



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS Y ECONÓMICAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ECONOMÍA MENCIÓN FINANZAS

PREVIO LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERÍA EN ECONOMÍA

MENCIÓN FINANZAS

TEMA:

“ANÁLISIS DE EMISIONES DE CO₂ DEL TRANSPORTE EN LA CIUDAD
DE IBARRA”

AUTORA:

SONIA NATHALY CHIRIBOGA BUSTAMANTE

DIRECTOR:

ECO. CRISTIAN PAUL ANDRADE CHAGUARO

2018

RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad estimar las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) en lo referente a fuentes móviles, por medio del combustible consumido y por modalidades de transporte en la ciudad de Ibarra para conocer cuales emiten mayor cantidad de gases de efecto invernadero CO₂ en la ciudad de Ibarra en los años 2007 al 2017. También se calculó el consumo monetario de combustible en la ciudad de Ibarra 2007-2017, y se realizó una correlación entre emisiones de CO₂, crecimiento poblacional y PIB per cápita en el Ecuador en el periodo de tiempo del 1971 al 2014.

Para estimar las emisiones de CO₂ por fuentes móviles se utilizó la metodología de nivel 1 sobre consumo de combustible y el nivel 2 por unidad y distancia recorrida propuesta por el Panel Intergubernamental sobre el cambio climático (IPCC).

Finalmente se obtuvo que las emisiones de CO₂ por transporte terrestre en la ciudad de Ibarra han incrementado en un 6.54% en los últimos 10 años, sin embargo en relación a Quito la ciudad de Ibarra tiene menor contaminación atmosférica.

Palabras Claves: Ibarra, emisiones CO₂, diésel, gasolina.

ABSTRACT

The purpose of this research is to estimate the emissions of carbon dioxide (CO₂) in relation to urban transport, by means of the fuel consumed and by transport modes in the city of Ibarra to know which emits the greatest amount of greenhouse gases CO₂ in the city of Ibarra in the years 2007 to 2017. The monetary consumption of fuel in the city of Ibarra 2007-2017 was also calculated, and a correlation was made between CO₂ emissions, population growth and GDP per capita in Ecuador in the period of time from 1971 to 2014.

To estimate CO₂ emissions from mobile sources, the Tier 1 methodology on fuel consumption and level 2 per unit and distance traveled proposed by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) were used.

Finally, it was obtained that CO₂ emissions by land transport in the city of Ibarra have increased by 6.54% in the last 10 years, however in relation to Quito the city of Ibarra has less air pollution.

Keywords: Ibarra, CO₂ emissions, diesel, gasoline.

AUTORÍA

Yo, SONIA NATHALY CHIRIBOGA BUSTAMANTE, portadora de la cédula de ciudadanía N° 100377860-0, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría **“ANÁLISIS DE EMISIONES DE CO2 DEL TRANSPORTE EN LA CIUDAD DE IBARRA”**, y los resultados de la investigación son de mi exclusiva responsabilidad además que no ha sido previamente presentado para ningún grado ni clasificación personal y que ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



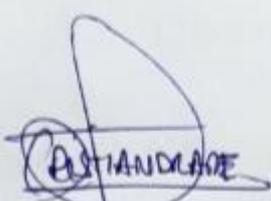
SONIA NATHALY CHIRIBOGA BUSTAMANTE

C.I. 100377860-0

CERTIFICACIÓN DEL ASESOR

En la calidad de Director de Trabajo de Grado presentado por la egresada SONIA NATHALY CHIRIBOGA BUSTAMANTE, para optar por el título de INGENIERA EN ECONOMÍA MENCIÓN FINANZAS, cuyo tema es “**ANÁLISIS DE EMISIONES DE CO2 DEL TRANSPORTE EN LA CIUDAD DE IBARRA**”, considero que el presente trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que designe.

En la ciudad de Ibarra a los 18 días del mes de Junio del 2018



.....

ECO. CRISTIAN ANDRADE
DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100377860-0		
APELLIDOS Y NOMBRE:	CHIRIBOGA BUSTAMATE SONIA NATHALY		
DIRECCIÓN.	PILANQUÍ PASAJE "A" CASA 3-18		
EMAIL:	chiriboganathaly@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:	62611759	TELÉFONO MÓVIL:	0999143340
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	“ANÁLISIS DE EMISIONES DE CO ₂ DEL TRANSPORTE EN LA CIUDAD DE IBARRA”		
AUTOR:	CHIRIBOGA BUSTAMATE SONIA NATHALY		
FECHA:	18 DE JUNIO DEL 2018		
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
PROGRAMA:	(x) PREGRADO () POSGRADO		
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERA EN ECONOMÍA MENCIÓN FINANZAS		
ASESOR/DIRECTOR:	ECO. CRISTIAN ANDRADE		

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 18 días del mes de Junio del 2018

El autor:

A rectangular box containing a handwritten signature in blue ink. The signature is stylized and appears to read 'Sonia Nathaly Chiriboga Bustamante'. Below the signature is a horizontal dotted line.

SONIA NATHALY CHIRIBOGA BUSTAMANTE

C.I. 100377860-0

DEDICATORIA

A:

Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente.

A mis padres y hermanas por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como en la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Capítulo I.....	1
1 Introducción.....	1
1.1 Planteamiento del Problema	1
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 General.....	3
1.2.2 Específicos.....	3
1.3 Hipótesis	3
1.4 Justificación	4
1.5 Resumen de la estructura	6
Capitulo II.....	7
2 Marco Teórico	7
2.1 La Contaminación Atmosférica	7
2.2 Gas De Efecto Invernadero CO ₂ (GEI).....	8
2.3 Externalidades.....	10
2.4 Impuesto Pigouviano	11
2.5 Instrumentos Económicos para el control de la contaminación.....	11
2.5.1 Alternativas para mitigar las emisiones de CO ₂ en fuentes móviles de transporte terrestre.	12
2.6 El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC)	14
2.7 Tráfico vehicular	14

2.7.1	Tipos de combustible.....	16
2.8	Emisiones de CO ₂ y PIB per cápita.....	17
Capítulo III.....		19
3	Metodología.....	19
3.1	Metodología para la estimación de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (Dióxido de carbono (CO ₂)).....	19
3.2	Estimación de Emisiones de Dióxido de carbono CO ₂	20
3.2.1	Estimación de las emisiones del CO ₂ por el consumo de combustible.....	20
3.2.2	Estimación de las emisiones del CO ₂ por unidad de distancia recorrida.....	21
3.3	Correlación existente entre emisiones de CO ₂ , crecimiento económico y crecimiento poblacional de Ecuador.....	24
Capítulo IV.....		25
4	Análisis y resultados.....	25
4.1	Estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero CO ₂ a través del consumo de combustible de la ciudad de Ibarra y mediante el parque automotor de la ciudad de Ibarra.....	25
4.1.1	Estimación de las Emisiones de CO ₂ en la ciudad de Ibarra 2007-2017.....	25
4.1.2	Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero CO ₂ por unidad de distancia recorrida y tipo de fuente móvil.....	29
4.2	Determinar monetariamente el consumo de combustible del transporte en la ciudad de Ibarra.....	32

4.3	Correlación existente entre emisiones de CO ₂ , crecimiento económico y el crecimiento poblacional de Ecuador.	35
	Capítulo V	37
5	Conclusiones.....	37
	BIBLIOGRAFÍA	39
	Anexo	44
	Anexo 1. Consumo de Combustible en la Ciudad de Ibarra por parroquias	44
	Anexo 2. Consumo de Combustible Ibarra 2010 por el MAE	45
	Anexo 3. Parque automotor por el MAE.....	45
	Anexo 4. Base de Datos CO ₂ , PIB per cápita.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.	PRINCIPALES CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS.....	8
TABLA 2.	EXTERNALIDADES AMBIENTALES	10
TABLA 3.	INSTRUMENTOS ECONÓMICOS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN.....	12
TABLA 4.	CONSUMO TOTAL DE DIÉSEL Y GASOLINA POR MODALIDADES	22
TABLA 5.	KILÓMETROS RECORRIDOS POR MODALIDADES.....	22
TABLA 6.	ESTIMACIÓN DEL PARQUE AUTOMOTOR 2017 (# DE VEHÍCULOS)	23
TABLA 7.	VARIABLES PARA REALIZAR LA CORRELACIÓN	24
TABLA 8.	EMISIONES DE CO ₂ DEL TRÁFICO VEHICULAR DEL AÑO 2010.....	28
TABLA 9.	ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE CO ₂ T/AÑO POR HABITANTE AÑOS 2007-2017.....	28

TABLA 10. ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE CO ₂ POR MODALIDAD DE TRANSPORTE EN EL AÑO 2017	31
TABLA 11. CONSUMO MONETARIO DEL COMBUSTIBLE EN IBARRA PARA EL AÑO 2017	32
TABLA 12. PARQUE AUTOMOTOR DE IBARRA AÑO 2017 SEGÚN EL TIPO DE COMBUSTIBLE..	33

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. EMISIONES DE CO ₂ DE IBARRA 2007-2017	26
FIGURA 2. EMISIONES DE CO ₂ POR TIPO DE COMBUSTIBLE DE IBARRA 2007-2017	26
FIGURA 3. ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE CO ₂ POR MODALIDAD DE TRANSPORTE Y TIPO DE COMBUSTIBLE AÑO 2017	29
FIGURA 4. PORCENTAJE DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE DIÉSEL PARA EL AÑO 2017	30
FIGURA 5. PORCENTAJE DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE GASOLINA PARA EL AÑO 2017 ...	31
FIGURA 6. COMPOSICIÓN DEL PARQUE AUTOMOTOR DE IBARRA AÑO 2017.....	32
FIGURA 7. CONSUMO MONETARIO DEL COMBUSTIBLE DE IBARRA 2007-2017.....	33
FIGURA 8. CONSUMO MONETARIO POR TIPO DE COMBUSTIBLE EN IBARRA 2007-2017	34
FIGURA 9. CORRELACIÓN DE CO ₂ , PIBPC Y POB	35
FIGURA 10. SIGNIFICANCIA ENTRE EMISIONES CO ₂ , POB, PIB PER CÁPITA	36

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del Problema

Una de las principales preocupaciones mundiales es el cuidado del medio ambiente, es por esto que desde los años 70 se ha dado lugar a numerosas iniciativas comunitarias proteger el medio ambiente, inicialmente a través de la Comunidad Europea, en los años 90 se realiza el protocolo de Kioto con el fin de reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (Naciones Unidas, 2014), se establece una reducción global de un 5.2% entre 1995 y 2012 de acuerdo en el protocolo de Kioto para los países desarrollados e industrializados (Labandeira, León, y Vázquez, 2007).

