindraje, a pesar del impuesto adoptado.

Para evaluar el comportamiento de las personas de una forma más certera y determinar si han cambiado su patrón de compra hacia los autos de gran cilindraje, se evaluará los autos nuevos de los últimos 4 años consecutivos. En la tabla se presentan el número de autos nuevos ingresados al sistema de acuerdo a su cilindraje.

Tabla 4.21 Cilindraje de los autos nuevos desde 2010-2013.

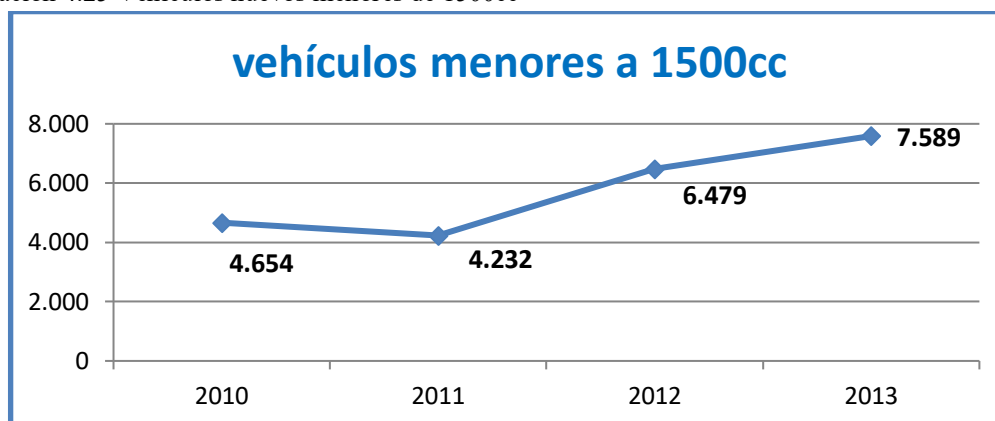
RANGO	2010	2011	2012	2013
<b>menor de 1500</b>	4,654	4,232	6,479	7,589
<b>1501-2000</b>	12,130	11,552	8,141	7,029
<b>2001-2500</b>	3,595	3,832	2,888	3,023
<b>2501-3000</b>	1,930	3,368	2,051	1,989
<b>3001-3500</b>	162	236	377	367
<b>3501-4000</b>	254	370	478	395
<b>mayor a 4000</b>	786	363	161	152

Fuente: Base de datos SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde (2014)

Para ver tendencias se analiza cada uno de los rangos por separado, es así que en el gráfico inferior se observa que los autos con cilindraje menor 1500 poseen una tendencia creciente, del 2011 al 2013 posee una tasa de variación del 79%. Concluyendo, se puede afirmar que se está demandando autos de menores cilindradas.

Ilustración 4.25 Vehículos nuevos menores de 1500cc

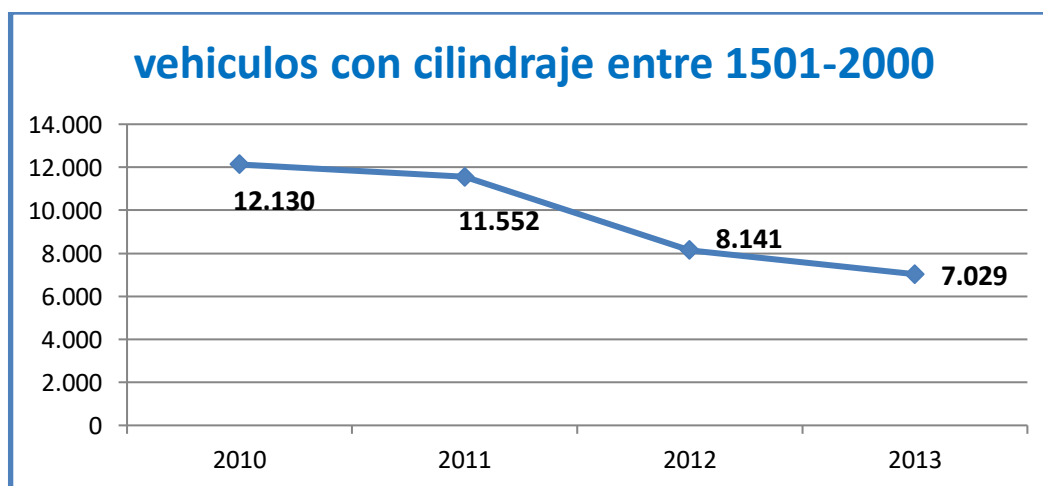


Fuente: SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

Dentro del rango le siguen los autos cuyo cilindraje oscila entre 1501 y 2000cc. Gráficamente, se observa una tendencia a la baja a partir el 2011, de este año hasta el 2012 los autos de este cilindraje se redujeron 39% su participación de ingreso.

Ilustración 4.26 Vehículos nuevos con cilindraje entre 1501 - 2000.

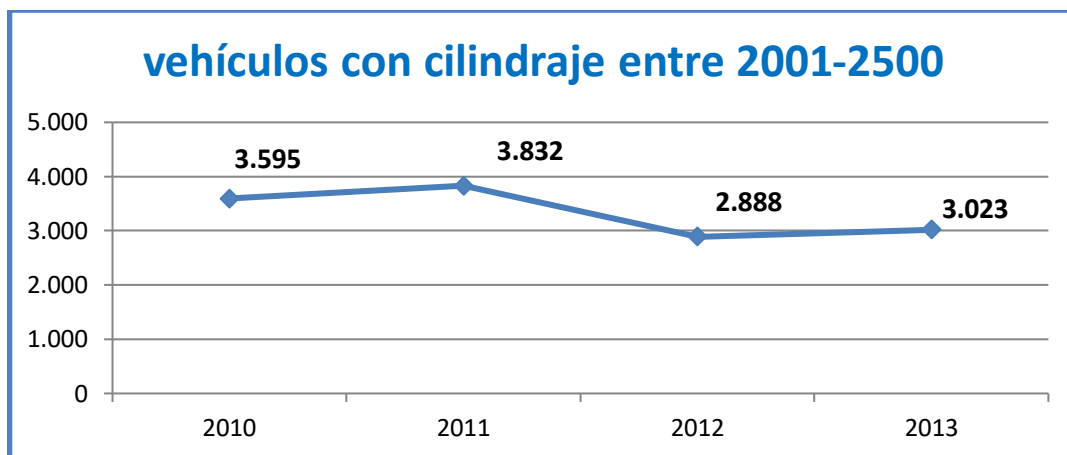


Fuente: SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

De igual forma sucede con el comportamiento de los vehículos con cilindraje entre 2001 – 2500 cc, su participación se redujo en el 21% considerando el cambio desde el 2011.

Ilustración 4.27 Vehículos nuevos con cilindraje entre 2001-2500.

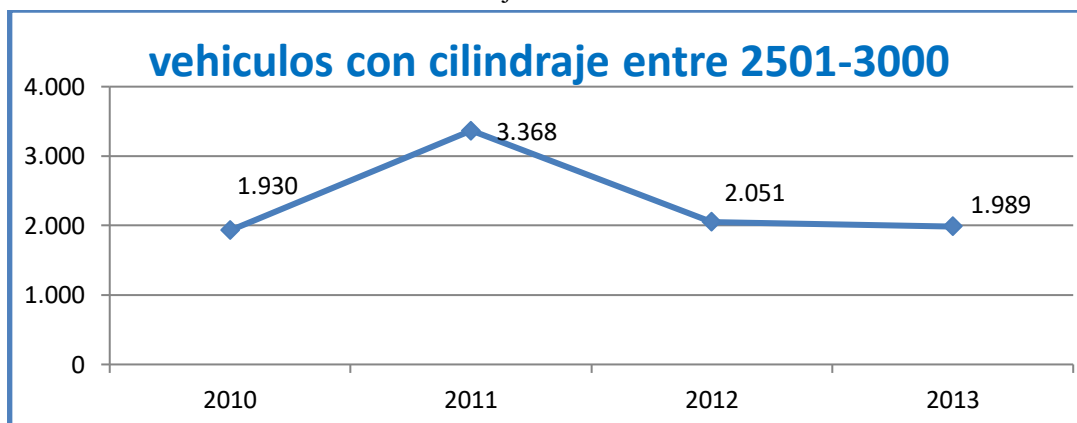


Fuente: SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

Continuando con el análisis se comprueba que autos de mayor cilindraje, como son aquellos cuyo cilindraje oscila entre 2501 – 3000cc también poseen una tendencia a la baja reduciéndose el 40% desde el 2011 al 2013. Lo cual significaría que las personas están adquiriendo menos autos de este cilindraje.

Ilustración 4.28 Vehículos nuevos con cilindraje entre 2501 - 3000.

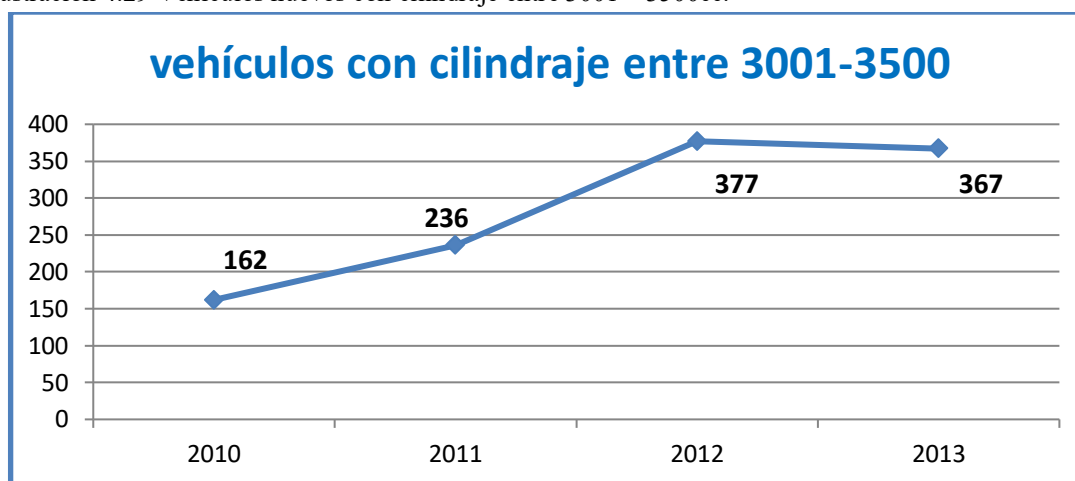


Fuente: SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

Entrando a los tres últimos rangos de la tabla se puede notar que los autos cuyos cilindraje se encuentra entre 2501 – 3000cc poseen un crecimiento del 55% desde el 2011 al 2013. Tal como se observa en la Ilustración.

Ilustración 4.29 Vehículos nuevos con cilindraje entre 3001 – 3500cc.

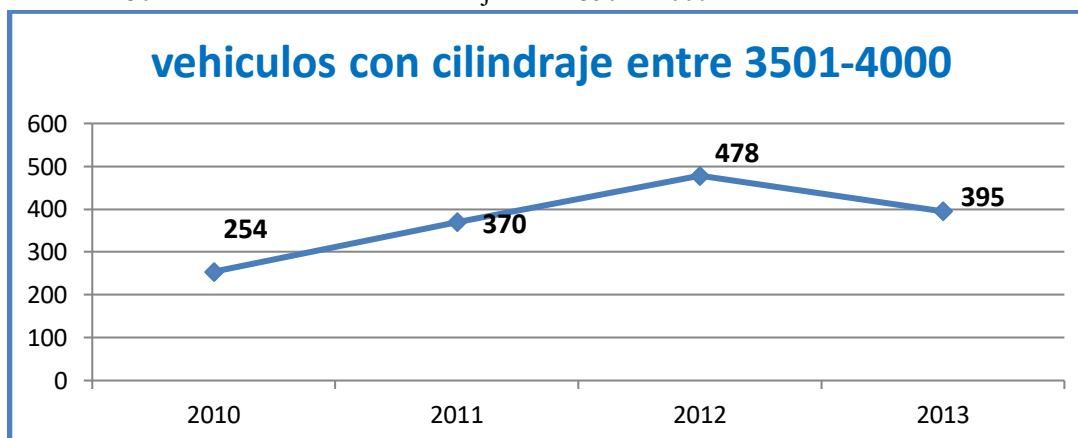


Fuente: SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde (2014)

Dentro de este rango tuvo un aumento del 6% el ingreso de autos de este tipo de cilindraje.

Ilustración 4.30 Vehículos nuevos con cilindrajes entre 3501 - 4000.



Fuente: SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde (2014)

Los autos de mayor cilindraje como son aquellos con más de 4000cc, tuvieron un decrecimiento del 58%.