La atmósfera urbana tiene como principal contaminante el tráfico a motor, se estima que al menos el 78% de la contaminación atmosférica en las ciudades procede de los automóviles debido a los porcentajes de plomo que contienen la gasolina (Ruza, 1993). Por esta razón el transporte vehicular produce una de las mayores cargas contaminantes a la atmósfera.

La energía consumida por el transporte ecuatoriano se origina principalmente de combustibles, el proceso de transformación de combustible en una energía mecánica requiere de la combustión de estos derivados de petróleo, dando como resultado gases de efecto invernadero que afectan significativamente a la atmósfera.

El transporte en el Ecuador es el mayor consumidor de energía. Así, el balance energético del país muestra que el transporte ecuatoriano utilizó el 42% de la energía total consumida para el año 2014 según Ministerio de Sectores Estratégicos (como se citó en Mera, Rosero,

Romero, y Rosero, 2017). Uno de los de los principales actores del calentamiento global son los gases emitidos por los motores de combustión ocasionando malestar mundial, impulsando a los países a tomar medidas adecuadas que ayuden a minimizar la contaminación.

La población de la ciudad de Ibarra, se encuentra en constante crecimiento, por lo que la ciudadanía se ve en la necesidad de transportarse para cumplir con sus obligaciones diarias, dando como resultado el incremento del parque automotor en la ciudad generando contaminación a la atmósfera con gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono (CO₂).

1.2 Objetivos

1.2.1 General

Medir las emisiones de CO₂ del transporte en la ciudad de Ibarra

1.2.2 Específicos

- Determinar la cantidad de gases de efecto invernadero CO₂ a través del consumo de combustible y mediante el parque automotor de la ciudad de Ibarra.
- Determinar monetariamente el consumo de combustible del transporte en la ciudad de Ibarra.
- Identificar la correlación existente entre emisiones de CO₂, crecimiento económico y crecimiento poblacional del Ecuador.

1.3 Hipótesis

Existe correlación significativa entre emisiones de CO₂ y el crecimiento económico en el Ecuador.

1.4 Justificación

Actualmente y hace décadas la contaminación atmosférica es un tema de discusión respecto a la protección ambiental, mediante la implementación de leyes que contribuyan con la disminución de las emisiones de CO₂.

Debido a la preocupación sobre la contaminación ambiental se crean diferentes cumbres, creando conciencia a todos los países no solo a los industrializados, por esta razón en 1996, el Estado Ecuatoriano crea el Ministerio del Medio Ambiente con el fin de garantizar un ambiente sano y ecológicamente equilibrado para que el país genere políticas y estrategias para la conservación y sustentabilidad de su biodiversidad (Ministerio del Ambiente, 2012). Ecuador a partir del año 2011 implementa la política fiscal verde o ambiental, con la finalidad de obtener un sistema de producción eficiente que otorgue beneficios sociales y eleve la calidad de vida de los ciudadanos. Según Almeida (2014) en noviembre del 2011 se aprobó la “Ley de Fomento Ambiental y Optimización de los Ingresos del Estado” con el propósito de disminuir el consumo de combustibles relacionada con las emisiones de los vehículos y de las botellas plásticas no retornables, por medio de:

- Creación del impuesto ambiental a la contaminación vehicular (IACV)
- Impuesto a los consumos especiales e IVA diferenciado para vehículos menos contaminantes.
- Creación de un impuesto redimible a las botellas plásticas.

El Ecuador por medio de esta política fiscal, tiene como finalidad reducir las externalidades negativas sobre el medio ambiente estableciendo impuestos verdes tomando

como referencia las teorías de Pigou¹ (Almeida, 2014). De esta manera, este impuesto vehicular busca internalizar las externalidades que ocasionan las emisiones de CO₂.

La población de Ibarra se encuentra en crecimiento por lo que el parque automotor del sector urbano tiene una reacción igual dando como resultado el incremento de la demanda de transporte, una de las principales causas de la contaminación ambiental en Ibarra es producida por los vehículos por conceptos de antigüedad o mal estado por parte de los usuarios (López, 2011).

La presente investigación está dirigida a la población de la Ciudad de Ibarra para estimar las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) por consumo de combustible y distancia recorrida, e identificar el modo de transporte más utilizado y cuáles de estos generan mayor volumen de emisiones de CO₂ en los últimos 10 años.

¹ Los impuestos Pigouvianos en honor al economista británico Arthur Pigou, quien fue el primero en proponer que se enfrentaran las externalidades, permitiendo fundamentar la utilidad de aplicar impuestos verdes o ambientales para controlar o reducir las externalidades negativas y obtener incluso otros efectos positivos a través de los subsidios, aplicando el principio de “Quien contamina paga” (Almeida, 2014).

1.5 Resumen de la estructura

La presente investigación está formada por tres capítulos. En el Capítulo I se establece un sustento teórico sobre el inicio de la conservación ambiental, además se hace referencia a la emisión del dióxido de carbono (CO_2), las externalidades negativas que este produce. Finalmente, la composición y distribución del parque automotor de la ciudad de Ibarra.

El capítulo II plantea la metodología de la investigación a través de una recolección de datos para el cálculo de la estimación de las emisiones de CO_2 por fuentes móviles del transporte terrestre, se buscó como factor principal para el cálculo el factor de emisión según el tipo de combustible.

Finalmente en el capítulo III se describió los análisis y resultados obtenidos de la estimación de emisiones de CO_2 del transporte por unidad de distancia recorrida y tipo de vehículo en la ciudad de Ibarra para el año 2017, mientras para la estimación de las emisiones de CO_2 por consumo de combustible se realizó del año 2007 al 2017, haciendo una comparación con diferentes ciudades del país, a su vez con los resultados obtenidos se observó cual modalidad de transporte y tipo de combustible (gasolina y diésel) emite mayores emisiones de CO_2 a la atmósfera. Además se analizó la correlación entre las variables de crecimiento poblacional y crecimiento económico a nivel nacional con la finalidad de conocer que tan significativas son estas variables respecto al CO_2 emitido del transporte e inferir estas variables para la ciudad de Ibarra.

CAPITULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 La Contaminación Atmosférica

Desde el año de 1972 se visualiza la preocupación por el medio ambiente por medio de la Primera Conferencia de Estocolmo en la cual los líderes mundiales deciden hacer un seguimiento sobre estado ambiental y el impacto sobre el desarrollo (Bustos, 2016).

El crecimiento económico y la globalización han originado evidentes beneficios, pero al mismo tiempo han provocado la aparición de nuevos riesgos. Entre los que se puede destacar los factores ambientales, sin embargo algunas sustancias ambientales por debajo de ciertos niveles no son peligrosas. Los contaminantes del aire, pueden suponer un riesgo a concentraciones elevadas de contaminantes (Marcos, 2005).

Según Bustos (2016) la contaminación atmosférica se da por contaminantes del aire que se presente en niveles perjudiciales para la vida de los seres vivos, es decir cualquier sustancia natural o sintética que sea capaz de ser transportada por el viento (Tabla 1), hoy en día este problema se da por las emisiones incontroladas de contaminantes químicos.

Tabla 1. Principales Contaminantes Atmosféricos

Contaminante	Impacto	Fuentes	Formas de evitarlo
CO ₂ Dióxido de Carbono	Efecto Invernadero	Procesos de Combustión: Centrales Eléctricas Calderas de Calefacción Vehículos Motores	Hacer un buen mantenimiento del vehículo Reducir y reutilizar. Optar por fuentes de energía renovables
NO ₂ Dióxido de Nitrógeno y SO ₂ Óxidos de nitrógeno	Efecto invernadero Lluvia ácida. Ozono Troposférico	Combustión de combustibles fósiles. Fertilizantes Procesos Industriales	Usar eficientemente la energía eléctrica. Utilizar abonos naturales
CFCs Compuestos Clorofluorcarbonados.	Destrucción de la capa de ozono. Efecto Invernadero.	Aparatos de refrigeración. Procesos industriales.	Usar eficientemente la energía eléctrica.
COV Compuestos Orgánicos Volátiles.	Ozono troposférico.	Productos derivados del petróleo Productos Domésticos.	Compra de productos respetuosos con el ambiente.
CH ₄ Metano	Efecto Invernadero Destrucción de la capa de ozono.	Distribución de gas natural. Vertederos.	Reduce y reutiliza basura. Separar para reciclar

Fuente: (Bustos, 2016)

La investigación se centra en las emisiones de CO₂ producidas por los vehículos en la ciudad de Ibarra, por esta razón se hace referencia a los gases de efecto invernadero (GEI).

2.2 Gas De Efecto Invernadero CO₂ (GEI)

Los gases de efecto invernadero (GEI) se localizan en la atmósfera reteniendo parte de la radiación solar que entra, sin embargo debido a la concentración de estos gases que va en aumento se produce el calentamiento global (Secretaría de Ambiente, 2014).

El CO₂, es el gas de efecto invernadero de mayor importancia debido a sus enormes volúmenes y grandes concentraciones, es emitido en el mundo por dos razones, una es el consumo de combustible y la deforestación. Los combustibles están hechos de moléculas basadas en el carbono y el hidrogeno teniendo su origen en la acumulación de restos de seres vivos sujetos a altas presiones geológicas durante millones de años (Quadri De La Torre, 2012).

Según Bustos (2016) el incremento progresivo de los niveles de CO₂ genera calentamiento a la atmósfera esta temperatura tiene como resultado la absorción de la radiación solar y contribuye al calentamiento global. Por ello las emisiones de dióxido de carbono CO₂ aumentaron un 80% entre 1970 y 2004 a nivel mundial debido principalmente al uso de combustibles fósiles (Secretaría de Ambiente, 2014).

El consumo de los combustibles ocurre principalmente en forma de gasolina y diésel en los vehículos automotores, en la generación de electricidad con gas, carbón y combustóleo, entre otros (Quadri De La Torre, 2012). Las emisiones producidas por estos combustibles se asocian con el desarrollo económico pues a mayor nivel de desarrollo mayor consumo de energía, es por esta razón que en las zonas urbanas de las diferentes ciudades del mundo es en donde existe mayor concentración de emisiones de CO₂.

En el Ecuador la situación es diferente con respecto a los gases de efecto invernadero en relación con los países en vías de desarrollo pues los niveles GEI son mayores en lo que se refiere al sector de la agricultura según Höhne (como se citó en la Secretaría de Ambiente, 2014). Pero para el Ecuador el sector de energía en el periodo de 1990-2006 tiene un incremento del 109.8%, es dado al crecimiento del parque vehicular por medio de los vehículos se da la quema de combustibles fósiles (Ministerio del Ambiente, 2012). Por esta razón la presente investigación estima las emisiones de CO₂ en lo referente a transporte.

2.3 Externalidades

Según Riera, García, Kristrom, y Brannlund (2005) la externalidad es un coste o un beneficio sea positiva o negativa y se mide en unidades monetarias, es positiva cuando aumenta el bienestar de las personas y negativa cuando este disminuye este bienestar. Por ejemplo al usar vehículos se genera gases de efecto invernadero contaminando el ambiente, mientras que para algunas personas cuando se visita una reserva turística se obtiene la experiencia de satisfacción.

Las externalidades ambientales se definen como las interacciones que surgen entre consumidores y productores que no pasan sobre el mercado (Tabla 2).

Tabla 2. Externalidades Ambientales

Entre productores	Entre consumidores	Entre consumidores y productores
Cuando la producción y los beneficios de una empresa dependen de las acciones tomadas por otros productores	Cuando la utilidad de un consumidor depende de las decisiones tomadas por otro consumidor.	la utilidad de los individuos depende del nivel de producción de alguna empresa o las posibilidades de producción dependen del consumo de algunos individuos

Fuente: Labandeira et al. (2007)

Entonces las externalidades pueden ser solucionadas por el gobierno internalizando la externalidad por medio de impuesto sobre los bienes que ocasionan efectos negativos en la sociedad y subsidiando los bienes que dan como resultado un efecto positivo para la sociedad, pues una externalidad negativa produce que los mercados produzcan una cantidad del bien mayor al que es socialmente deseable teniendo un efecto inverso en lo referente a las externalidades positivas pues se produce una cantidad menor (Mankiw, 2014).

2.4 Impuesto Pigouviano

Según Yañez (2016) el impuesto (subsidio) pigouviano nombrado de esta manera por el economista Arthur Cecil Pigou, es un instrumento de la política económica, para resolver los problemas que presentan las deseconomías (economías) externas ya sean positivas o negativas, teniendo como principal principio que los contaminadores deben pagar por los daños que generan en la sociedad.

Pigou propone la intervención del Estado, para que el impuesto corresponda con el valor del costo social infringido a la colectividad, de esta manera el costo de producción de la empresa, o individuo que contaminan es mayor, internalizando las externalidades negativas y así el medio ambiente es incorporado al mercado (Cobo, 2013).

Estos impuestos se imponen sobre las emisiones cuyas tasas se fijan en función del volumen de la emisión y del grado de daño ecológico.

Por ejemplo en el Ecuador la base imponible del impuesto ambiental a la contaminación vehicular corresponde al cilindraje que tiene el motor del vehículo, y tiene un factor de ajuste que es un porcentaje relacionado con la antigüedad del automotor. Existen otros factores que incurren en la contaminación y que podrían ser tomados en cuenta para una medición más directa de la contaminación que provoca determinado vehículo.

2.5 Instrumentos Económicos para el control de la contaminación

Para poder reducir o tener control sobre la contaminación ambiental y a su vez lograr disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, es necesario aplicar instrumentos económicos que haga que los agentes contaminadores tomen conciencia sobre los costos sociales, de esta manera las empresas o individuos que contaminen sean penalizados por la

contaminación causada (Hinostroza y Mallet Guy, 2000), se puede considerar los siguientes instrumentos (Tabla 3).

Tabla 3. Instrumentos Económicos para el control de la contaminación

Tipo de Instrumento	Descripción
Tasas	
Sobre Efluentes	Pagos sobre descargas en el medio ambiente, según la calidad y/o cantidad de efluente
Sobre Usuarios	Pagos por los costos de tratamiento público o colectivo de efluentes, cobradas uniformemente o según la cantidad de efluente tratado.
Sobre Productos/ Diferenciación de Tasas	Adiciones al precio de los productos que generan contaminación. Propician un incremento de ingresos para el gobierno.
Subsidios	
Subvenciones anti contaminación	Asistencia Financiera condicionada a la adopción de medidas
Empréstitos Subsidiados	Financiamiento de inversiones a tasas de interés por debajo de las de mercado
Incentivos Fiscales	Depreciación acelerada, u otras formas de exoneración de impuestos
Creación de Mercado	
Licencia de Contaminación Negociables	Compra y Venta de derechos de contaminación
Seguro Ambiental Obligatorio	Transferencia de responsabilidad por los daños ambientales a empresas de seguros
Sustentación de Mercado	Intervención del gobierno por medio de precios para fomentar a los mercados.

Fuente: Hinostroza y Mallet Guy (2000).

2.5.1 Alternativas para mitigar las emisiones de CO₂ en fuentes móviles de transporte terrestre.

En el Ecuador se aplica la política fiscal verde por medio de la Ley de Fomento Ambiental y Optimización de los ingresos del Estado. Dentro de esta ley se aplica un impuesto teniendo en cuenta la teoría establecida por Pigou quien contamina más paga, el impuesto es denominado Impuesto Ambiental a la Contaminación Vehicular (IAVC) (Asamblea

Legislativa, 2011). A pesar de la implementación del impuesto vehicular en el Ecuador las emisiones de CO₂ del sector transporte no se han disminuido significativamente, debido a que no se toman en cuenta aspectos sociales y ambientales, al no mitigar el impacto ambiental por medio de proyectos de prevención y los valores recaudados por el IACV (Saráuz, 2017).

Por esta razón se propone alternativas para la reducción de las emisiones de CO₂ ya sea por medio de políticas fiscales o no fiscales.

En Hong Kong para reducir las emisiones de CO₂ se utiliza las restricciones de propiedad del vehículo, los precios de congestión y los peajes electrónicos por carretera. En Singapur se utiliza un esquema de licencias, los cuales han sido utilizados en esas dos localidades de manera efectiva por lo que se tomó estas mitigaciones de referencia para la investigación.

Dentro de este análisis para las emisiones de CO₂ para el transporte terrestre en Hong Kong, se utilizó dos tipos de impuestos, el primero es el impuesto a la matriculación del vehículo y el segundo una tasa anual de licencia, estas medidas tuvieron una efectividad alta según el departamento de transporte de Hong Kong. Para complementar las restricciones de propiedad del vehículo se optó a partir de 1990 en Singapur impuestos altos por adquirir un vehículo nuevo así los compradores deben tener un certificado de derecho, es decir pagar una tarifa de registro (U.S Department of transportation, 2012).

Además en Singapur utiliza recursos financieros para el mejoramiento del servicio de transporte público con la finalidad de que los ciudadanos opten por utilizar este medio de transporte antes que comprar un automóvil. También implementar tarifas de estacionamiento en el área central con la finalidad de disminuir el tráfico (U.S Department of transportation, 2012).

2.6 El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC)

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático fue creado en 1998 por la Organización Meteorológica Mundial OMM y el programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente (PNUMA), es un organismo gubernamental en el que son parte los países pertenecientes a las Naciones Unidas ONU y OMM, tiene como finalidad estudiar la información científica, ambiental y social en lo referente al cambio climático (Intergovernmental Panel on Climate change, 2010).

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) WG III gestiona por medio del Programa Nacional de Inventario de Gases de Efecto Invernadero (TFI), teniendo como objetivos desarrollar metodologías para el cálculo de emisiones y absorciones nacionales del GEI, teniendo en cuenta las opciones de mitigación y vías de estabilización de las concentraciones de los gases de efecto invernadero en la atmósfera (Intergovernmental Panel on Climate change, 2010).

El Ecuador al ser un país miembro de las Naciones Unidas, puede tomar en cuenta estas metodologías para realizar la estimación de gases de efecto invernadero CO₂ del transporte en la ciudad de Ibarra.

A continuación se describe el tráfico vehicular debido a que es una variable importante para el estudio ya que se tiene como principal objetivo medir las emisiones de CO₂ por transporte terrestre.

2.7 Tráfico vehicular

En los últimos años, la concentración de dióxido de carbono, ha provocado una gran preocupación por muchos países, a la vez todos los países juegan un papel activo en la

reducción de CO₂, a través de políticas nacionales de mitigación y adaptación, entre todos los sectores que emiten CO₂ (Wang, Cai, Lu, & Chen, 2007). Dentro de los sectores de mayor influencia sobre las emisiones de CO₂ está el sector del transporte que es el de más rápido crecimiento, representando del 22% al 24% de las emisiones globales de GEI (Loevinger, 1966).