*Ilustración 4.31 vehículos nuevos con cilindraje mayor a 4000cc.*

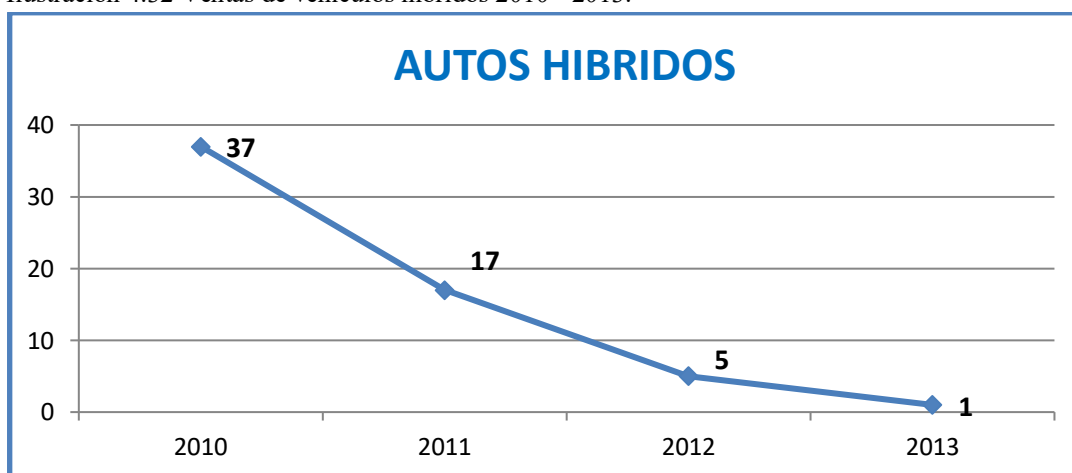


Fuente: SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

Dentro de los autos nuevos ingresados, los autos híbridos han reducido su participación, es así que para el 2010 se registraron 37 autos híbridos nuevos, en el 2011 existieron 17, en el 2012 fueron 5 y para el 2013 solo hubo 1 registrado.

*Ilustración 4.32 Ventas de vehículos híbridos 2010 - 2013.*



Fuente: SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

De acuerdo a la clasificación por tipo de vehículos de los autos nuevos se tiene lo siguiente:

Tabla 4.22 Vehículos nuevos por clases desde 2010 – 2013.

CLASES	2010	2011	2012	2013
<b>AUTOMOVILES</b>	13,300	13,786	13,979	13,236
<b>CAMIONETAS</b>	4,772	4,342	4,134	3,495
<b>VAN'S</b>	775	778	611	11,112
<b>SUV'S</b>	6,744	6,649	5,697	5,495

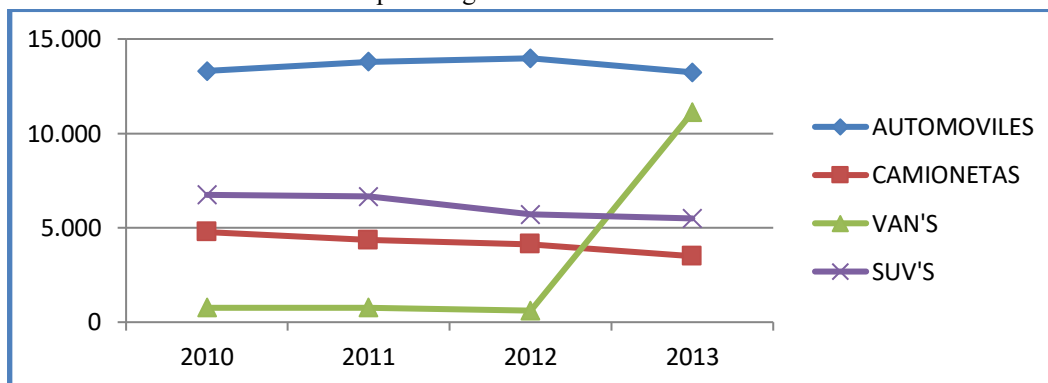
Fuente: SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde (2014)

Dentro de la clasificación de autos se encuentran los convertibles, Coupé, sedan y Station Wagen. La clasificación SUV'S (Sport Utility Vehicle) engloba a los autos todo camino livianos y jeep, mientras que los VAN'S representan las mini furgonetas y furgonetas.

Gráficamente se manifiesta la evolución de las preferencias de las personas de acuerdo a la selección de un vehículo por clase. La demanda de automóviles es constante, presenta mayores variaciones, al igual que las camionetas y las SUV'S. No obstante, se ve un crecimiento en el último año de las VAN'S.

Ilustración 4.33 Vehículos nuevos por categoría desde 2010 - 2013.

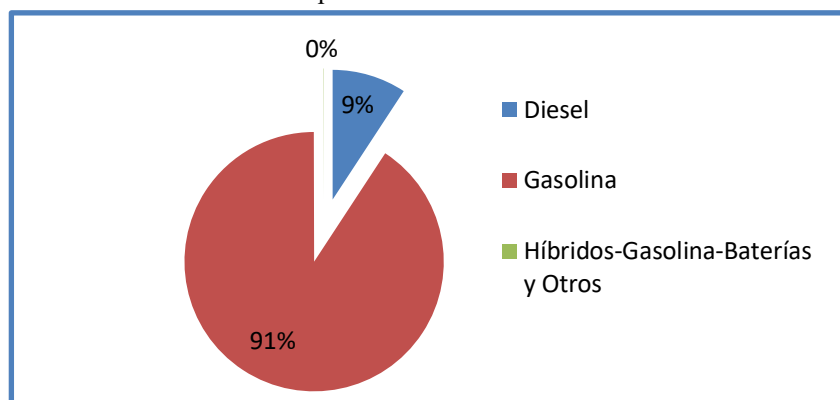


Fuente: SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde (2014)

Un tema de consideración es el consumo de combustible que usan los automóviles, dado que una propuesta del gobierno es plantear cuotas para el consumo el gasolina, es así que se observa que el 91% de los vehículos matriculados en ambos años usan gasolina, mientras que el 9% usan diesel y la proporción es muy pequeña de los vehículos que son híbridos y otros, esta medida podría afectar la conducta de las personas de usar o no su medio de transporte dependiendo de hasta qué punto ellos tengan disposición a pagar.

Ilustración 4.34 Vehículos de acuerdo al tipo de combustible.



Fuente: SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde (2014)

- Concluyendo, se tiene que durante estos dos años el parque automotor de la ciudad de Guayaquil ha crecido a razón interanual del 17%.
- El parque automotor de la ciudad de Guayaquil es relativamente joven, más del 50% de sus vehículos poseen entre 0-10 años de antigüedad.
- El 90% de los vehículos matriculados en el 2012 volvieron a matricularse en el año 2013.
- Para el 2013 existían 30,008 autos nuevos, lo cual representaba un crecimiento interanual del 22%.
- La mayoría de autos nuevos se encuentra entre los siguientes rangos de acuerdo a su cilindraje: menores a 1500, 2501 – 3000, y de 3501 -4000.

La gran cantidad de vehículos que entran en la ciudad de Guayaquil, por ser una potencia económica y comercial para el país, lo que provoca que haya mucho tráfico en las calles y se crea que existe un demasiado número de vehículos en circulación.

#### 4.5 MATRIZ DE TRANSICIÓN DE MARKOV.

Para el análisis del parque automotor de la ciudad de Guayaquil, se plantea la siguiente metodología. Dado que se disponía de los registros de matriculación obtenidos en dos años consecutivos, se realiza el planteamiento de los cuatro posibles escenarios y se obtiene la probabilidad de que un individuo pase de un estado a otro. Este proceso obedece a una secuencia de variables aleatorias, bajo el supuesto de que se cumple la propiedad de Markov expresada en la parte inferior: (Palacios, 2008)

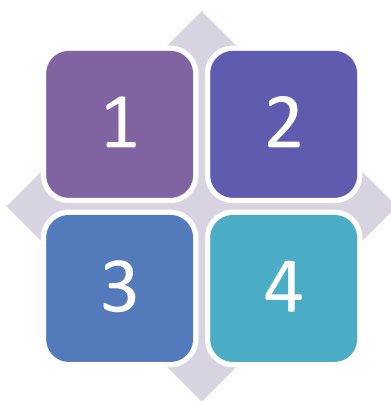
$$P(X_{n+1} = x_{n+1} / X_N = x_n)$$

Esta identidad demuestra que el estado en  $t+1$  solo dependerá del estado en  $t$ , y no de la evolución anterior de la sucesión. Para este caso en particular, ésto se define como: la probabilidad de que el individuo se matricule en el periodo  $t+1$ , dado que ese mismo sujeto se matriculó en el período  $t$ .

Así se crea nuestra cadena de Markov definida como una serie de eventos donde la probabilidad de ocurrencia de un evento depende del evento inmediato anterior. Se dice que esta cadena tiene memoria, dado que recuerdan el último evento y esto condiciona con las posibilidades de los eventos futuros, es justamente esto lo que distingue este método de las series de eventos independientes. Cada ensayo debe tener el mismo número finito de resultados posibles.

El análisis de Markov permitirá encontrar la probabilidad de que un individuo se encuentre en un estado en particular en un momento dado, también se puede predecir el comportamiento del sistema a través del tiempo.

El proceso que se formula es modelar por medio de la cadena una variable, que cambia de valor con el tiempo, a esto se denomina estado de transición.



Definición de variables aleatoria.

$X_n$  = Corresponde al individuo matriculado en el instante  $n$ .

Los posibles estados son:

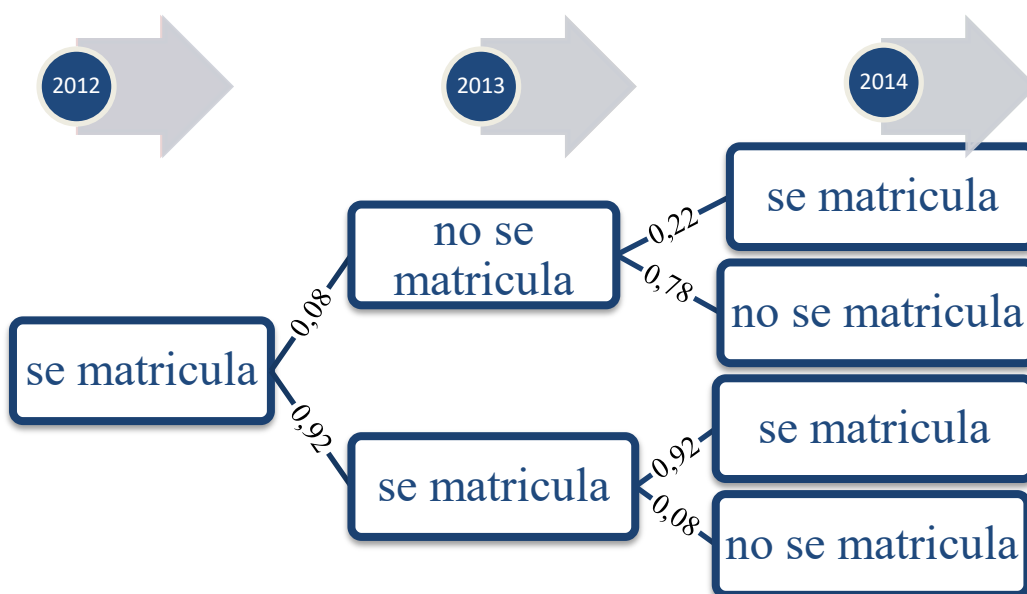
1. Si el individuo  $i$  se matricula en el periodo  $j$  y se matricula en el periodo  $j+1$ .
2. El individuo  $i$  se matricula en el periodo  $j$ , pero ya no se matricula en el periodo  $j+1$ .
3. El individuo  $i$  no se matricula en el periodo  $j$ , pero se matricula en el periodo  $j+1$ .



- El individuo  $i$  no se matricula en el periodo  $j$  y tampoco se matricula en el periodo  $j+1$ .

La cadena de Markov propuesta, se puede visualizar en el diagrama de árbol, donde se muestran los diferentes escenarios en los cuales puede estar un individuo de la muestra, en dos periodos de tiempo.

Ilustración 4.35 Diagrama del árbol. (Matriculación vehicular)



Fuente: (Palacios, 2008)  
 Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

Se puede predecir qué ocurrirá mañana si se sabe que hoy el individuo está matriculado. El individuo se puede encontrar en el estado A o en el estado B, de acuerdo a la decisión que él tome. Por medio del cruce de información se obtuvieron los escenarios posibles, y se construyó la siguiente matriz.

Ilustración 4.36 Probabilidad de matricularse o no.

		2013	
		1	0
2012	1	0,92	0,08
	0	0,22	0,78

Fuente: SRI (2014)  
 Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

Considerando una data con información incompleta, se eligieron 25.191 datos de los cuales:

- 23.266 individuos se matricularon los dos años consecutivos, 1.925 contribuyentes de la muestra se matricularon en el 2012 pero no aparecen en el registro del 2013. Considerando solo autos usados, se excluyen los nuevos, existen 5,522 registros donde el individuo no se matricula en el 2012, pero si lo hace en el 2013. Con esta información, se determinaron las probabilidades de ocurrencia descritos en la matriz de transición de Markov.
- Por ejemplo, la probabilidad de que un individuo  $i$  se matricule en el 2013 dado que se matriculo en el 2012 es de 0,92. Concluyendo, la probabilidad de transición es la probabilidad condicionada de los sucesos.

La variable aleatoria describe al estado inicial del proceso:  $A = (1 \quad 0)$  se define 1 es el individuo se matricula y 0 el individuo no se matricula.

Este vector inicial descrito en términos de probabilidades es el siguiente:

$$A = (0,92 \quad 0,08)$$

Se hallará la probabilidad de que el individuo se matricule dos años consecutivos y que de un año a otro deje de matricularse. Para ello, se usará la matriz de transición en  $N$  pasos. Definida de la siguiente forma:  $P^m$  Es la matriz de probabilidades  $P_{ij}^m$  de que la cadena pase del estado 1 al estado  $N$ , en  $M$  pasos.