Sin embargo se han desarrollado pocos recursos efectivos para frenar el consumo de combustible y por ende la disminución de emisiones de GEI del sector transporte. La buena noticia es que cada vez existe más preocupación sobre este tema y los investigadores han comenzado a analizar la reducción de CO₂ en el sector del transporte utilizando estrategias de mitigación (Simões & Schaeffer, 2005).

El transporte en las zonas urbana relacionado de manera directa con las actividades económicas de la ciudad, pues cuando se incrementa las actividades tiene la misma tendencia al incrementar la utilización de combustibles en lo referente a transporte, el transporte en las zonas urbanas genera mayor cantidad de emisiones en relación al transporte interurbano, esto se debe a que los vehículos dentro de la ciudad circulan a menor velocidad, con aceleración y frenando constantemente (Sánchez, Green, Orjuela, & Klakamp, 2013).

En cuanto a la categorías de fuentes móviles de transporte terrestre que emiten CO₂ se toma en cuenta los tipos de vehículos para servicio ligero como automóviles y los vehículos para servicio pesado como los tractores de remolque y los autobuses, las motocicletas de ciudad, y transporte de pasajeros referente a los autobuses y taxis, estos vehículos funcionan con muchos tipos de combustibles gaseosos y líquidos. (Maurice et al., 2006)

Por medio de los diferentes modos de transporte terrestre se genera la contaminación por el tráfico en las ciudades en sector urbano afecta a los residentes y visitantes, es por esto que es uno de los sectores económicos con mayores impactos ambientales desde que inicia la construcción de calles y carreteras hasta el consumo de gasolina (Riera et al., 2005).

En lo referente a la ciudad de Ibarra se cuenta con los modos de transporte de servicio ligero siendo los vehículos particulares, transporte carga liviana y carga pesada, transporte de pasajeros taxis ejecutivos y convencionales al igual que los buses, y motocicletas, estos medios de transporte utilizan combustible a diésel y a gasolina, se ha considerado para la presente investigación.

2.7.1 Tipos de combustible

Para la presente investigación se toma en cuenta dos tipos de combustibles siendo el diésel y la gasolina, esto se debe a que el parque automotor de la ciudad de Ibarra está conformado por vehículos que utilizan estos tipos de combustibles.

Por esta razón es importante describir estos combustibles: La gasolina para motores es un hidrocarburo ligero que se usa en los motores de combustión interna como los automotores, con excepción de las aeronaves, se destilan entre los 35°C y los 125°C, mientras que el combustible de diésel se extrae entre 180°C y 380°C para chispa de compresión diésel automóviles. (Garg et al., 2006)

El diésel y la gasolina por medio de la quema de combustibles fósiles emiten CO₂ a la atmósfera, se dice que al tener un vehículo a diésel se tiene una ventaja de un diez a un quince por ciento en cuanto al consumo, este consume menos combustible que un vehículo a gasolina. El consumo de 5 litros de diésel es equivalente a 5.6 litros de gasolina, sin embargo esta ventaja disminuye si hablamos en términos ambientales pues la cantidad que

emite de dióxido de carbono CO₂ afecta al clima, ya que 2.32 kg de dióxido de carbono se emite a la atmósfera por un litro de gasolina mientras que por un litro de diésel se emite 2.63 kg (Greenpeace, 1999).

Al estimar las emisiones de CO₂ para el transporte terrestre en la ciudad, se observará cuál de los combustibles fósiles son los causantes de la mayoría de CO₂ emitida en Ibarra.

2.8 Emisiones de CO₂, y PIB per cápita.

El crecimiento económico es un factor importante para el desarrollo nacional, sin embargo este factor genera residuos tóxicos para el medio ambiente, al tener una relación directa con la contaminación ambiental se han realizado diversos estudios, relaciona el crecimiento económico, el consumo de energía (CE) y los contaminantes ambientales (Ozkan & Ozkan, 2012)

Estas variables divididas en tres secciones, la primera sección relaciona la variable crecimiento económico con contaminantes, por medio de la curva de Kuznets Ambiental (CKA), propone que ambas variables están directamente relacionadas formando una U invertida, la segunda sección relaciona las variables de producción económica y el consumo de energía (CE), y la tercera sección trata sobre la combinación de las dos secciones anteriores, según Rentería, Toledo, Bravo, y Ochoa (2016) a través de estrategias econométricas se concluyó que existe una relación estable a largo plazo en relación a CO₂, CE, y PIB .

Según Begum, Sohag, Abdullah, y Jaafar (2015) en Malasia se estudió sobre los impactos de las emisiones de CO₂, el crecimiento económico y crecimiento poblacional, teniendo como resultados que en los años de 1970 a 1980 las emisiones disminuyen al aumentar el PIB per cápita, pero en relación a los 1980 a 2009 se tiene un comportamiento diferente

pues al aumentar las emisiones de CO₂ se tiene un aumento del crecimiento económico, es decir que a largo plazo se tiene un impacto positivo.

Mientras en el estudio para la India, Indonesia, China y Brasil, se utilizó una autoregresión distribuida, teniendo resultados muy similares a los de Malasia pues se demostró que las emisiones de CO₂ aumentan significativamente con los ingresos y el consumo de energía, en lo referente a crecimiento poblacional para India y Brasil son estadísticamente significativas pero para China e Indonesia son insignificantes.

Se toma como referencia estos estudios pero para el caso de este estudio no se tomó en cuenta la variable consumo de energía debido a que solo se realiza la correlación lineal entre emisiones de CO₂, crecimiento poblacional y PIB per cápita.

CAPITULO III

3 METODOLOGÍA

Esta investigación buscó estimar la generación de gases de efecto invernadero en particular el dióxido de carbono CO₂ mediante el análisis del parque automotor y el consumo de combustible (gasolina, diésel) de la ciudad de Ibarra. Para ello se realizó la recolección de la información referente al consumo de combustible en la Ciudad de Ibarra, para el cálculo de las emisiones de CO₂ emitidas por el transporte vehicular en toneladas al año.

El diseño investigativo propone una recolección de información del parque automotor de la ciudad de Ibarra, mediante el apoyo de la Empresa Pública MOVILDELNOR, mientras que el consumo total de combustible para los años 2007 al 2017 se obtuvo a través de la Agencia de Regulación y Control de Hidrocarburos ARCH, con estos datos se realizó la estimación de las emisiones de CO₂. Para el consumo monetario del combustible (diésel, gasolina) de la ciudad de Ibarra se tomó en cuenta el mismo periodo para la estimación de emisiones de CO₂ por combustible consumido.

3.1 Metodología para la estimación de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (Dióxido de carbono (CO₂))

Según Garg et al. (2006) existen tres niveles para estimar los cálculos de las emisiones procedentes de la quema de combustibles fósiles propuestas por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC).

El nivel 1 hace referencia al combustible, ya que las emisiones de fuentes de combustión pueden estimarse sobre la cantidad de combustible quemado, en relación a las emisiones

de CO₂ dependiendo del contenido de carbono que el combustible posee obteniendo estimaciones del CO₂ con bastante exactitud (Garg et al., 2006) .

El nivel 2 del IPCC es muy similar al nivel uno ya que se estiman las emisiones a partir de estadísticas similares de combustible con la diferencia de que se utiliza factores de emisión específicos para cada país y por tipo de combustible (IPCC, 2006).

Mientras que el nivel 3 es para la energía utilizada, para estimar gases de efecto de invernadero relacionado con el SO₂ y el NO_x.

3.2 Estimación de Emisiones de Dióxido de carbono CO₂

Se tomó en cuenta el método del nivel 1 y nivel 2, cabe destacar que para dicho método es necesario conocer el factor de emisión (FE) para cada tipo de combustible (diésel, gasolina), debido a que se desconoce el FE para el Ecuador se tomó en consideración el FE CO₂ de EIA (2017) estos FE son 8,89 kg CO₂/galón gasolina y 10,16 kg CO₂/galón diésel, , además según Sánchez, Green, Orjuela, y Klakamp (2013) dentro de la metodología propuesta por el IPCC hay dos tipos de datos para la estimación siendo por consumo de combustible y por unidad de distancia recorrida.

3.2.1 Estimación de las emisiones del CO₂ por el consumo de combustible

Como se mencionó anteriormente se utilizó el método del nivel 2 propuesto por el IPCC (2006) en el cual se menciona la gestión y buenas prácticas para los inventarios de gases de efecto invernadero, de esta manera según Maurice et al. (2006) se utiliza la siguiente ecuación para la estimación del CO₂ del transporte terrestre por el consumo de combustible propuesta por el IPCC:

$$\text{Emisión } CO_2 = \sum (\text{Combustible}_j * FE_j)$$

J = corresponde al tipo de combustible.

Combustible_j = consumo de combustible.

FE_j = factor de emisión

3.2.2 Estimación de las emisiones del CO₂ por unidad de distancia recorrida

Según Sánchez, Green, Orjuela, y Klakamp (2013) para estimar las emisiones de CO₂ según la distancia recorrida se utilizó la siguiente ecuación, siendo la metodología de segundo nivel propuesta por la (IPCC, 2006):

$$\text{Emisión } CO_2 = \sum (CV_j * KVR_j * FV_j * FE_j)$$

j = corresponde al tipo de combustible.

CV_j = Consumo promedio de Combustible por el tipo de vehículo.

KVR_j = Distancia recorrida por el tipo de vehículo.

FV_j = Flota vehicular por el tipo de vehículo.

FE_j = Factor de emisión

Se determinó la flota vehicular por el rol que cumple el vehículo en la sociedad:

“Vehículos Ligeros: Vehículos livianos y vehículos a todo terreno; Motocicletas: Vehículos de dos ruedas; Transporte de Pasajeros: autobuses minibuses y taxis; Carga

ligera: Camionetas y furgonetas; Carga pesada: Camiones de carga, tractores y camionetas” (Sierra, 2016, p:365). Además se utilizó los porcentajes según el consumo de combustible y modalidad de transporte (Tabla 4).