Tabla 4.23 Matriz de transición de Markov - caso matriculación vehicular.

	SE MATRICULA EL PERIODO SIGUIENTE	NO SE MATRICULA EL PERIODO SIGUIENTE
2014	0,87	0,13
2015	0,83	0,17
2016	0,81	0,19
2017	0,79	0,21
2018	0,77	0,23
2019	0,76	0,24
2020	0,76	0,24
2021	0,75	0,25
2022	0,75	0,25
2023	0,75	0,25
2024	0,75	0,25
2025	0,74	0,26
2026	0,74	0,26

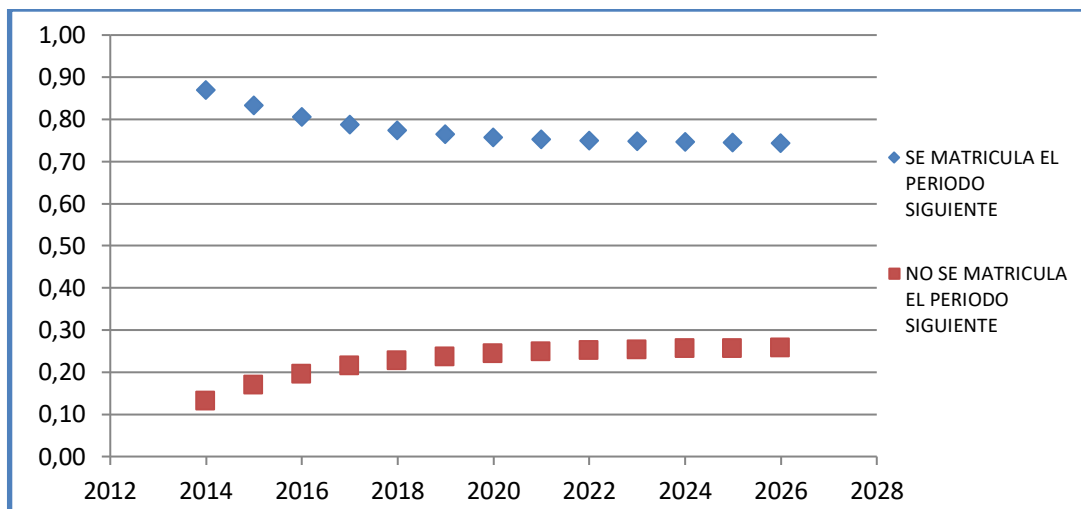
Fuente: SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde (2014)

Para el año en curso (2014) se puede decir que la probabilidad de que el individuo se matricule este año dado que el año pasado también lo hizo es de 0,87. Mientras que la probabilidad condicional de que ya no cancele este año su matrícula es de 0.13. En el gráfico detallado se puede ver como ambas probabilidades convergen a un punto, de donde se obtendrá la matriz de transición estacionaria del sistema.

El vector que define el estado estacionario de acuerdo a la matriz de transición de Markov corresponde al vector de estado:  $A_{k+n} = A_K * P = (0,70 \quad 0,30)$

Ilustración 4.37 Matriz de transición estacionaria.



Fuente: SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

A pesar de conocer la situación del individuo  $i$ ,  $n$  periodos hacia adelante no se puede asegurar que así sea. Dado este estudio previo se establece que el comportamiento del individuo, es por ello que para evaluar si existen variaciones en el parque automotor de la ciudad de Guayaquil ocasionadas por la implementación del IACV, se formula un modelo de elección binaria.

Si la probabilidad de matricularse dos periodos consecutivos es del 92%, y la de no matricularse es del 8%. Con este preámbulo se plantea el modelo que consiste en explicar la probabilidad de que él se matricule dado ciertas características, este estudio podrá dar indicios del comportamiento de un individuo dada ciertas características.

#### 4.6 FORMULACIÓN DEL MODELO DE RESPUESTA BINARIA:

Para la estimación de los coeficientes del modelo y de sus respectivos errores estándar se recurre al cálculo de estimaciones por el método de máxima verosimilitud, el cual consiste en estimaciones que hacen máxima la probabilidad de obtener los valores de la variable dependiente.

En lo que respecta a las estimaciones máximo-verosímiles se recurre a métodos iterativos, conocido como el método de Newton-Raphson. De estos métodos surgen no sólo las estimaciones de los coeficientes de regresión, sino también de sus errores estándar y de las covarianzas entre las variables del modelo. Se plantea el modelo con las variables seleccionadas, de la siguiente manera: (Iglesias Cabo, 2012, p. 14)

Fórmula 4.3 Planteamiento de la función logística.

$$y_i = \frac{1}{1 + e^{-\alpha - \beta_k x_{k+1}}} = \frac{e^{\alpha + \beta_k x_{k+1}}}{1 + e^{\alpha + \beta_k x_{k+1}}} + \varepsilon_i$$

Lo cual es equivalente a:

Fórmula 4.4 Función logística expresada en términos de razón.

$$\ln \frac{p(x_i)}{1 + p(x_i)} = \alpha + \sum_{j=1}^J \beta_j x_{ij}$$

Con lo cual hace que el modelo no salga del rango (0,1).

Las principales características de la curva de respuesta es cuando se tiene que la curva tiene forma de S y está acotada dentro del intervalo de valores [0,1], siendo las rectas  $Y=0$  e  $Y=1$  asíntotas horizontales. El crecimiento de este tipo de curvas es monótono, puede ser creciente bajo la condición siguiente: Si  $b>0$  la probabilidad de respuesta tenderá a 1 para  $x \rightarrow \infty$  y a 0 para  $x \rightarrow -\infty$ . La situación se invierte si  $b<0$ . Si  $b=0$ , la curva es en realidad una recta e  $Y$  es independiente de  $x$ .

Como se había expresado antes se realizó el proceso de reducción de variables, hasta tener un modelo que explique el comportamiento de porque un individuo decide o no matricularse. Mediante el proceso de eliminación "hacia atrás", Se llegó al modelo que se planteará a continuación. De esta forma al realizar la prueba de significancia de las variables de forma global se seleccionó el siguiente modelo, para facilidad de estimación los cálculos se realizaron en el paquete estadístico STATA 12.0.

#### **Variables independientes:**

$X_1$ = Impuesto al rodaje

$X_2$ = estado civil del contribuyente (1 si es casado, 0 si es soltero)

$x_3$ = Impuesto Ambiental a la Contaminación Vehicular (IACV)

$X_4$ = Impuesto Vehículos Motorizados (IVM)

$X_5$ = Ingreso promedio anual

En base al proceso de máxima verosimilitud, se obtuvo los estimadores que maximizan la función en 4 procesos iterativos. Se realizó el modelo con un total de 25.191 observaciones, dado que no se disponía de información completa de todas las variables. De las siguientes variables se puede ver que IVM - IACV no poseen significancia individual, no obstante el modelo posee significancia conjunta y representa

un buen ajuste para explicar el suceso de estudio, es por ello que fueron consideradas dentro del análisis, esto se lo puede comprobar mediante la prueba chi-cuadrado de significancia conjunta mostrada en el resumen estadístico.

El impuesto a los vehículos motorizados (IVM) o el impuesto fiscal representa un cargo que se le da a una persona por tener un vehículo. Es muy posible que, para los contribuyentes que ya tengan un auto represente un costo hundido. Este impuesto se calcula a partir del avalúo, en cuanto el avalúo se estacione en 4.000 dólares el impuesto es despreciable.

La naturaleza de este impuesto es representar para una persona un impuesto por uso, tal como los impuestos a las tierras rurales u otros. Es por eso que intuitivamente podría decirse que no causa efecto en la decisión de matricularse o no, dado que ya forma parte de su vector fiscal desde el primer día que adquiere un vehículo. Es así como este impuesto anual por la propiedad no influye en la probabilidad de nuestra variable de estudio.

La segunda variable no significativa es objeto de nuestro análisis, el impuesto ambiental a la contaminación vehicular como es una variable no significativa individualmente, es posible que no influya en la decisión de una persona puesto que, el valor a pagar por concepto de este impuesto es relativamente bajo. Si bien es cierto que el impuesto busca gravar la contaminación se impuso una disposición transitoria que da rebaja hasta del 80% a los autos mayores a 5 años y con un cilindraje mayor a los 2500cc, esto como medida de evitar la regresividad de este tipo de impuestos, no obstante al corto plazo no se puede ver variaciones en los patrones de consumo del los guayaquileños, además se debe de considerar que como se vio con anterioridad la mayoría de autos de la ciudad se encuentran dentro de este rango.

Un objetivo implícito dentro de la aplicación de todo impuesto con fines ambientales es reducir lo que produce contaminación, no obstante esto no es permisible totalmente. Se recuerda que las personas responden a incentivos, si se les incluye otras cargas fiscales en vez de reformar la existente podría resultar no eficiente la implementación.

#### 4.6.1 Test de significancia conjunta:

Mediante la prueba chi cuadrado para diferencia de medias se ha podido determinar que existen casos en los cuales unas variables resultan no estadísticamente diferentes de cero, no obstante representa un aporte para la explicación del modelo. (Walpole E., Myers H., & Myres L., 2007)

Este es el caso de las variables: Impuesto Vehículos motorizados e impuesto ambiental. Como se demuestra, el estado civil, ingreso y el impuesto son conjuntamente significativos, lo cual aportan un efecto conjunto que a la explicación del modelo.

Ilustración 4.38 Test de significancia conjunta de las variables.

```

test  EST_CIVIL IMP_RODAJE INGRESO
( 1)  [SE_MATRICULA]EST_CIVIL = 0
( 2)  [SE_MATRICULA]IMP_RODAJE = 0
( 3)  [SE_MATRICULA]INGRESO = 0

      chi2( 3) =    21.48
      Prob > chi2 =    0.0001

```

Fuente: SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde

Así también puede demostrarse lo mismo para el caso del impuesto a los vehículos motorizados y el impuesto ambiental, puesto que posee un efecto conjunto con los demás impuestos. Por lo tanto, ambas variables son conjuntamente significativas. Es por ello que han sido consideradas parte del estudio, por el aporte explicativo que le da al modelo. El valor total de los impuestos representa una variable que afecta negativamente al comportamiento de matricularse o no, pero parece que no están dando los efectos que se esperaría.

Ilustración 4.39 Test de significancia conjunta de los impuestos.

```

test  IACV IVM IMP_RODAJE
1)    [SE_MATRICULA]IACV = 0
2)    [SE_MATRICULA]IVM = 0
3)    [SE_MATRICULA]IMP_RODAJE = 0

      chi2( 3) =    13.29
      Prob > chi2 =    0.0041

```

Fuente: SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde

#### 4.6.2 Test de bondad de ajuste:

**Prueba de Hosmer-Lemeshow.** (Iglesias Cabo, 2012, p. 18)

Ilustración 4.40 Prueba de hipótesis del test de HOSMER.

$$H_0: \rho_j = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x)} \quad \forall_j = 1 \dots J$$

$$H_0: \rho_j \neq \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x)}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x)} \quad \text{Para algún } j$$

La prueba de bondad de ajuste que se plantea es la especificada en la parte superior. Donde la hipótesis nula expresa que los datos observados son iguales a los estimados. La probabilidad se expresa en términos del modelo que se estima. Si los datos observados se ajustan a los estimados entonces se tendrá un buen ajuste en el modelo.

Ilustración 4.41 Resultados del test de bondad de ajuste

Logistic model for MATRI, goodness-of-fit test						
(Table collapsed on quantiles of estimated probabilities)						
Group	Prob	Obs_1	Exp_1	Obs_0	Exp_0	Total
1	0.9148	2281	2285.8	239	234.2	2520
2	0.9178	2310	2308.4	209	210.6	2519
3	0.9198	2312	2315.4	207	203.6	2519
4	0.9225	2306	2320.6	213	198.4	2519
5	0.9243	2336	2326.7	183	192.3	2519
6	0.9262	2335	2330.9	184	188.1	2519
7	0.9282	2360	2335.4	159	183.6	2519
8	0.9292	2325	2339.1	194	179.9	2519
9	0.9311	2341	2343.2	178	175.8	2519
10	0.9918	2356	2356.6	163	162.4	2519

number of observations = 25191  
number of groups = 10  
Hosmer-Lemeshow chi2(8) = 6.71  
Prob > chi2 = 0.5685

Fuente: SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde

Mediante la separación de 10 grupos de acuerdo a sus probabilidades estimadas, se obtuvo el valor de Hosmer-Lemeshow que obedece a una distribución chi cuadrado, se consuma que no se rechaza la hipótesis nula, dado un nivel  $\alpha = 0.05$ . Por lo tanto, se concluye que el modelo posee un buen ajuste. Sin embargo, dada la naturaleza de estos tipos de test, se decidió pasarlo por otras pruebas para la verificación de la conclusión antes mencionada.



### Devianza:

En la siguiente ilustración se demostrará la devianza que se contrasta con la siguiente prueba de hipótesis.

$$H_0 = \beta_i = 0$$

$$H_1 = \beta_i \neq 0$$

Ilustración 4.42 Resultados del test de Devianza.