Tabla 4. Consumo total de diésel y gasolina por modalidades

Modalidades	% Gasolina	% Diésel
Vehículos ligeros	39%	1%
Motocicletas	3%	0%
Trans. de pasajeros	9%	28%
Carga liviana	27%	6%
Carga pesada	22%	65%
Total	100%	100%

Fuente: Sierra (2016)

En lo referente a los kilómetros de Vehículos recorridos (Tabla 5) se los determinó de acuerdo a la investigación realizada por (Reyes y Tito, 2017).

Tabla 5. Kilómetros recorridos por modalidades

Modalidades	Gasolina	Diésel
Vehículos ligeros	265600	391000
Motocicletas	178000	0
Trans. De pasajeros	630000	910000
Carga liviana	189000	210000
Carga pesada	140000	1680000

Fuente: Reyes y Tito (2017)

Respecto al transporte público de pasajeros, el cantón de Ibarra cuenta con dos cooperativas de transporte público en la zona urbana de la ciudad, la Cooperativa de Transporte 28 de Septiembre y la Cooperativa de Transporte Terrestre Público Urbano de

Pasajeros en Buses San Miguel de Ibarra, los cuales cuentan con 24 rutas para el servicio de la población de Ibarra (Movidelnor EP, 2017).

Además se tomó en cuenta vehículos ligeros, transporte de pasajeros, motocicletas, vehículos de carga pesada y carga liviana Tabla 6. La estimación del parque automotor para el año 2017 en la ciudad de Ibarra se realizó de acuerdo a los datos proporcionados por la empresa pública de movilidad MOVIDELNOR con respecto a la cantidad de vehículos en el año 2015. El cálculo de la estimación se realizó mediante una proyección de acuerdo al incremento vehicular del 10,6% de acuerdo a datos estadísticos del (INEC, 2016).

Tabla 6. Estimación del parque automotor 2017 (# de vehículos)

Modalidades	Gasolina	Diésel
Vehículos ligeros	16578	433
Motocicletas	5960	0
Tras. De pasajeros	1466	367
Carga liviana	6965	1828
Carga pesada	156	2023

Fuente: Movidelnor EP (2017)

Con la información proporcionada por MOVILDELNOR y ARCH se obtuvo la estimación de las emisiones de CO₂ del transporte en la ciudad de Ibarra. Para el cálculo se tomó en cuenta el combustible total consumido en la ciudad de Ibarra.

3.3 Correlación existente entre emisiones de CO₂, crecimiento económico y crecimiento poblacional de Ecuador.

Para comprobar la hipótesis de la investigación se plantearán las siguientes variables (Tabla 7).

Tabla 7. Variables para realizar la correlación

VARIABLES	Características
Emisiones de CO ₂	Por medio de esta variable se relacionará el crecimiento poblacional y el PIB per cápita, si se ha incrementado o disminuido durante el periodo de tiempo analizado.
PIB Per Cápita (pibpc)	Esta variable representa el crecimiento económico en la población Ecuatoriana, se toma en cuenta esta variable ya que la economía de cada persona está relacionada con la adquisición de vehículos ocasionando las emisiones de CO ₂ .
Crecimiento Poblacional (pob)	Esta variable es necesaria debido a que el crecimiento poblacional tiene la misma tendencia con el crecimiento del parque automotor ocasionando que cada habitante del país sea responsable de la contaminación ambiental.

Las variables anteriormente mencionadas fueron tomadas del Banco Mundial, para el Ecuador en el periodo de 1971-2014, con la finalidad de analizar las variables PIB per cápita y crecimiento poblacional en relación al CO₂.

CAPITULO IV

4 ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1 Estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero CO₂ a través del consumo de combustible de la ciudad de Ibarra y mediante el parque automotor de la ciudad de Ibarra.

Para la estimación de emisiones de CO₂ de las fuentes móviles durante los años 2007-2017, se basó en el método de combustible vendido o consumido (gasolina y diésel) por el factor de emisión que este produce, tomando datos históricos del consumo de combustible de los años 2007 al 2017.

Mientras que para la estimación de CO₂ por modalidad de transporte solo se tomó en cuenta el año 2017 debido a la falta de información de los años anteriores.

4.1.1 Estimación de las Emisiones de CO₂ en la ciudad de Ibarra 2007-2017

Para la estimación del CO₂ en la ciudad de Ibarra se utilizó la metodología del nivel 1 del IPCC descrita por (Garg et al., 2006), expresado en toneladas de CO₂ emitidas por año. Se puede observar (Figura 1) que las emisiones de CO₂ en los años 2007 al 2017, tiene un crecimiento significativo del 6.54%, debido a que tiene una relación directa con el crecimiento del parque automotor, que es del 10,6% anual de acuerdo a datos estadísticos del (INEC, 2016), además este incremento de las emisiones se puede relacionar con el crecimiento poblacional de la ciudad de Ibarra ver Tabla 9 y el crecimiento económico de la misma.

Durante el periodo calculado se puede observar que la estimación de emisiones de CO₂ para fuentes móviles tiende a crecer, sin embargo para año 2016 estas emisiones fueron 8.14% menores que el año anterior debido a que el consumo de combustible tuvo la misma relación que las emisiones.

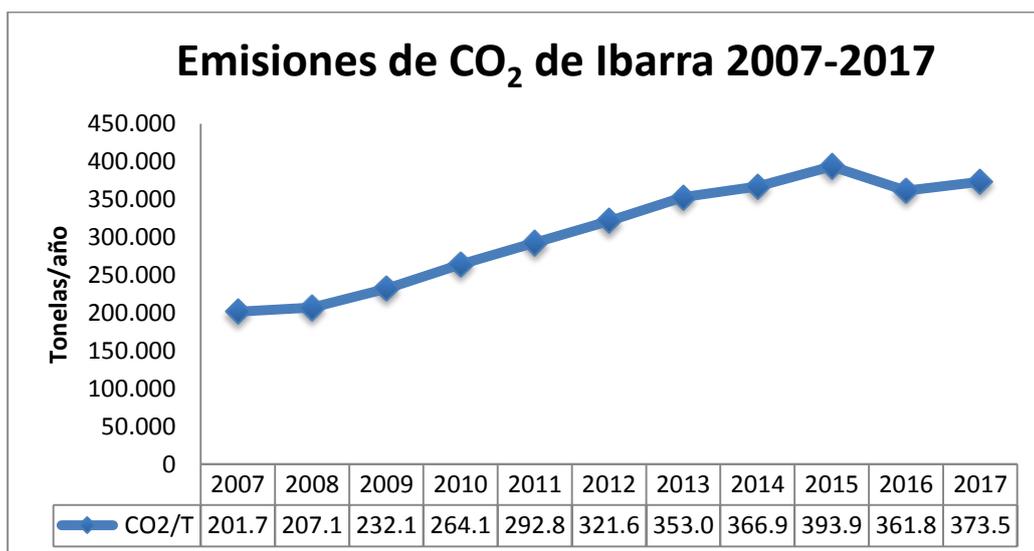


Figura 1. Emisiones de CO₂ de Ibarra 2007-2017

En lo referente al cálculo de la estimación de emisiones de CO₂, se segmentó por tipo de combustible (gasolina y diésel). Así se obtuvieron los siguientes resultados (Figura 2).

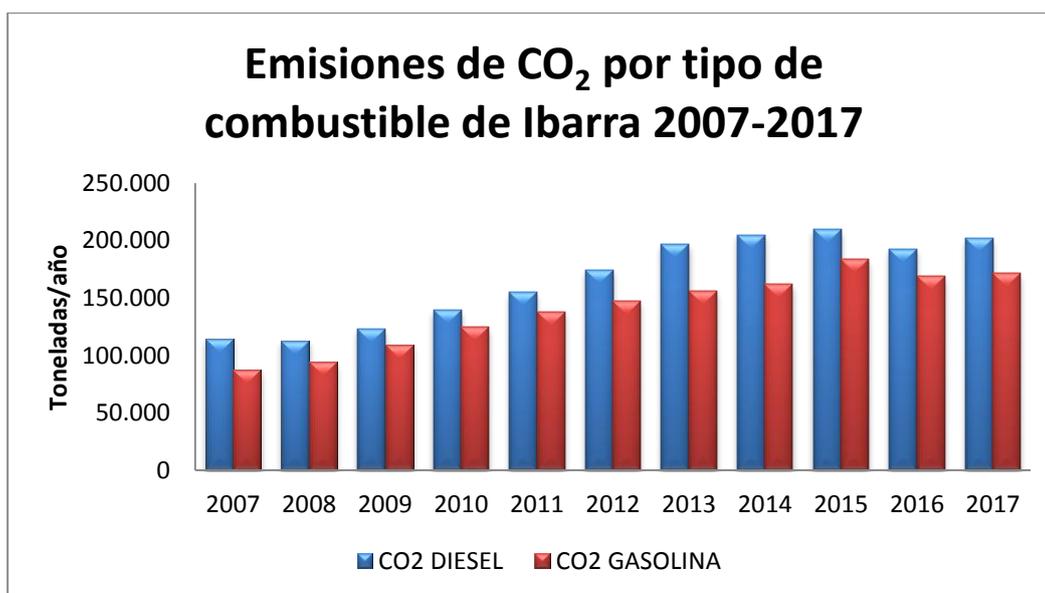


Figura 2. Emisiones de CO₂ por tipo de combustible de Ibarra 2007-2017

Se obtuvo que en los últimos 10 años el diésel es el que mayor emisor de CO₂ a la atmósfera, a pesar de que en los años 2009, 2010, 2011 y 2016 se consumió mayores galones de gasolina que de diésel (ARCH, 2017), esto es debido a que según IDAE (2005) el combustible diésel emite un 13% más de CO₂ a la atmósfera a comparación con la gasolina, así para el año 2017 se han emitido 202.088 toneladas de CO₂ procedente del diésel y 171.507 toneladas de CO₂ producidas por la gasolina.