Measures of Fit for logit of MATRI			
Log-Lik Intercept Only:	-6809.719	Log-Lik Full Model:	-6797.859
D(25185):	13595.718	LR(5):	23.721
		Prob > LR:	0.000
McFadden's R2:	0.002	McFadden's Adj R2:	0.001
ML (Cox-Snell) R2:	0.001	Cragg-Uhler (Nagelkerke) R2:	0.002
McKelvey & Zavoina's R2:	0.004	Efron's R2:	0.001
Variance of y*:	3.304	Variance of error:	3.290
Count R2:	0.923	Adj Count R2:	0.000
AIC:	0.540	AIC*n:	13607.718
BIC:	-241635.168	BIC':	26.951
BIC used by Stata:	13656.523	AIC used by Stata:	13607.718

Fuente: SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde

En el cuadro anterior puede verse los valores del modelo saturado (log – lik full model) y el modelo solo con la constante (log – lik intercept only), estos representan los resultados más importantes del proceso de maximización por máxima verosimilitud. La verosimilitud del modelo solo con la constante representa una medida de la probabilidad de que los datos observados hayan sido generados por un modelo logístico en el cual todos sus coeficientes son cero. Es decir que las variables no tienen ningún efecto sobre la variable dependiente.

En contraste, la verosimilitud del modelo completo expresa la probabilidad que los datos se hayan generado a partir del modelo logístico donde todos sus coeficientes tienen efectos sobre las variables de estudio. Dado los resultados del test, se observa que la probabilidad es menor al 0,05 con lo cual se rechaza la hipótesis nula y se determina que el modelo tiene una buena medida de ajuste.

### Estadístico chi cuadrado de Pearson:

Para concluir se expresa otro estadístico que permite ver la bondad de ajuste de nuestro modelo. El estadístico  $\chi^2$  cuantifica cuánto difieren los valores observados de los valores teóricos. Entre mayor sea este estadístico mayor será la diferencia entre el valor observado y el valor pronosticado. (Iglesias Cabo, 2012, p. 14).

Por lo tanto plantea como:

***H0*** = No existen diferencias significativas entre el observado y el estimado.

***H1*** = Existen diferencias.

Ilustración 4.43 Resultados del test de residuos de Pearson.

```
. estat gof
-----
Logistic model for MATRI, goodness-of-fit test

      number of observations =      25191
number of covariate patterns =      24739
      Pearson chi2 (24733) =      24737.40
              Prob > chi2 =           0.4909
```

Fuente: SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

La hipótesis nula no se rechaza por lo cual se comprueba un buen ajuste del modelo planteado.

#### 4.6.3 Muticolinealidad entre las variables:

Auto correlaciones entre las variables son bajas, por lo tanto presumiblemente se expresa que no existe una relación lineal en ellas.

Ilustración 4.44 Correlación de las variables formuladas.

```
. correlate I_RODAJE EST_CIV IVM ING_ANUAL IACV
(obs=25191)
```

	I_RODAJE	EST_CIV	IVM	ING_AN~L	IACV
I_RODAJE	1.0000				
EST_CIV	0.0562	1.0000			
IVM	-0.0131	-0.0899	1.0000		
ING_ANUAL	0.0118	-0.0119	0.0362	1.0000	
IACV	0.0552	-0.0395	0.2183	0.0691	1.0000

Fuente: SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde

Sin embargo, se puede asegurar que no existe una relación lineal entre las variables mediante la aplicación del comando estat vif (post estimación) donde se reporta el factor de inflación de varianza (VIF) de cada variable explicativa del modelo, el cual consiste en estimar regresiones entre las variables independientes, y luego se aplica la siguiente fórmula:

$$VIF = 1 - R^2$$

La regla sobre este test, es que existe multicolinealidad si el promedio de todos los VIF es mayor a 10. Se obtiene que no es superior por lo tanto, de existir multicolinealidad esta sería moderada.

Ilustración 4.45 Test de multicolinealidad.

Variable	VIF	1/VIF
IMP_RODAJE	2.50	0.400312
IVM	2.09	0.479060
IACV	1.28	0.779681
INGRESO	1.02	0.983026
EST_CIVIL	1.01	0.992074
Mean VIF	1.58	

Fuente: SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde

#### 4.7 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS:

Los resultados directos de la estimación de máxima verosimilitud no proporcionan gran información, dado que la variable independiente no aparece de una forma completamente interpretable puesto que esta representa el logaritmo de la razón de ocurrencia. Por ello, este modelo sufre una transformación que facilitará la evaluación de los resultados.

##### 4.7.1 Odds ratios:

La primera forma de interpretar los resultados, se dan cuando se expresa la ecuación pero sin el logaritmo, lo cual implica que se expresan en ratios. En este caso, los coeficientes descritos mediante este proceso expresan como varía la razón de ocurrencia del suceso mediante un cambio marginal de una unidad de la variable dependiente. (Gujarati, 2004)

Aquellas variables que poseen un coeficiente mayor a la unidad, expresa efectos positivos sobre la razón de ocurrencia. Se recuerda que la razón de ocurrencia no es más que la frecuencia de ocurrencia sobre la frecuencia de no ocurrencia. Si el coeficiente es inferior a la unidad, la razón de ocurrencia disminuye cuando la variable independiente aumenta en una unidad.

Ilustración 4.46 Odd ratios del modelo estimado.

. logistic SE_MATRICULA IACV INGRESO EST_CIVIL IVM IMP_RODAJE						
Logistic regression			Number of obs	=	25191	
			LR chi2(5)	=	30.55	
			Prob > chi2	=	0.0000	
Log likelihood = -6784.4819			Pseudo R2	=	0.0022	
SE_MATRICULA	Odds Ratio	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
IACV	.9998662	.0002033	-0.66	0.510	.9994677	1.000265
INGRESO	1.000008	2.21e-06	3.43	0.001	1.000003	1.000012
EST_CIVIL	1.110682	.0532652	2.19	0.029	1.011041	1.220144
IVM	1.000006	.0000253	0.22	0.822	.9999562	1.000055
IMP_RODAJE	.993697	.0027695	-2.27	0.023	.9882836	.99914
_cons	13.15038	.9173143	36.94	0.000	11.46997	15.07699

Fuente: SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde

Ilustración 4.47 Efectos marginales del modelo LOGIT.

Marginal effects after logit		
y = Pr(SE_MATRICULA) (predict)		
= .92379322		
variable	dy/dx	Std. Err.
IMP_RODAJE	-.000454	.00012
IVM	2.48e-06	.00000
IACV	.0000159	.00002
EST_CIVIL*	.0091793	.00348
INGRESO*	.0028721	.0053

Fuente: SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde

Es así como se distingue que el estado civil del individuo y el ingreso tienen un efecto positivo en la razón de ocurrencia. Mientras que los impuestos poseen un efecto negativo, dado que existen dos impuestos no significativos su estudio no será considerado, pero sin embargo incluirlos permitirá hacer estimaciones más adelante.

- Un cambio de una unidad en el impuesto al rodaje reduce 0.99 veces la razón de ocurrencia de que se matricule, es decir causa un efecto negativo casi perfecto.
- Si el contribuyente está casado la razón de ocurrencia aumenta 1.11 veces, es decir es 1.11 superior que cuando el individuo está soltero, lo cual indica que el estar casado aumenta la razón de que ocurra la matriculación del vehículo.

- Si el impuesto ambiental aumenta en una unidad de dólar, la razón de ocurrencia se reduce 1 vez, lo mismo sucede con el impuesto a los vehículos motorizados. Posee efectos negativos casi proporcionales.

Las variaciones en las razones son de gran interés para la interpretación del modelo, no obstante no ayuda para realizar predicciones. Para conocer cuál de las variables posee un mayor efecto sobre la razón se calcula el inverso de cada uno de los coeficientes, para hacerlos comparables. Donde se puede ver todas las variables tienen efectos comparables sobre la probabilidad de ocurrencia.

Ilustración 4.48 Change in odds.

logistic (N=25191): Factor Change in Odds						
Odds of: 1 vs 0						
SE_MATRICULA	b	z	P> z	e <sup>b</sup>	e <sup>b</sup> StdX	SDofX
IACV	-0.00013	-0.658	0.510	0.9999	0.9842	119.2501
INGRESO	0.00001	3.434	0.001	1.0000	1.1169	14572.4347
EST_CIVIL	0.10497	2.189	0.029	1.1107	1.0532	0.4935
IVM	0.00001	0.225	0.822	1.0000	1.0071	1254.0259
IMP_RODAJE	-0.00632	-2.269	0.023	0.9937	0.9231	12.6538

Fuente: SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde

De acuerdo al grado de importancia de las variables para explicar el modelo se tiene que el ingreso y estado civil son aquellas que poseen un efecto mayor en la probabilidad de que individuo se matricule, siguiendo con esa escala de importancia se encuentran los impuestos.

Para poder interpretar los resultados obtenidos en este tipo de regresiones se efectúan predicciones por medio de sus efectos parciales. De acuerdo a este método, se obtendrán las derivadas parciales de la función con respecto a cada una de las variables, y con esto podrá verse cómo cambia la variable dependiente cuando una variable independiente toma ciertos valores.

#### 4.7.2 Curva de ROC:

Para poder determinar la capacidad predictiva del modelo se utilizó la curva de ROC. Bajo los conceptos de sensibilidad y especificidad se puede determinar si el modelo posee una capacidad predictiva o descriptiva, y en base a esta conclusión poder realizar pruebas de ensayo y error.

Se representan todos los pares (1-especificidad, sensibilidad) obtenidos al considerar todos los posibles valores de corte de la prueba, la curva de ROC facilita una representación global de la exactitud del modelo.

El método a usarse para construir la curva de ROC es el método no paramétrico. Se caracterizan por no hacer ninguna suposición sobre la distribución de los resultados de la prueba diagnóstica. El más simple de estos métodos es el que suele conocerse como empírico, que consiste simplemente en representar todos los pares (FFP, FVP) – es decir todos los pares (1-especificidad, sensibilidad).

Se puede emplear como un índice conveniente de la exactitud global de la prueba: la exactitud máxima correspondería a un valor de ABC de 1 y la mínima a uno de 0.5 (si fuera menor de 0.50 debería invertirse el criterio de positividad de la prueba).

Tabla 4.24 Escenarios de la curva de ROC.

		REAL	
		1	0
PREDICCIÓN	1	12.000	125
	0	11.265	1.800

Fuente: SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde

Se obtuvieron 12.000 casos predichos correctamente, en base a esta información se estimaron los valores de sensibilidad y especificidad del modelo, tal como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 4.25 Sensibilidad y especificidad.

Estado	Probabilidades	
Sensibilidad	Pr(1/1)	0.515796
Especificidad	Pr(0/0)	0.935065
1-especificidad	Pr(1/0)	0.064935
1-sensibilidad	Pr(0/1)	0.484204

Fuente: SRI (2014)

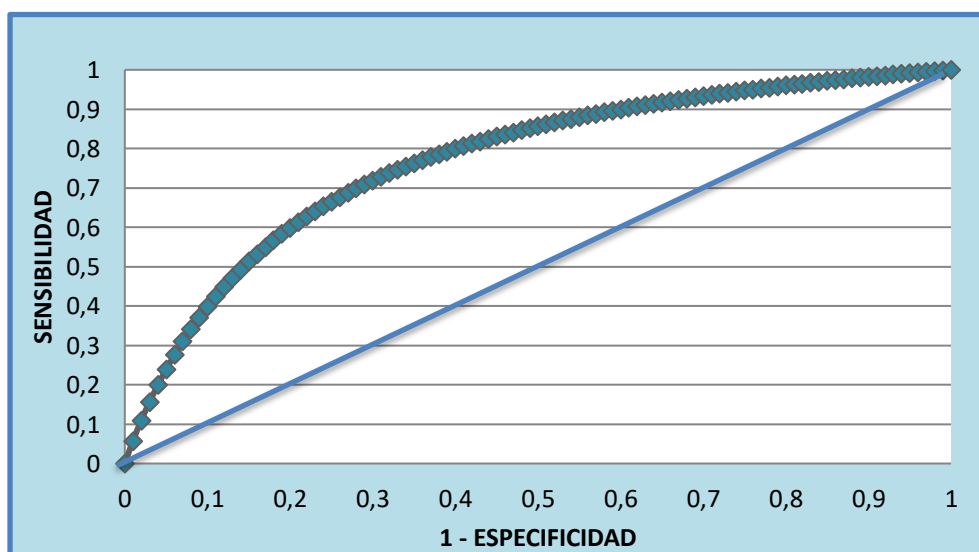
Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde

La sensibilidad es del 52%, lo cual induce a pensar que el modelo puede predecir pero se ajusta mejor para describir la situación actual del problema. La especificidad es del 93%, lo cual ayuda a clasificar correctamente los casos deshabilitados, un punto muy a favor de nuestra investigación, porque justamente se trata de indagar en esa minoría que está dejando de matricularse.

Sin embargo, para aclarar la capacidad de predicción de un modelo es preciso tener un punto de corte, donde tanto la sensibilidad como la especificidad se maximicen. Es por ello, que cuanto más sensible y específica sea la prueba, ésta se moverá más hacia arriba y a la izquierda, dándole una mayor capacidad descriptiva y predictiva al modelo.

Tal como se expresa en el gráfico posterior:

Ilustración 4.49 Curva de ROC



Fuente: SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde

El modelo posee un área bajo la curva de 0.82, lo cual representa una capacidad predictiva buena dentro del rango establecido. El modelo puede usarse como descriptivo o predictivo dado que el área bajo la curva supera el 0.50.

#### 4.7.3 Efectos parciales:

Para determinar cuánto podría ser el impuesto a cobrarse para cambiar la actitud de las personas en querer matricularse o no, se le dará valores al coeficiente del impuesto y se podrá ver hasta qué punto una persona cambia su decisión, bajo los supuestos que:

- Una persona tenga ingresos medio de 12.000 dólares anuales, como es la media de nuestra muestra.
- Se obtuvo la media del valor que pagaron los individuos en su matrícula por concepto de impuesto y se obtuvo como promedio 150 dólares.
- Considerando como punto de partida la media de los impuestos:

Media IACV= \$ 25

Media Impuesto al Rodaje: \$ 26,49

Media Impuesto Fiscal: \$ 45

Dado que los impuestos tienen significancia conjunta se planteó el siguiente modelo, donde se puede ver las tres variables que hacen que el modelo sea el más parsimonioso posible. En un solo rubro se engloban todos los impuestos a cobrarse por concepto de matrícula, el ingreso de las personas y su estado civil.

Ilustración 4.50 Estimación del modelo 2.

SE_MATRICULA	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
TOTAL_IMPUESTOS	-.0000404	.0000158	-2.57	0.010	-.0000713	-9.56e-06
INGRESO	7.16e-06	2.20e-06	3.25	0.001	2.85e-06	.0000115
EST_CIVIL	.0995072	.0479059	2.08	0.038	.0056133	.1934011
_cons	2.438187	.0378381	64.44	0.000	2.364025	2.512348

Fuente: SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde

Se considera importante el estudio de los impuestos en conjunto, dado que la suma de estas tasas impositivas forma parte de la carga fiscal atribuible al individuo. No se debe olvidar que para que un impuesto sea acogido y cumpla con sus características ambientales, debe realizarse un estudio de los demás impuestos que tiene el contribuyente. El fin de implementar esta medida es lograr que el sujeto tenga



incentivos para cambiar sus conductas. Es por ello, que se considera importante el análisis de las políticas públicas adoptadas por las autoridades.

Es así como por medio de esto se realizan pruebas de ensayo y error, y mediante esto se podría cuantificar lo que debería pagar en promedio una persona para que la probabilidad de no matricularse sea al menos del 50%. Es decir se encuentre en un punto de indecisión.

Es así como en la siguiente tabla se presentan estos valores de posibles predicciones dado el modelo planteado con anterioridad.

Tabla 4.26 Resultados de las pruebas de ensayo y error.

<b>VALOR A PAGAR EN IMPUESTOS</b>	<b>PROBABILIDAD</b>
<b>100</b>	0.91
<b>150</b>	0.91
<b>200</b>	0.88
<b>250</b>	0.84
<b>300</b>	0.8
<b>350</b>	0.74
<b>400</b>	0.68
<b>450</b>	0.61
<b>500</b>	0.53
<b>550</b>	0.45

Fuente: SRI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde

Muchas veces la implementación de un impuesto ambiental no resulta ser medida adecuada, deben considerarse varias variables de estudio para la implementación de esta política pública.

No obstante al largo plazo, una vez que se vence la disposición transitoria si el efecto sigue siendo el mismo debería reevaluarse y tener medidas que permitan cumplir el objetivo para lo cual se plantea el impuesto. Sin embargo, dado el modelo planteado con las variables seleccionadas, se podría realizar una reestructuración de los impuestos, para ocasionar cambios en la conducta de las personas en matricularse o no, incluso en la decisión de adquirir o no un auto.

#### **4.8 FORMULACIÓN DE OTRAS MEDIDAS COMPLEMENTARIAS AL IACV.**

Dentro de las grandes medidas adoptadas por los países latinoamericanos, se destaca dos estrategias como son los impuestos a la gasolina, presente en la mayoría de

países latinoamericanos (Gómez & Dalmiro, 2013) y el convertidor de hidrógeno que ha sido una medida adoptada en países europeos. (Carbonell & Escalante, 2013)

Dentro del estudio formulado por Gómez & Dalmiro (2013) se puede expresar los impuestos a la gasolina aplicados en países de la región, como se detalla a continuación:

- Argentina posee impuestos sobre Combustibles líquidos a excepción del gas.
- En Bolivia existe un impuesto Especial a los Hidrocarburos y sus Derivados (IEHD) en el mercado interno.
- Chile posee políticas de Derechos de Explotación; Gasolinas Automotrices; Petróleo diesel; automóviles a gas licuado y Otros.
- En Colombia rige un impuesto Global que establece un impuesto fijo en moneda nacional para la Gasolinas y el ACPM, Sobretasa de 25% sobre el precio de referencia de venta al público por galón para las gasolinas y un 6% para el Diesel (ACPM)
- México, Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS) a las gasolinas y diesel oíl.
- Paraguay, Impuesto Selectivo al Consumo de Combustibles.
- Perú, Impuesto Selectivo al Consumo (ISC).

#### **4.8.1 Propuesta 1: Impuesto a la gasolina.**

Como se conoce por teoría microeconómica, la demanda se caracteriza por tener una pendiente negativa, lo cual ocurre también para el caso de la demanda de combustible, donde se indica que mientras mayor es el precio de los combustibles menor es la cantidad que será demandada. Entonces se llegará a un equilibrio cuando ambas curvas se intercepten.

No obstante, esto no resulta 100% eficiente económicamente hablando, porque no se maximiza el bienestar de la sociedad. El uso de vehículos produce externalidades como contaminación, congestión, accidentes de tránsito, ruido, entre otros y estos efectos no son capturados en el costo de comercialización del combustible por ejemplo. Justamente un impuesto que recoge este efecto es el impuesto pigouviano.

Es así como en varios países de la región se han implementado medidas como impuesto a los combustibles, esto como un instrumento complementario a otras medidas que tienen como finalidad la reducción de los vehículos contaminantes.

Se posee evidencia empírica de que Norteamérica posee los impuestos sobre combustibles más bajos comparados con los países de la OCDE, seguido por los países de Asia-Pacífico, por su lado los países europeos imponen alícuotas más elevadas, en promedio por encima de USD 0,50 por litro. (Gómez & Dalmiro, 2013)

Un punto fundamental para estudiar los impuestos a los combustibles es por medio de los ingresos tributarios donde se muestra una relación con la evolución del precio internacional del petróleo crudo. Es por ello, que un aumento sostenido en el precio de los combustibles durante la última década resultó una reducción de su demanda y su reemplazo por otras fuentes alternativas.

A lo largo de los últimos veinte años en su mayoría los ingresos a impuestos ambientales (alrededor del 90% en promedio) ha provenido casi exclusivamente de gravámenes aplicados sobre las gasolinas, el diesel y los vehículos automotores en general. (Gómez & Dalmiro, 2013)

Como medio de restricción, el gobierno peruano implementó normas que lo ayuden a disminuir el narcotráfico y a la contaminación mediante la ejecución de cuotas de combustibles, es decir, se controlará la cantidad de combustible que usan las personas.

La aplicación de esta medida no es tan buena, ya que distorsiona de cierta manera el mercado, puesto que al haber una cantidad específica de consumo del bien, se podría crear especulación de escasez denotando que las compañías que venden eso suban los precios del bien. (Diario El Correo, marzo 2014)

La aplicación de cuotas de gasolina lo aplica también la ciudad del Zulia, en Venezuela, para que así se pueda controlar el consumo. Se estableció que los vehículos consuman solo 42 litros de combustibles intermediarios, esto lo determinaron las autoridades competentes como son el Ministerio de Petróleo y Minería y la Gobernación del Zulia.

Esta ley consiste en la colocación de un chip en el vehículo, el cual servirá como medio de identificación y se sabrá cuánto combustible ha usado y cuánto le queda de disponible. Se pondrá a cabo una vez que se active el sistema de automatización y control.

Al implementar esta propuesta, además de controlar la contaminación también quieren controlar el contrabando de combustible hacia Colombia. (Yo soy venezolano, mayo 2014)

En Ecuador el presidente de la República ha mostrado algunos proyectos con respecto a cupos de gasolina por familia al año, el cual consiste en que se otorgará una tarjeta electrónica por familia y ésta deberá ser usada cada vez que se vaya a poner gasolina y una vez que se le acaba el cupo de galones, se deberá pagar el precio de mercado, es decir, el precio sin subsidio por cada galón adicional que se quiera usar. (El Diario, enero 2012)

En la presente tabla se presentan 8 países de la región con sus respectivos valores por galón de gasolina/diesel. Ecuador posee los precios más bajos en lo que respecta al precio de los combustibles.

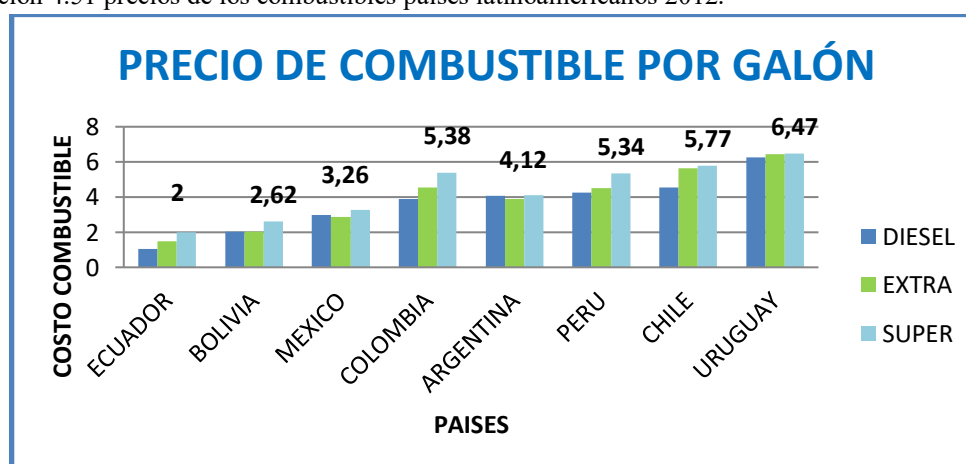
Tabla 4.27 Precios del combustible en países de la región.

PAIS	GASOLINA		
	DIESEL	EXTRA	SUPER
<b>ECUADOR</b>	1.03	1.48	2
<b>BOLIVIA</b>	2.03	2.04	2.62
<b>MEXICO</b>	2.99	2.88	3.26
<b>COLOMBIA</b>	3.88	4.53	5.38
<b>ARGENTINA</b>	4.08	3.87	4.12
<b>PERU</b>	4.24	4.49	5.34
<b>CHILE</b>	4.54	5.62	5.77
<b>URUGUAY</b>	6.25	6.45	6.47

Fuente: AIHE (2012)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

Ilustración 4.51 precios de los combustibles países latinoamericanos 2012.



Fuente: AIHE (2012)

Elaborado por los autores: Figueroa & Valverde (2014)

En nuestro país los combustibles están subsidiados, esto muchas veces suele incentivar el uso de automóviles, con frecuencia aquellos menos eficientes energéticamente, causando así externalidades negativas.

Un impuesto a la gasolina crea incentivos para reducir el kilometraje, Parry y Small (2005) argumentan que para disminuir el congestionamiento vehicular resulta necesario inducir que los usuarios disminuyan el número de kilómetros recorridos. Es por ello, que una estrategia sería incluir un impuesto a la gasolina dentro del cálculo del impuesto ambiental o incluso de forma independiente.

En algunos países el impuesto se utiliza como un sustituto de peajes en carretera, se ha demostrado efectividad de su implementación no obstante el reto realmente es fijar el valor impositivo.

En nuestro país el precio de la gasolina se establece por medio del decreto en la ley de hidrocarburos expedida por el presidente de la república, en donde el mayor de los impuestos que posee este hidrocarburo es el IVA.

Debido a que se considera que en el Ecuador existe esta problemática, se está tratando de implementar la medida de cuota de consumo de combustible, (es decir, su uso va a ser limitado) y se propone plantearla como variable para el cálculo del impuesto ambiental.

Lo que se trata de decir, en pocas palabras, es que el impuesto ambiental a la contaminación vehicular en su base imponible no dependa solo de la antigüedad del vehículo y de su cilindraje, sino que también esté la variable de consumo de combustible en su cálculo.

Se propone esta medida debido a que el consumo de gasolina afecta tanto a la contaminación ambiental como al presupuesto de los consumidores, es decir, podría poseer una alta significancia en el cálculo del impuesto en caso de que se la implementara.