En comparación con otras ciudades del Ecuador, en el año 2011 la ciudad de Quito tuvo emisiones de CO₂ generadas por fuentes móviles por un total de 2.596.669 toneladas (Secretaría de Ambiente, 2014), que en comparación con los resultados de la ciudad de Ibarra, esta solo genera aproximadamente un 9% de las toneladas generadas por Quito, en el mismo periodo de comparación. Por lo tanto Ibarra por tener menor población y un parque automotor pequeño tiene menos contaminación ambiental producida por dióxido de carbono.

Adicionalmente según (Ministerio del Ambiente, 2013) Ibarra es la segunda ciudad a nivel de Latinoamérica con el aire más puro, por ello el MAE en el año 2013 realizó un inventario preliminar de las emisiones de CO₂ tomando como año base 2010 y las ciudades de Ambato, Riobamba, Santo Domingo de los Colorados, Latacunga, Manta, Portoviejo, Esmeraldas y Milagro (Tabla 8). La estimación de emisiones de CO₂ por el MAE toma en cuenta diferentes variables como son: las emisiones provocadas por la industria, tráfico vehicular y aéreo, GLP doméstico, entre otras, sin embargo la presente investigación toma en cuenta solamente el tráfico vehicular debido a que produce una de las mayores cargas de contaminantes hacia la atmósfera dando como resultado problemas contaminación tanto local como regional (Parra, 2015). Así la (Tabla 8) y la (Figura 1) muestra que la Ciudad de Ibarra en relación a las demás ciudades es una con los menores índices de contaminación

de CO₂ por transporte terrestre, esto se debe a que el parque automotor para la ciudad de Ibarra es del 9% en relación a las demás ciudades analizadas y el combustible consumido representa solo un 10% (anexo 2) y (anexo 3).

Tabla 8. Emisiones de CO₂ del tráfico vehicular del año 2010

Ciudad	CO ₂ t/año
Milagro	120.048
Esmeraldas	168.612
Manta	200.387
Latacunga	242.641
Portoviejo	243.274
Ibarra	264.179
Riobamba	267.868
Ambato	395.200
Santo Domingo	475.018

Fuente: MAE (2014)

La ciudad de Ibarra según el INEC (2010) tiene 181.175 habitantes en año 2010, teniendo un incremento del 1.83%, (Tabla 9), durante los últimos años se observa que cada habitante de la ciudad de Ibarra emite a la atmósfera aproximadamente 1,61 toneladas de CO₂ producidas por fuentes móviles consumido al año.

Tabla 9. Estimación de Emisiones de CO₂ t/año por habitante años 2007-2017

Año	Población	CO ₂ /T	CO ₂ /POB
2007	171.409	201.764	1,18
2008	174.605	207.133	1,19
2009	177.859	232.120	1,31
2010	181.175	264.179	1,46
2011	184.491	292.838	1,59
2012	187.867	321.640	1,71
2013	191.305	353.037	1,85
2014	194.806	366.978	1,88
2015	198.370	393.902	1,99
2016	202.001	361.858	1,79
2017	205.697	373.595	1,82

Fuente: (INEC, 2010)

4.1.2 Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero CO₂ por unidad de distancia recorrida y tipo de fuente móvil.

Como se mencionó anteriormente se estimó las emisiones de CO₂ según la modalidad de los vehículos, la distancia recorrida y el consumo de combustible, solo para año el 2017 debido a que no se cuenta con la información necesaria para los demás años anteriores.

El cálculo de la estimación de las emisiones de CO₂ para fuentes móviles de transporte terrestre, se obtuvo la misma cantidad total de estimación de emisiones de CO₂ (Tabla 10) y (Tabla 9) el combustible que se utilizó fue el mismo para ambas metodologías según el IPCC, pero para la segunda metodología se empleó los porcentajes de consumo de combustibles según (Sierra, 2016), y el cálculo de distancia recorrida propuesta Sánchez et al. (2013). De esta manera se obtuvo la estimación de emisiones de CO₂ por modalidad de transporte y tipo de combustible (Figura 3).

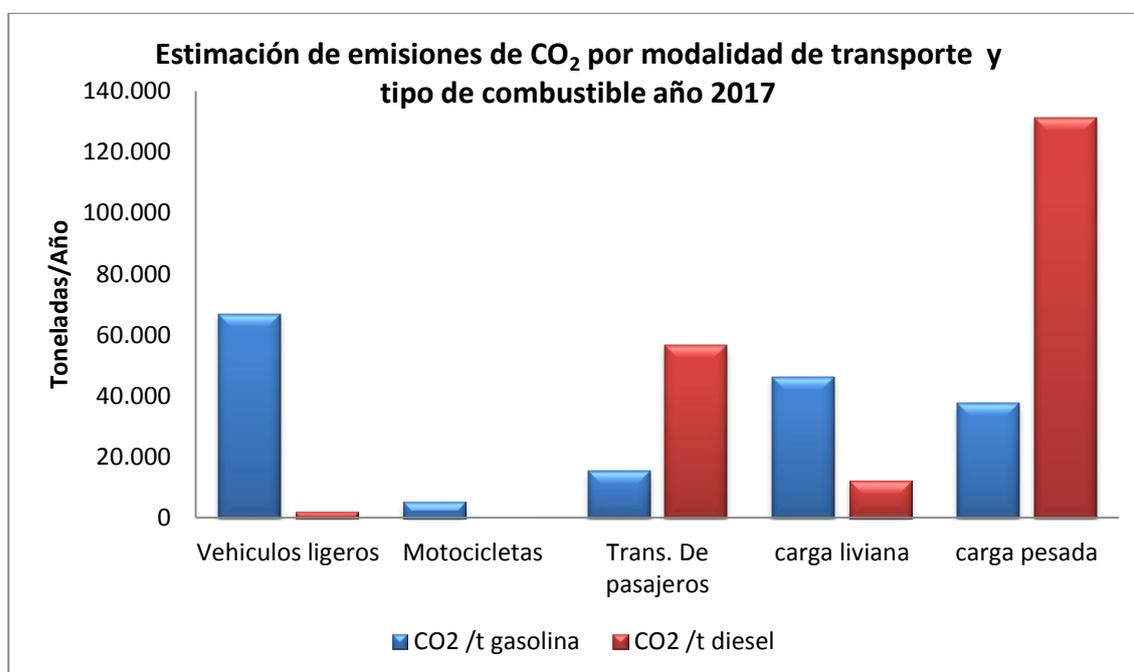


Figura 3. Estimación de Emisiones de CO₂ por modalidad de transporte y tipo de combustible año 2017

Como se puede observar en la gráfica los vehículos de carga pesada a diésel son los mayores contaminadores de CO₂ a la atmósfera. Esto se debe a que el consumo de combustible diésel representa el 65% total del consumo de combustible (diésel), (Figura 4) esto se debe a que el gasóleo es más contaminante que la gasolina (IDEA, 2005), puesto que el factor de emisión es mayor que el de la gasolina; la misma tendencia se puede observar en la modalidad de transporte de pasajeros a diésel (buses) en relación al transporte de pasajeros a gasolina (taxis), los buses emiten mayor cantidad de CO₂ un factor importante para este resultado es la distancia recorrida puesto que el transporte público de pasajeros recorre 910.000 km anuales es decir un 18% más que los taxis (Tabla 5).

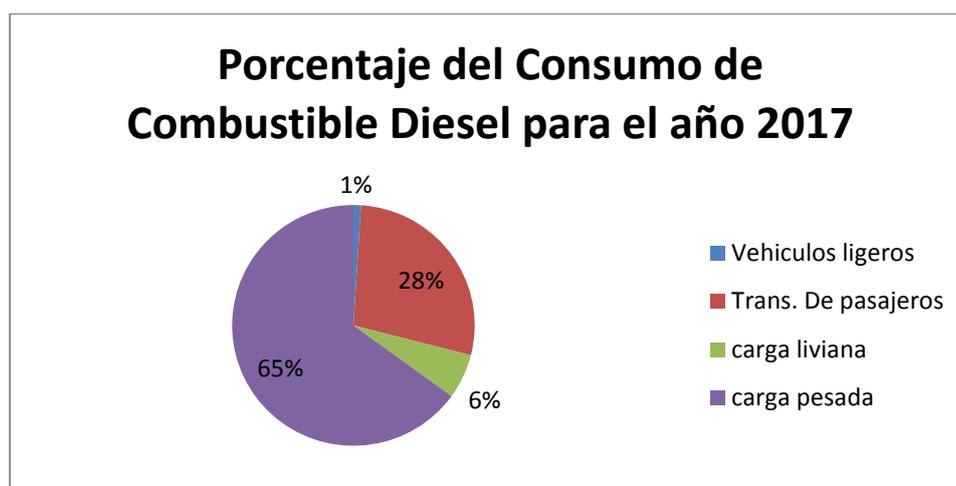


Figura 4. Porcentaje del Consumo de Combustible Diésel para el año 2017

Los vehículos ligeros a gasolina son los segundos contaminantes de CO₂ puesto que cuentan con el mayor número de vehículos y dentro del consumo de combustible de gasolina ocupan el 39% (Figura 5), mientras que las motocicletas son quienes menos emisiones de CO₂ producen debido a que consumen menos gasolina.