#### **4.8.2 Propuesta 2: Internacionalizar la Externalidad.**

Para poder encontrar solución a las problemáticas encontradas en el país con respecto a la contaminación vehicular y crecimiento del parque automotor, una de las alternativas es tener información de las experiencias de otros países que hayan pasado por los mismos inconvenientes. Con conocimientos de países que hayan solucionado

ésta dificultad se puede salir adelante también. (Tobón Orozco, Sánchez Gandur & Cárdenas Londoño, 2006)

Es de mucha ayuda, poder basarse en políticas ambientales e instrumentos económicos para poder controlar y de cierta forma contrarrestar los efectos de la contaminación vehicular, ya que de esta manera podría disminuirse las emisiones contaminantes y evitar que siga existiendo externalidades negativas para las personas que habitan en las ciudades que presenten problemas de contaminación ambiental. (Tobón Orozco, Sánchez Gandur & Cárdenas Londoño, 2006)

La principal propuesta que se trata de implementar en la ciudad de Guayaquil es el generador de hidrógeno, el cual es un prototipo de un convertidor de hidrógeno diseñado por el ecuatoriano César Torres en diciembre de 2013 y lo que hace es descomponer el agua transformándola en hidrógeno, haciendo que el vehículo genere más potencia. Este dispositivo se lo puede instalar en vehículos a diesel o gasolina, provocando que se ahorre el uso de gasolina en hasta un 40% y también que disminuya la contaminación en un 90%.

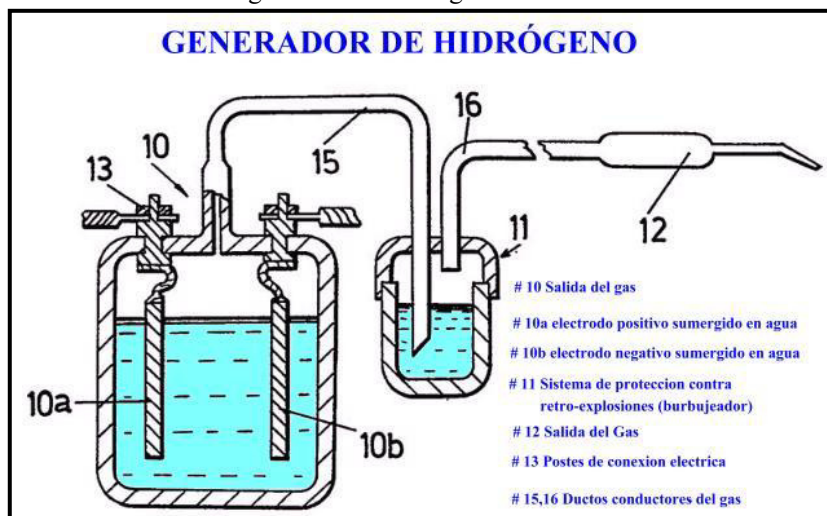
Actualmente, este invento no es muy usado en el país debido a que su implementación requiere un costo alto para nuestra sociedad. Además, no se le ha dado la publicidad necesaria y las personas no conocen su verdadero funcionamiento, que no es solamente contaminar en una menor proporción, sino que también ayuda a efectivizar el consumo de combustible.

Ilustración 4.52 Generador de hidrógeno



Fuente: Proyecto Vive

Ilustración 4.53 Funcionamiento del generador de hidrógeno



Fuente: Proyecto Vive

En México adoptaron la medida de implementar el convertidor de hidrógeno, debido a sus grandes beneficios para el medio ambiente y al ahorro de un 20% del combustible. Al implementar este dispositivo al vehículo, lo que hace es que el mismo sea capaz de generar energía a bordo que produce la hidrólisis, y en este procedimiento se separan las dos moléculas de hidrógeno por una de oxígeno y producen un gas altamente volátil que ayudan a estabilizar el motor.

Organización Editorial Mexicana (junio, 2014) sostuvo que: “Tristán Calleja explicó que el auto no sufre modificaciones, porque el sistema consta de un depósito de agua, un hidrolizador y un filtro que contrarresta el exceso de humedad a través de una manguera; el hidrógeno es introducido por el sistema de admisión, cuya tarea es suministrar grandes cantidades de aire limpio al motor para encender. Destacó que el prototipo cuenta con su propio sistema de seguridad, porque el hidrógeno es un gas que tiene la característica de ser inflamable. Si se produce una flama en el encendido, se activa un interruptor que cortaría el fuego antes de que llegue al depósito de gasolina”.

La aplicación del generador de hidrógeno, también se lo da en Colombia, su procedimiento es mediante la electrólisis, que es la separación de elementos químicos por medio de la electricidad. A partir de esto, se forman las moléculas de hidrógeno, las cuales son transportadas al motor a través de un circuito y esto permite que mejore el octanaje del combustible haciendo que su consumo sea menor; además, de ayudar al motor del vehículo inyectándole más potencia, denotando que trabaje de una manera más eficiente y que se contamine cada vez menos.

Además se hace hincapié de que para la implementación de este generador de hidrógeno no se necesita hacer cambios en el vehículo y su funcionamiento no provoca daños ni en el motor ni en otra parte del mismo, mas bien, ayuda a darle una mejor potencia al motor y hace que su aceleración sea más fácil.

En nuestro país se ha venido usando pero solamente los vehículos que quieran implementarlo, por las razones antes mencionadas, por tanto se propone que esta medida sea un requisito para poder matricular un vehículo, ya que es de gran ayuda contra la contaminación vehicular.

Esta propuesta la he venido aplicando países como Chile, Colombia, Perú, Costa Rica, EE.UU. y Holanda. Su costo varía de entre \$200 y \$800, dependiendo del cilindraje del vehículo. (Diario La hora, agosto 2013)

Una solución que se prevé que tendrá mucha acogida para reducir en mayor proporción la contaminación vehicular es que la industria automotriz ecuatoriana debiera comprar la patente para poder usar el convertidor de hidrógeno como una parte fija del automotor, para que así los vehículos que se vayan haciendo o ensamblando vengan incluidos con este dispositivo, denotando esto que todos los vehículos lo posean.

A continuación se mostrará cuales son las ventajas encontradas gracias a la implementación del convertidor de hidrógeno en los vehículos:

La principal fuente de energía del dispositivo es el agua, el cual es un recurso que se lo encuentra fácilmente y es muy abundante. Además de que la combustión del hidrógeno sólo provoca vapor de agua y al tener contacto con el aire no estimula la contaminación al medio ambiente.

Se considera que la combustión del hidrógeno es limpia, ya que no alcanza temperaturas muy altas donde sí se producen los contaminantes.

Como desventaja se encuentra que debido a que es un método poco desarrollado y a que no es un combustible primario se incurre en un costo adicional por obtenerlo. Además, de que el hidrógeno puro tiene un costo alto y hay un gran gasto de energía en la licuefacción del hidrógeno.

En la siguiente tabla se detallan los precios del convertidor de hidrógeno, tomando en cuenta al rango de cilindraje que posee el vehículo:



Tabla 4.28 Precios del convertidor de hidrógeno.

No.	Tramo cilindraje - Automóviles y motocicletas (b)*	Costo del convertidor de hidrógeno
1	Menor a 1.500 cc	200
2	1.501 - 2.000 cc	300
3	2.001 - 2500 cc	400
4	2.501 - 3.000 cc	500
5	3.001 - 3.500 cc	600
6	3.501 - 4.000 cc	700
7	Más de 4.000 cc	800

Fuente: LORTI (2014)

Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde

Mediante cotización se pudo determinar que los vehículos que usen este tipo de catalizador tienen una duración de acuerdo al recorrido como se detalla a continuación:

Tabla 4.29 Especificaciones del convertidor de hidrógeno.

Gene rador	Aplicación	Diám etro	Altura	Intensidad	Funcio namien to Conti nuado* ***	Duración Converte dor /cataliza dor Km	Cauda HHO LPM* **
0.25	Ciclomotos.	60	240	1.2	3	20000	1.2
0,5 L	Pequeñas motocicletas y triciclos.	70	400	1.8	3	20000	2
1 L	Motocicletas y triciclos de gran cilindrada.	90	270	2.2	4	20000	3.5
1,5 L	Vehículos pequeños.	90	320	3	4	20000	4.5
2 L	Vehículos medianos y pequeño todoterreno y furgonetas.	110	315	4.5	4	40000	6
3 L**	Vehículos grandes, furgonetas y todoterrenos.	110	435	5	4	40000	6.5
4 L	Grandes todoterreno, 4x4, tractores y camiones pequeños.	110	550	5	5	40000	6.5
5 L	Camiones y tractores medianos.	110	675	5	6	40000	6.5
6 L	Embarcaciones, calderas y camiones grandes.	110	730	5.5	7	40000	6.5

Fuente: Hidrocar Ecológico

Elaborado por los autores: Figueroa &amp; Valverde

#### 4.9 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA.

La matriz de transición de Markov, uno de los métodos usados en esta investigación, posee grandes características que enriquecen el análisis, no obstante también presenta desventajas. Una de las más relevantes son los efectos en la parte de la entrada y la salida, es decir, si sucediere algo en la probabilidad de ocurrencia del evento (entrada), esto iba a afectar en la probabilidad de no ocurrencia del mismo (salida), en pocas palabras requieren soluciones separadas y sólo puede incrementarse una si la otra disminuye y viceversa, denotando esto que inevitablemente se acercarán a la diferencia entre ambas de cero, aunque nunca serán cero.

Otras de las limitaciones observadas para las cadenas de Markov es la no existencia de conjuntos de soluciones cerradas, cuando se quiere aplicar para modelos de simulación, se precisa de bastante tiempo para plantearlos y ponerlos en práctica.

Como se tiene conocimiento, la aplicación de este método no es muy complicada porque su representación es muy resumida con respecto a todo lo que se trata en su forma original, lo cual se lo puede observar como una desventaja debido a que su interpretación requiere de un mayor nivel de información. (Polo Rojas, 2005)

Otra limitación para nuestra investigación, fue la baja disponibilidad de los datos especializados y ordenados de una forma correcta. Resultaría conveniente para futuros análisis poder experimentar el modelo de respuesta binaria con otras variables socioeconómicas relacionadas, además de no solo poseer una muestra con datos completos, sino la base de datos completa con todos los valores requeridos.

También se deja en consideración la posibilidad de analizar otras propuestas o alternativas de forma independiente, puesto que la elaboración de las mismas consisten en formular otro documento de tesis, además que sería costosa de analizar de manera no teórica, por todas las investigaciones, procedimientos, técnicas e instrumentos necesarios para llevarla a cabo, por todas estas razones es que en el presente trabajo se ha tratado de esta manera.

Para poder haber realizado un análisis más detallado y obtener resultados más precisos del método aplicado, se necesitaba de una mayor cantidad de datos pero que lastimosamente no se pudieron obtener, además de que por sí la recaudación de esta información solo era disponible para dos años completos y el año en curso, ya que la

aplicación del impuesto ambiental se lo propuso en el 2011 pero se lo puso en marcha a partir del 2012.

El modelo LOGIT representa un método de gran aporte, sobre todo porque esta investigación busca explicar si existe algún cambio en el comportamiento de los individuos. Sin embargo, también presenta disyuntivas entre grandes investigadores que expresan que no es un modelo robusto.

No obstante, si se lo plantea de forma adecuada y se logra tener la información necesaria de cada individuo de forma fiable, se lograría explicar varios comportamientos al momento de matricular o no un vehículo.

Para futuras investigaciones se recomendaría complementar la data disponible, con encuestas, entrevistas o incluso grupos focales, en donde se pueda tener también una investigación exploratoria de los sucesos.

## CAPÍTULO V

### 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

1. Se concluye que la implementación del impuesto ambiental, no causa reducciones del parque automotor, dado que no es significativo de acuerdo al modelo planteado. En base al modelo de respuesta binaria formulado, este impuesto no cambia el comportamiento de los individuos de matricularse o no, lo cual no conlleva a esperar reducciones del número de vehículos que circulan en la ciudad.
2. Dada la implementación de un impuesto, se espera una menor cantidad de vehículos matriculados, sin embargo no se ve variaciones en el parque automotor, esto se puede corroborar con la información que proporciona el índice de motorización de la ALADDA, donde se expresa que en nuestro país por cada 1000 habitantes existen 8 vehículos nuevos cada año, este comportamiento no se ha visto afectado y se mantiene desde el año 2011.
3. Un impuesto ambiental debe estar acompañado de otros instrumentos fiscales que soporten su aplicación, respalden y ayuden alcanzar el fin ambiental para el cual fue creado. Un pro de esta imposición es afectar a otros sectores de la economía, sin embargo, este peso puede ser distribuidos a darle al mismo una carga menor a ese sector por medio de otras imposiciones.
4. Debe tomarse en cuenta que con la implementación de esta medida, no solo están involucrando al medio ambiente sino también a la economía del país, ya que si se reduce el parque automotor, no sólo se va a contaminar en una menor proporción sino que también se está dejando de vender vehículos, afectando esto al desarrollo de la economía ecuatoriana, porque se ve afectado en disminución de plazas de empleo, recorte de personal, entre otros.