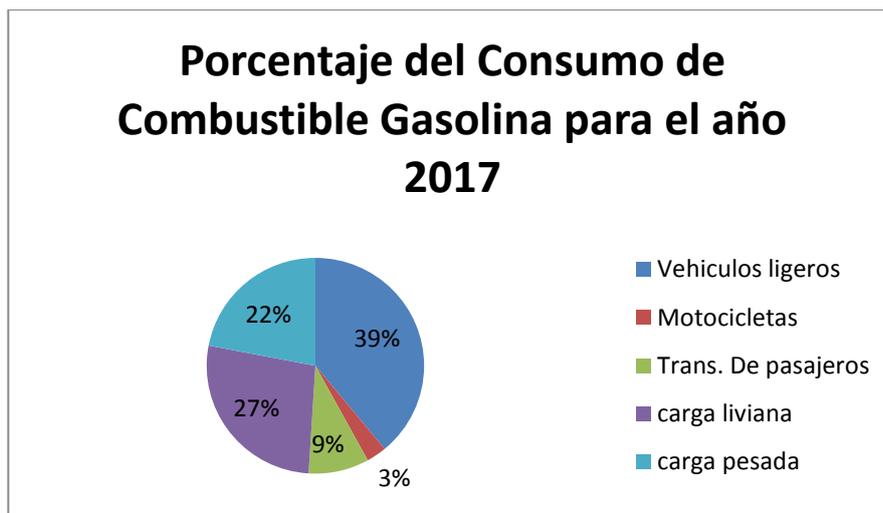


Figura 5. Porcentaje del Consumo de Combustible Gasolina para el año 2017

Como se puede apreciar (Tabla 10), los vehículos de carga pesada a pesar de contar con solo 2179 unidades de transporte es decir solo 6% de la de la flota vehicular de la ciudad de Ibarra, son los mayores contaminantes de CO₂ para año 2017 emitiendo un 45% de CO₂ de fuentes móviles, esto se debe a que son los mayores consumidores de combustible (gasolina y diésel), mientras que los vehículos ligeros emiten 18% de CO₂ representando el 48% de parque vehicular, las emisiones de CO₂ para vehículos ligeros es menor en comparación con vehículos de carga pasada debido a que estos vehículos en su mayoría utilizan gasolina.

Tabla 10. Estimación de emisiones de CO₂ por modalidad de transporte en el año 2017

Modalidades	Emisión de CO ₂	
	Tn	%
Vehículos ligeros	68.909	18%
Motocicletas	5.145	1%
Trans. De pasajeros	72.020	19%
Carga liviana	58.432	16%
Carga pesada	131.357	45%
Total	373.595	100%

Fuente: Elaborado por el autor

En lo referente a motocicletas son las que menores emisiones de CO₂ emiten a la atmósfera, a pesar de representar el 17% del parque automotor en Ibarra (Figura 6), esto se debe a que en su totalidad son motocicletas a gasolina y solo consumen un 3% de del total de combustible (Figura 5).

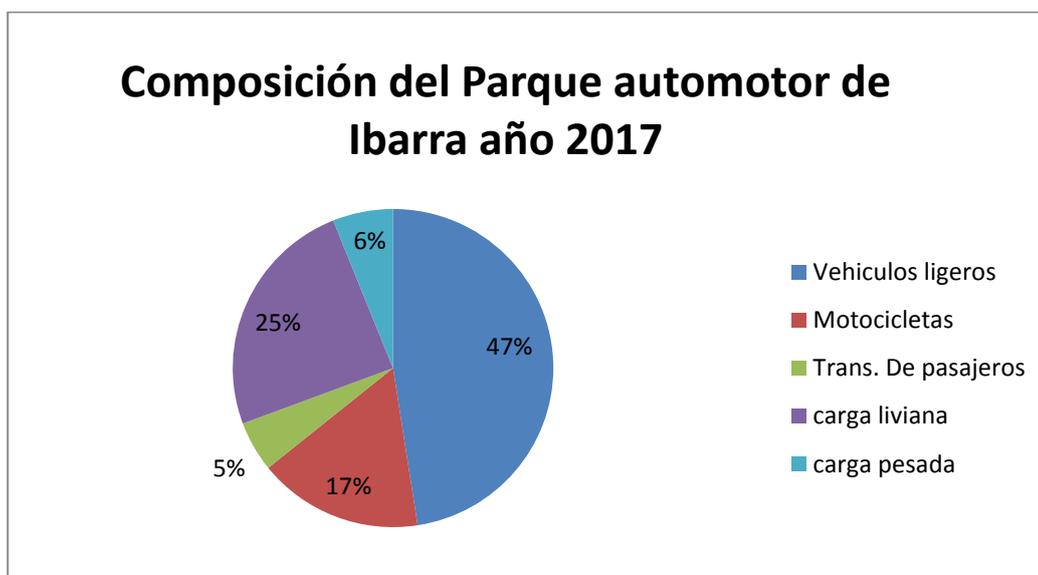


Figura 6. Composición del Parque automotor de Ibarra año 2017

4.2 Determinar monetariamente el consumo de combustible del transporte en la ciudad de Ibarra.

Tabla 11. Consumo monetario del combustible en Ibarra para el año 2017

Producto	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio Total
Diésel Premium	Galones	19.890.573	1,04	20.626.524,20
Gas Extra	Galones	17.189.451	1,48	25.440.387,48
Gas Súper	Galones	2.102.678	2,26	4.752.052,28

Fuente: Elaborado por el autor

Para conocer monetariamente el consumo de combustible (gasolina, diésel) para el año 2017 (Tabla 11), se observó que la gasolina extra es la que mayores ingresos monetarios obtienen por parte de los transportistas en la ciudad de Ibarra, seguida por el diésel Premium esto se debe a que en la ciudad para año 2017 en lo que se refiere al parque

automotor de Ibarra existe mayor número de vehículos a gasolina que a diésel, siendo el 87% de vehículos a gasolina (Tabla 12).

Tabla 12. Parque Automotor de Ibarra año 2017 según el tipo de Combustible

Parque automotor de Ibarra año 2017	
Tipo de Combustible	Número de Unidades
Diésel	4.561
Gasolina	31.126
Total Vehículos	35.777

Fuente: (Movidelnor EP, 2017)

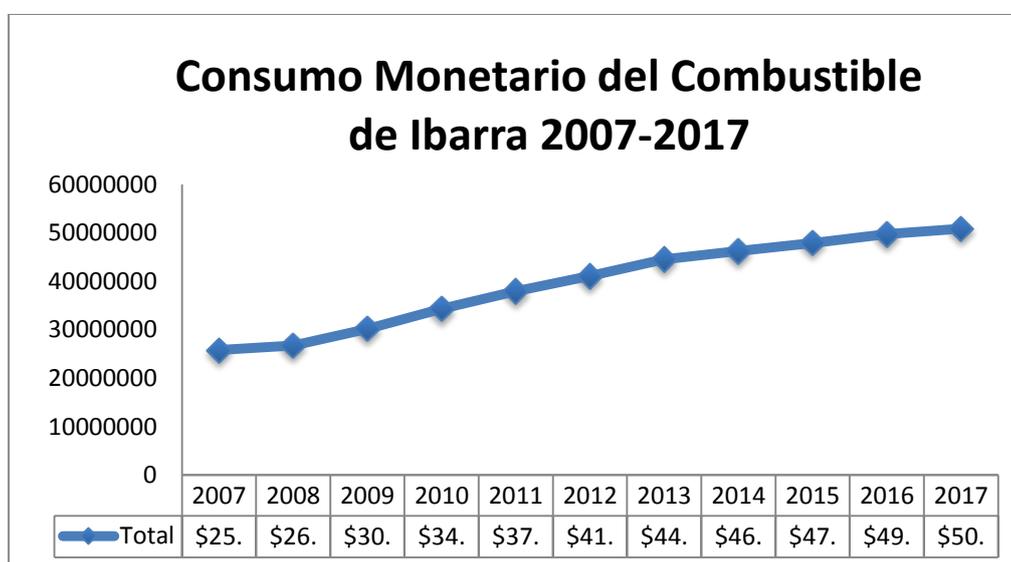


Figura 7. Consumo Monetario del Combustible de Ibarra 2007-2017

Durante los años 2007 al 2017 en la ciudad de Ibarra el consumo monetario del combustible tiene una tendencia ascendente, así para año 2017 se tiene \$50.878.635 en consumo monetario de combustible (Figura 7), esto se puede relacionar con el crecimiento del parque automotor y a su vez tiene una relación directa con el consumo de combustible. Este incremento se debe también al precio del combustible ha incrementado de la misma manera en los últimos 10 años, según (UDLA, 2016).

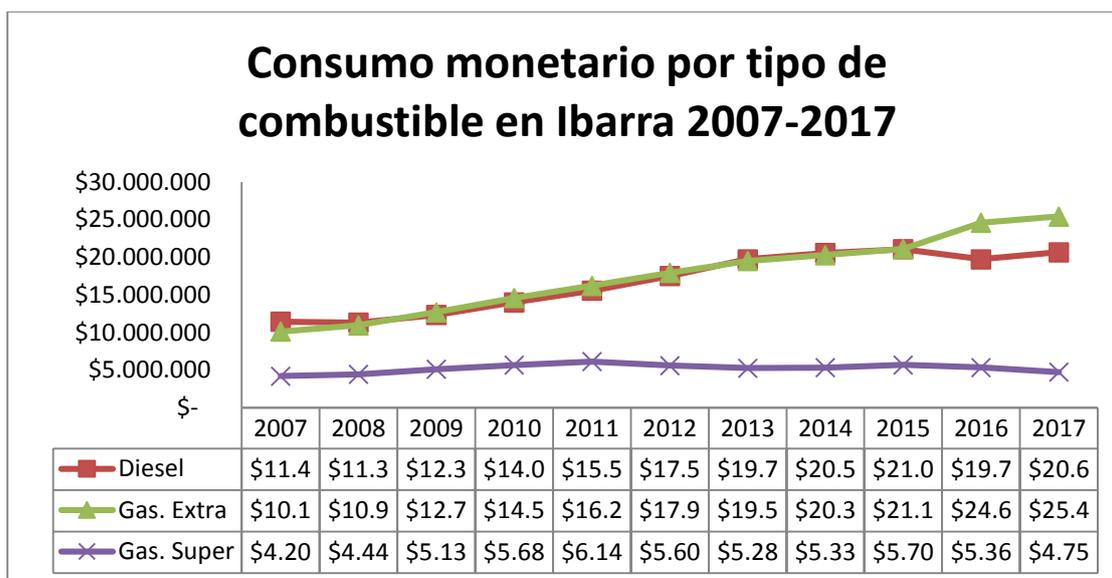


Figura 8. Consumo monetario por tipo de combustible en Ibarra 2007-2017

En la (Figura 8) se puede observar que los transportistas de la ciudad de Ibarra en los últimos 10 años han adquirido mayor cantidad de gasolina extra en relación al diésel y la gasolina súper. La gasolina súper es la que menor ingreso monetario se obtiene debido a que al ser más refinada que la gasolina extra su precio es mayor.