5. Como se pudo determinar para el caso de la ciudad de Guayaquil, existe una estrecha relación entre el PIB en términos de ingreso y las ventas de autos, esta relación positiva indica que ambas variables poseen comportamientos similares, lo cual no puede ser excluido del análisis de la política ambiental. La reducción del parque automotor también puede disminuir la productividad de un país, lo óptimo no es eliminar vehículos sino cambiar patrones de consumo y que las personas opten por autos menos contaminantes.
6. No existen grandes reducciones en los precios promedios de los vehículos comercializados en el país. Los automóviles y las camionetas mantienen su participación dentro de las ventas del mercado de 40% y 20% respectivamente. Esto puede atribuirse a las facilidades de créditos que experimenta el sector, la tasa activa referencial se mantiene en el 16%, donde la banca privada financia hasta el 70% del valor del vehículo.
7. Guayas es la segunda provincia que posee grandes recaudaciones de este impuesto, representando el 22% de las mismas. Guayaquil es el cantón de mayor aporte a dicha recaudación.
8. La fórmula de cálculo del IACV le da un mayor peso al cilindraje del vehículo, y a la antigüedad le da un peso que no sobrepasa del 20%.
9. Dentro del proceso de matriculación se obtuvo un crecimiento interanual del 17%, mediante cruce de información se determinó que el 92% de los autos matriculados en año anterior se volvieron a matricular en el 2013.
10. El número de vehículos nuevos comercializados en Guayaquil creció a razón del 22%, en relación con el año anterior. Dentro de este crecimiento los autos de cilindraje entre 0 a 1500 crecieron un 25%, seguido de autos con cilindraje entre 2501 – 3000cc que de forma interanual crecieron un 22%, y los vehículos de 3501 – 4000cc crecieron interanualmente en el 21%.
11. De acuerdo a pruebas de ensayo y error, bajo el modelo de respuesta binaria planteado, se determinó que la probabilidad de que un auto matriculado en el año actual no se matricule el próximo año sea del 50%, lo cual causaría indecisión, es cuando el valor global de los impuestos oscila

alrededor de los 500 dólares, considerando que actualmente los individuos pagan un promedio por concepto de IACV= \$ 25, Impuesto al Rodaje: \$ 26,49 e Impuesto Fiscal: \$ 45.

12. Se debe estudiar cómo funcionan los sistemas de incentivos y especialmente como se reestructurarían para dirigir a las personas a tomar decisiones con estilos de vidas favorables con el medio ambiente.
13. Se recomienda que se realicen más investigaciones a fondo con respecto a la implementación de un convertidor de hidrógeno para los vehículos, se ha planteado esta propuesta dado que en muchos países, tanto latinoamericanos como europeos, lo han aplicado antes y han tenido buenos resultados, pero sería bueno que haya un plan piloto de esta medida para así verificar su acogida en nuestro país y tener conocimiento de qué tan factible es esta medida aquí, ya que nuestro estudio no abarca hasta esa instancia.
14. También sería muy beneficioso que se tomaran más en cuenta los problemas ambientales que está sufriendo la ciudad de Guayaquil, ya que si no se controlan a tiempo podrían llegar a estancias mayores y llegar a ser un verdadero problema para las autoridades y para los habitantes guayaquileños.
15. Se deberían hacer estudios con el que se cuenten con una mayor cantidad de datos, puesto que por la limitación de acceso a información y falta de recursos no se pudo hacerlo; y, con esto se podría hacer un análisis más profundo y mayor, para lograr verificar cuales son las variables indicadas para el cálculo de un impuesto ambiental, ya que el actual no está teniendo los resultados que en una primera estancia se esperaban que tuviesen.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Acquatella, J. (2001, enero). *Aplicación de instrumentos económicos en la gestión ambiental en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile.
2. Acquatella, J., & Bárceno, A. (2005, diciembre). *Política Fiscal y Medio Ambiente: Base para una Agenda Común. Santiago de Chile, América Latina y El Caribe*. Obtenido en 2014
3. Asociación de Empresas Automotrices Del Ecuador. (2013). *Anuario 2012*. Quito.
4. Asociación de Empresas Automotrices Del Ecuador. (2014). *Anuario 2013*. Quito.
5. Asociación de Empresas Automotrices Del Ecuador. (2014, 10 de julio). *El sector en cifras*. Obtenido de <http://www.aeade.net/cifras.htm>
6. Asociación de Empresas Automotrices Del Ecuador. (2014, 10 de julio). *Cifras*. Obtenido de [http://www.aeade.net/web/index.php?option=com\\_content&view=article&id=145&Itemid=80](http://www.aeade.net/web/index.php?option=com_content&view=article&id=145&Itemid=80)
7. Agencia Pública de Noticias del Ecuador y Suramérica: Andes. (2013, 22 de septiembre). *Ecuador ampliará la producción de biocombustibles hasta el 2020*.
8. Asociación latinoamericana de Distribuidores de Automotores. (2014). *Índice de Motorización*. Obtenido de [www.aladda.com](http://www.aladda.com)
9. Almeida. (2003). *Ecuador: Política Fiscal verde*. Quito: CEPAL.
10. Barry, F. (2003). *Economía Ambiental*. McGraw-Hill.
11. Brailovsky, A. (2012, Mayo). *Impuestos Ambientales - Pagar para contaminar. Santiago de Chile*.
12. Bravo, D., & Javiera, V. (2008). *Microeconomía aplicada*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
13. Carbonell, J., & Escalante, R. (2013). *Política Fiscal y Contaminación Ambiental. Lima: UNALM - Revista Natura*.
14. *Carros son los que más contaminan*. (2011, 28 de agosto). *Diario Hoy*. Obtenido de <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/carros-los-que-mas-contaminan-496818.html>
15. Corvalán Roberto (1998). *Contaminación Atmosférica en la Ciudad de Santiago*. Ciencia al Día, abril, Volumen 1, Número 1.
16. Diario El Comercio. (2012, Abril). *El nuevo octanaje de la gasolina en el Ecuador*. Obtenido de <http://especiales.elcomercio.com/2012/04/gasolina/>
17. Diario El Universo. (2014, 14 de julio). *Avenidas con mayor tráfico en Guayaquil*. Obtenido de <http://www.eluniverso.com/2005/09/07/0001/18/2AFDAF3352FF4F0A8B9398C7E09327D6.html>
18. Diario La Hora. (2013, 18 de agosto). *Ecuatoriano inventa un aparato para ahorrar combustible*. Obtenido de

- [http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101550362#.U-Oq\\_ON5PfA](http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101550362#.U-Oq_ON5PfA)
19. Ecuador en cifras. (2012, 1 de noviembre). **Análisis sectorial: Guayas y Pichincha lideran el mercado del sector automotriz en Ecuador.** Inflo/economía, p.3.
  20. **Excesiva importación de vehículos.** (2012, 23 de junio). Diario La Hora
  21. Gómez, C. M. (2000). **Teoría económica de los impuestos pigouvianos: información y eficiencia.** *Red de revistas científicas de América Latina y el Caribe.*, 93-123.
  22. Gómez, J., & Dalmiro, M. (2013, Octubre). **Política tributaria y protección del medio ambiente.** Santiago de Chile: Naciones Unidas.
  23. Gómez, J., & Morán, D. (2013). **Política tributaria y protección del medio ambiente.** Santiago de Chile: CEPAL.
  24. **Guayaquil tiene 25 puntos críticos de contaminación.** (2005, 7 de septiembre). *Diario El Universo.* Obtenido de <http://www.eluniverso.com/2005/09/07/0001/18/2AFDAF3352FF4F0A8B9398C7E09327D6.html>
  25. Gujarati, D. N. (2004). **Econometría.** México: McGraw - Hill.
  26. Hernández Fausto, A. A. (2014). **El impuesto sobre la gasolina.** Santiago de Chile: CEPAL.
  27. Iglesias Cabo, T. (2012). **Métodos de Bondad de Ajuste en Regresión logística.** Madrid: UGR (Universidad de Granada).
  28. Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM (2001). **The Environmental Debate and the Problem of Urban Air Pollution.**
  29. Investigación de Operaciones II, (2014). **Ventajas y desventajas de la Matriz de Markov.** Obtenido de <http://ideoperaciones.blogspot.com/2010/11/ventajas-y-desventajas-del-uso-de-la.html>
  30. Joanne, G., & Sánchez, S. (2013). **La calidad del Aire en América Latina.** Whashington: Clean Air Institute.
  31. Larraguibel, L., & O'Ryan, R. (2000). **Contaminación del aire en Santiago de Chile.** Chile.
  32. Leandro, G. (2012). **Aula de Economía.** Obtenido de [aula de economia.htmwww.auladeeconomia.com](http://auladeeconomia.com)
  33. López, A., & Sigfredo, A. (2009). **Micro econometría: Modelos de respuesta binaria.** *Huajuapán de León,* México.
  34. MAE. (2003). **Diagnostico Preliminar Gestión de la Calidad del Aire Ecuador.** Quito: OPS.
  35. MAE. (2010). **Plan Nacional de la Calidad del Aire.** Quito, Ecuador.
  36. Mena, J., & Yanez, A. (2006). **Impuestos Ecológicos y la discusión del doble dividendo.** Santiago de Chile: Universidad de Chile.
  37. Mendoza, V., Navarrete, C., & Rivadeneira, I. (2009). **Impacto en el Sector Automotriz y en la recaudación de SRI, del incremento en las tarifas del**



***Impuesto al consumo especial a los vehículos, en la ley de Equidad.  
Guayaquil.***

38. Morán, A. P. (2012). *Industria Terminal Automotriz*. México.
39. Novales, A. (1993). *Econometría*. Madrid: McGRAW - HILL.
40. Oliva, N., & Serrano, A. (2010). *Es posible un impuesto ecológico socialmente progresivo*. Guayaquil: Centro de Estudios Fiscales - SRI.
41. Onursal, B. (1998). *Contaminación atmosférica por vehículos automotores*. Whashington, D. C.: documento técnico del banco Mundial.
42. Organización Panoamericana de la Salud. (1984). *Evaluación Rápida de Fuentes De Contaminación de Aire, Agua y Suelo*.
43. Organización Panoamericana de la Salud, Ministerio de Ambiente del Ecuador, & Organización Mundial de la Salud. (2003, junio). *Gestión de la Calidad del aire*. Quito, Pichincha, Ecuador.
44. Palacios, F. (2008). *Cadena de Markov*. Barcelona - España.
45. *Para 2014 se estima que en la ciudad circularán cerca de 445 mil vehículos privados y públicos: El parque automotor crece más que la población*. (2013, 8 de agosto). Diario El Telégrafo.
46. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2000, 10 de enero). *Desafíos y propuestas para una implementación más efectiva de instrumentos económicos en la gestión Ambiental de América Latina y el Caribe*. Lima: CEPAL.
47. Prefectura del Guayas. (2012). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. Guayas*.
48. Revista Líderes. (2014). *Informe de la economía ecuatoriana*. Obtenido de [http://www.revistalideres.ec/informe-semanal/Ecuador-BCE-\\_informe-economia\\_ecuatoriana-industria-competitividad\\_0\\_1128487153.html](http://www.revistalideres.ec/informe-semanal/Ecuador-BCE-_informe-economia_ecuatoriana-industria-competitividad_0_1128487153.html).
49. Reyes Gil Rosa, Galván Rico Luis y Aguilar Serra Mauricio (2005). *El precio de la contaminación como herramienta económica e instrumento de política ambiental*. Intercadencia, vol. 30, núm. 7, julio, 2005, pp. 436-441, Asociación Intercadencia. Venezuela.
50. Rivadeneira, A. (2011, noviembre). *Fiscalidad ambiental en Ecuador*. Centro de Estudios Fiscales - SRI.
51. Rojas Néstor Y. (2007). *Foro Nacional Ambiental: Documentos de Políticas Públicas 18. Aires y Problemas Ambientales de Bogotá*.
52. Rojas Polo Jonathan E., (2014). *Cadenas de Markov*. Obtenido de <http://es.calameo.com/read/00256326967222259e91f>
53. Salas Sandoval Ignacio y Contreras Gonzales Vicente (2012). *Contaminación Ambiental del Aire en Buenos Aires, Argentina*. Revista Interamericana de Ambiente y Turismo, Volumen 8, Número 1, 34-41.
54. Sanhueza, R. (2000). *La licitación de recorridos en Santiago*. Chile.
55. Sica, D. (2012, mayo). *Las perspectivas del mercado automotriz mundial*. Argentina.

56. Simbaña Molina Sandra, (2012, p, 20). *Desarrollo de un Score de crédito para el financiamiento automotriz, con base en el análisis estadístico de variables.*
57. Stiglitz, J. E. (2003). *La Economía del Sector Público.* Antoni Bosch.
58. *Taxistas le apuestan al gas.* (2013, 25 de diciembre). Diario La Hora.
59. Tobón Orozco D., Sánchez Gandur A., Cárdenas Londoño M. (Septiembre, 2006). *Regulación ambiental sobre la contaminación vehicular en Colombia: ¿hacia dónde vamos?* Centro de Investigaciones Económicas de la Universidad de Antioquia.
60. Villegas Mendivil Waldo (2012). *“Impuesto municipal a la contaminación vehicular IMCV, caso Santa Cruz de la Sierra”.* Perspectivas, Año 15 – N° 29 – noviembre 2012. pp. 7-70. Universidad Católica Boliviana “San Pablo”. Cochabamba.
61. Walpole E., R., Myers H., R., & Myres L., S. (2007). *Probabilidad y estadística para ingenieros.* PEARSON.
62. Wooldridge, J. (2006). *Introducción a la econometría.* Michigan State University: Thomson-Paraninfo.

## ANEXOS

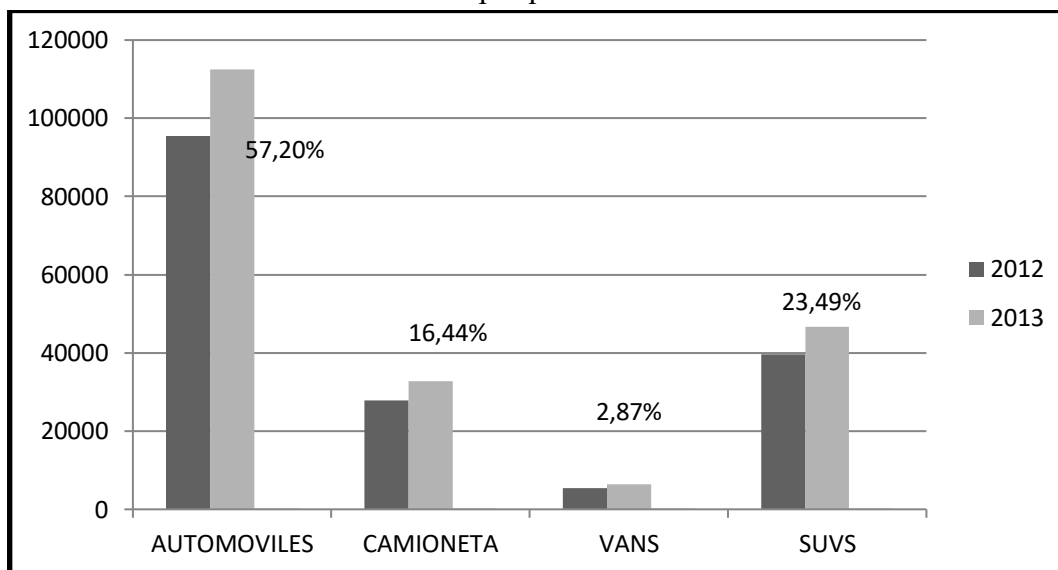
Anexo 1. Parque automotor de acuerdo a su antigüedad.

AÑO	RANGO	CANTIDAD
2012,2011,2010,2009	Menor de 5 años	55300
2008,2007,2006,2005,2004, 2003	5 - 10 años	78777
2002,2001,2000,1999,1998	11 - 15 años	10652
1997,1996,1995,1994,1993	16 - 20 años	27
1992 -> Atrás	21 en Adelante	8

Anexo 2. Parque automotor de acuerdo a su clase.

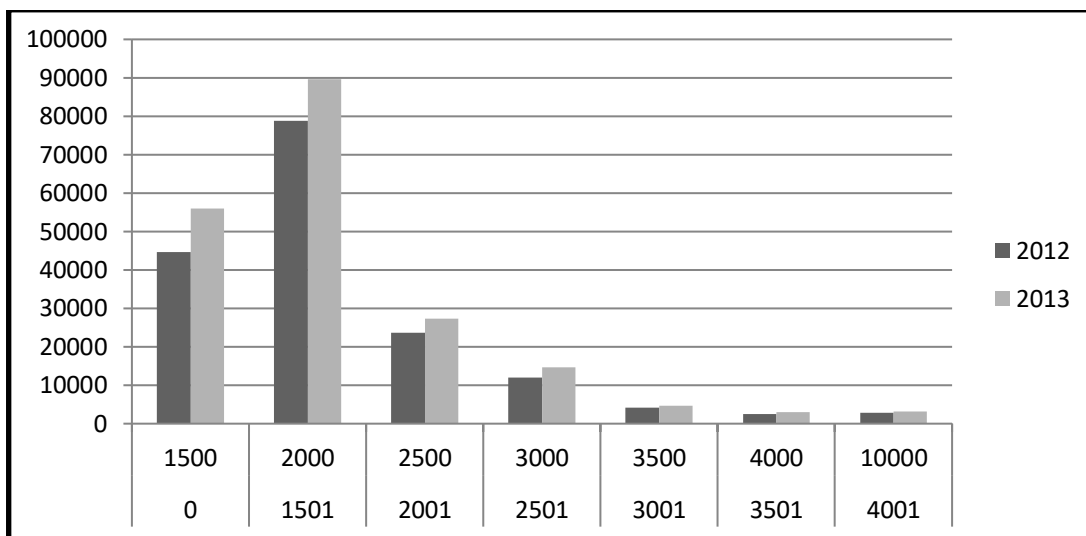
CLASE	2012	2013
AUTOMOVILES	95.497	112.446
CAMIONETA	27.849	32.719
VANS	5.488	6.339
SUVS	39.685	46.644
TOTAL	168.519	198.148

Anexo 3. Gráfico de la variación del parque automotor de acuerdo a su clase.



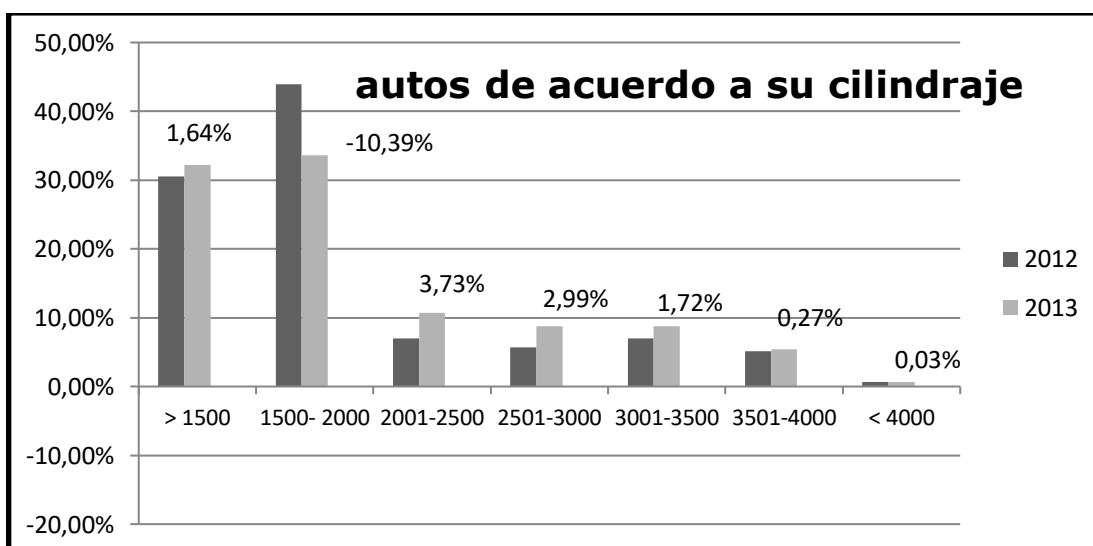
Anexo 4. Parque automotor de acuerdo a su cilindraje.

RANGO	2012	2013
0 1500	44579	55948
1501 2000	78761	89652
2001 2500	23730	27243
2501 3000	11982	14592
3001 3500	4153	4609
3501 4000	2492	3019
4001 10000	2820	3085



Anexo 5. Variación del parque automotor de acuerdo a su cilindraje.

CILINDRAJE	2012	2013
> 1500	30.57%	32.21%
1500- 2000	43.95%	33.56%
2001-2500	7.01%	10.74%
2501-3000	5.73%	8.72%
3001-3500	7.01%	8.72%
3501-4000	5.10%	5.37%
< 4000	0.64%	0.67%



## Anexo 6. PIB (enfoque del ingreso / miles de dólares)

Variable	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Remuneraciones	16,106,689	19,119,405	21,864,162	23,238,230	26,899,816	30,879,612	34,035,878
+ Otros impuestos sobre la producción	161,851	191,452	237,871	282,834	380,371	590,876	701,093
+ Excedente Bruto de Explotación e Ingreso Mixto	32,242,363	40,240,045	36,911,242	42,978,396	49,256,028	52,084,550	55,218,834
= VALOR AGREGADO BRUTO	48,510,903	59,550,902	59,013,275	66,499,460	76,536,215	83,555,038	89,955,805
+ Otros Elementos del PIB**	2,496,874	2,211,733	3,506,411	3,055,907	2,740,449	4,068,373	4,516,875
= PRODUCTO INTERNO BRUTO	51,007,777	61,762,635	62,519,686	69,555,367	79,276,664	87,623,411	94,472,680

## Anexo 7. Muestra de la base de datos.

NÚMERO PLACA	CILINDRAJE	ANTIGÜEDAD	IMPUESTO FISCAL	IMPUESTO RODAJE	IMPUESTO AMBIENTAL	VALOR MATRICULA	INGRESO MENSUAL
AAU0886	1600	11	189.59	20	8.80	264.39	366
AAW0142	1500	7	79.78	15	0.00	140.78	464
ABA1046	1600	4	245.78	20	8.00	319.78	385
ABA5380	2400	0	830.78	50	81.00	1007.78	385
ABA9206	1600	4	368.36	25	8.00	447.36	3816
ABB3479	2400	3	322.60	25	81.00	474.60	3816
ABC1358	1600	4	276.08	25	8.00	355.08	376
ABC1473	2000	12	424.80	30	44.00	544.80	376
ADN0199	2000	12	255.86	20	44.00	365.86	34810
ADP0130	1700	11	119.78	15	17.60	198.38	0
ADP0791	2200	11	108.82	15	69.30	239.12	141418
ADR0665	2000	11	291.36	25	44.00	406.36	333
ADS0273	2000	11	415.96	25	44.00	530.96	478
ADS0449	1600	11	285.96	25	8.80	365.76	420
ADT0015	1600	11	96.12	15	8.80	165.92	307
ADT0599	2200	10	150.56	20	66.15	282.71	423
ADX0258	2200	9	148.22	20	66.15	280.37	405
AFA0398	2200	9	125.24	15	66.15	252.39	450
AFB0561	2500	9	373.92	25	94.50	539.42	31704
AFC0538	1800	8	117.84	15	25.20	204.04	0
AFD0308	1500	8	381.56	25	0.00	452.56	0
AFH0526	3200	7	253.76	20	214.20	362.60	0
AFI0447	1400	7	88.94	15	0.00	149.94	477
AFJ0532	1600	7	107.78	20	8.40	182.18	324
AFK0654	1000	8	39.88	15	0.00	100.88	324
AFL0922	2400	7	159.17	20	85.05	310.22	0
AFN0144	4000	6	1519.34	50	918.75	1799.09	28890
AFN0206	1600	6	187.67	20	8.40	262.07	3900
AFN0757	1400	0	148.67	20	0.00	214.67	300
AFR0561	1600	6	240.47	20	8.40	314.87	695
AFT0256	3500	6	1333.94	50	252.00	1480.34	0

AFV0583	1600	6	199.67	20	8.40	274.07	374
AFW0329	2900	6	1309.34	50	161.70	1437.68	428
AFX0678	1200	7	149.24	20	0.00	215.24	428
AFY0134	2200	5	387.56	25	66.15	524.71	0
AFY0300	2000	4	619.45	30	40.00	735.45	54218
AFY0413	1600	4	199.52	20	8.00	273.52	420
AGA0059	1500	5	401.68	25	0.00	472.68	363
AGB0340	2400	5	241.37	20	85.05	392.42	12638
AGD0417	2200	4	387.56	25	63.00	521.56	0
BAE0249	1500	12	250.04	20	0.00	316.04	479
BBF0239	2200	11	154.94	20	69.30	290.24	0
BBG0929	3200	12	239.39	20	224.40	350.27	331
BBI0647	2000	5	347.64	25	42.00	460.64	16404
BBJ0046	2000	4	464.15	30	40.00	580.15	0
BBW0129	1600	4	419.56	25	8.00	498.56	0
CBM0209	1700	10	85.78	15	16.80	163.58	348
EAG0943	1500	0	33.02	15	0.00	94.02	429
EAH0452	1000	7	55.98	15	0.00	116.98	411
EAH0480	1400	7	250.07	20	0.00	316.07	484
EBA1545	1400	2	242.99	20	0.00	308.99	319
EBA1573	1100	2	79.78	15	0.00	140.78	360
EBK0616	2400	0	910.58	30	81.00	1067.58	360
EBL0102	1400	6	182.87	20	0.00	248.87	348
GBB0913	1900	11	181.07	20	35.20	282.27	358
GBC0372	2300	0	150.56	20	72.00	288.56	358
GBD0068	1600	0	68.98	15	8.00	137.98	358
GBD0118	2500	19	158.15	20	103.50	327.65	358
GBD0146	1600	0	92.16	15	8.00	161.16	365
GBD0347	1600	10	92.16	15	8.40	161.56	448
GBD0877	1900	0	181.07	20	32.00	279.07	394
GBE0879	1600	11	244.97	20	8.80	319.77	411
GBF0518	1500	7	134.58	15	0.00	195.58	411
GBF0862	2300	0	612.55	30	72.00	760.55	411
GBG0241	1400	8	178.37	20	0.00	244.37	411
GBG0450	1600	16	107.78	15	9.20	177.98	411
GBG0455	1600	13	221.57	20	8.80	296.37	411
GBG0737	1400	0	291.52	25	0.00	362.52	420
GBG0761	1800	0	173.24	20	24.00	263.24	420
GBG0952	1600	18	169.67	20	9.20	244.87	420
GBH0098	2000	11	252.44	20	44.00	362.44	322
GBH0742	1800	17	391.96	25	27.60	490.56	322
GBH0773	1600	15	191.27	20	8.80	266.07	322
GBH0848	1600	15	160.37	20	8.80	235.17	322
GBJ0047	2700	14	619.45	30	145.20	724.49	322
GBJ0423	1500	11	71.06	15	0.00	132.06	322
GBJ0428	1500	4	159.77	20	0.00	225.77	322