Como se observó anteriormente las emisiones estimadas de CO₂ en lo referente a transporte en la ciudad de Ibarra son bajas en comparación con las demás ciudades comparadas, un factor importante es el consumo de combustible en Ibarra es menor. A pesar que el consumo monetario en diésel (Figura 8) y el parque automotor de vehículos a diésel tiende a ser menores que la gasolina, estos vehículos son quienes emiten más CO₂ a la atmósfera, según IDAE (2005) el combustible a diésel emite mayores gases a la atmósfera pues por cada litro de gasolina un vehículo emite aproximadamente 2,3 kg de CO₂ mientras que por cada litro de diésel consumido se emite 2,6 kg de CO₂.

4.3 Correlación existente entre emisiones de CO₂, crecimiento económico y el crecimiento poblacional de Ecuador.

Para realizar el cálculo de la correlación se utilizó el programa STATA, con datos históricos desde el año 1971-2014 a nivel nacional, obtenido en la base de datos del Banco Mundial, teniendo los siguientes resultados:

Como se observa en la (Figura 9), la variable CO₂ con PIB per cápita es directa mente proporcional, es decir que a mayor PIB per cápita las emisiones de CO₂ se incrementan en el Ecuador, esto se debe al poder de adquisición de las población.

	co2	pibpc	lnpob
co2	1.0000		
pibpc	0.8211	1.0000	
lnpob	0.7680	0.8563	1.0000

Figura 9. Correlación de CO₂, PIBpc y Pob

En lo referente a la variables CO₂ y crecimiento poblacional, se tiene la misma relación anterior es decir que a mayor crecimiento poblacional las emisiones de CO₂ en el Ecuador aumentan, esto se debe al crecimiento de la población se relaciona con el incremento del parque automotor.

En función de que existe correlación entre el crecimiento poblacional, PIB per cápita y emisiones de CO₂ en el caso Ecuatoriano, dado a que no hay información sobre el comportamiento de histórico del PIB per cápita en la ciudad de Ibarra podemos decir que las emisiones de CO₂ con el PIB per cápita tiene la misma relación a nivel cantonal.

Para observar que tanto el crecimiento poblacional como el PIB per cápita son significantes debido a que son menores a 0.05, (Figura 10).

	co2	lnpob	pibpc
co2	1.0000		
lnpob	0.7680 0.0000	1.0000	
pibpc	0.8211 0.0000	0.8563 0.0000	1.0000

Figura 10. Significancia entre emisiones CO₂, POB, PIB per cápita

H₀: Existe correlación significativa entre emisiones de CO₂ y el crecimiento económico en el Ecuador.

Por lo tanto la hipótesis planteada se acepta debido a que si existe significancia entre las variables emisiones de CO₂ y crecimiento poblacional en Ecuador.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES

El objetivo de esta investigación es medir las emisiones de CO₂ en la ciudad de Ibarra desde el año 2007 al 2017, por medio de la metodología de consumo de combustible y por unidad de distancia recorrida, además se calculó el consumo monetario del combustible y se observó la correlación entre emisiones de CO₂, crecimiento poblacional y PIB per cápita en el Ecuador en los años de 1971 al 2014, a través de esto se obtiene las siguientes conclusiones.

En la ciudad de Ibarra se emite una cantidad relativamente baja de CO₂ debido al bajo consumo de combustible (gasolina, diésel), sin embargo pese al resultado, las emisiones de CO₂ se han incrementado en un 6.54% desde año 2007 hasta el año 2017.

Se observó al estimar las emisiones de CO₂ por distancia recorrida que los vehículos ligeros en la ciudad de Ibarra ocupan el tercer lugar como contaminante vehicular, con un 18% de emisiones de CO₂ emitidas al ambiente, esto se debe al presente crecimiento de vehículos para el uso personal por falta de una cultura del ciudadano al medio ambiente y debido a que el transporte público (buses) no es tan eficiente en esta ciudad.

Los mayores emisores de CO₂ de fuentes móviles del transporte terrestre a la atmósfera en la ciudad de Ibarra, son los vehículos de carga pesada emitiendo un 45% de CO₂, debido a que el factor de emisión de combustible diésel es mayor que el de la gasolina y que la mayoría de esta modalidad de vehículos son a diésel.

Para poder lograr una reducción significativa de las emisiones de CO₂, se debe tomar en cuenta las alternativas planteadas por otros países que han sido eficientes en su aplicación, como se observó en los casos de Hong Kong y Singapur, es decir mejorar el transporte público e incluir impuestos o certificados al momento de adquirir un auto nuevo. La implementación de estos certificados resultaría más costosa al momento de comprar un automóvil haciendo que la población opte por el uso del transporte público. A su vez estas políticas deben estar enfocadas en proyectos de mitigación del ambiente para que la aplicación del impuesto sea eficiente para la reducción de las emisiones.

Las limitaciones de este trabajo son: no se cuenta con el kilómetro recorrido de los vehículos privados de la ciudad de Ibarra; el consumo de combustible por cada tipo de vehículo por marca y año, por ello se tomó en cuenta otras investigaciones que tratan este sobre tema. A de mas no se cuenta con información sobre PIB per cápita en para la ciudad de Ibarra por lo que se hizo este análisis a nivel nacional.

Para futuras líneas de investigación se surgiere realizar alternativas de movilidad urbana, además un análisis de la eficiencia del transporte público de buses en la ciudad de Ibarra, alternativas de economía colaborativa en lo referente a los taxis de la ciudad, realizar una implementación de bicicletas como alternativa de movilidad, esto para poder mitigar las emisiones calculadas en la investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Almeida, M. D. (2014). Política fiscal en favor del medio ambiente en el Ecuador: estimaciones preliminares. Retrieved from http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37433/S1420714_es.pdf?sequence=1
- ARCH Agencia de Regulación y Control de Hidrocarburos. (2017). Consumo de Combustible en la Ciudad de Ibarra 2017. Retrieved from <http://www.controlhidrocarburos.gob.ec/>
- Asamblea Legislativa. (2011). Ley de Fomento Ambiental y Optimización de los Ingresos del Estado.
- Begum, R. A., Sohag, K., Abdullah, S. M. S., & Jaafar, M. (2015). CO2emissions, energy consumption, economic and population growth in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 594–601. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.205>
- Bustos, F. (2016). *Manual de Gestión y Control Ambiental*. (Aciertos Gráficos, Ed.) (Quinta Edi). Ecuador.
- Cobo, M. (2013). *Economía ambiental y costes ambientales externos: Protocolo de Kyoto y mercado de derechos de emisión de CO2*. UNIVERSIDAD DE CANTABRIA. Retrieved from <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/4470/TFG Marta Cobo Villa.pdf?sequence=1>
- EIA Energy information Administration. (2017). ¿Cuánto dióxido de carbono se produce al quemar gasolina y diesel? Retrieved from <https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=307&t=11>
- Garg, A., Kazunari, K., Tinus Pulles, Gómez, D., Watterson, J., Americano, B., ... Treaton, K. (2006). Directrices del IPPC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, 30. <https://doi.org/10.1157/13083441>
- Greenpeace. (1999). DIESEL: HECHOS MÁS DESTACADOS SOBRE LAS EMISIONES. *WOLFGANG LOHBECK Greenpeace*, 1–5.
- Hinostroza, M., & Mallet Guy, S. (2000). La Teoría Económica Neoclásica Y Los

Instrumentos De Política Ambiental. *Inter*.

- IDAE Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2005). Combustibles y vehículos alternativos, 7–11.
- INEC. (2016). Anuario de estadísticas de transporte 2016. *Informes Anuales*, 1–197. Retrieved from http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_Economicas/EstadisticadeTransporte/2016/2016_AnuarioTransportes_Principales_Resultados.pdf<http://www.inec.gob.ec/estadisticas/>
- INEC Instituto Nacional de Estadística y censos. (2010). Población y Demografía. Retrieved from <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- IPCC. (2006). Energy. *IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories*, 2.1-2.95. Retrieved from http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english/2_Energy.pdf
- IPCC Intergovernmental Panel on Climate change. (2010). Understanding Climate Change. 22 years of IPCC assessment, 10.
- Labandeira, X., León, C., & Vázquez, M. (2007). *Economía Ambiental*. (Pearson Educación S.A, Ed.) (Primera Ed). Madrid.
- Loevinger, L. (1966). The limits of technology in broadcasting. *Journal of Broadcasting*, 10(4), 285–298. <https://doi.org/10.1080/08838156609386209>
- López, C. M. (2011). “*Pronóstico De La Calidad Del Aire En El Área Metropolitana De La Ciudad De México a Través Del Análisis De Las Series De Tiempo De Los Componentes Del Imeca.*” Retrieved from <http://www.bib.uia.mx/tesis/pdf/015419/015419.pdf>
- MAE Ministerio del Ambiente. (2012). Historia de Creación Ministerio del Ambiente, (245), 2. Retrieved from <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Historia-de-Creacion.pdf>
- MAE Ministerio del Ambiente. (2013). Ibarra, la segunda ciudad en Latinoamérica donde se respira el aire más puro. Retrieved from <http://www.ambiente.gob.ec/ibarra-la-segunda-ciudad-en-latinoamerica-donde-se-respira-el-aire-mas-puro/>

- MAE Ministerio del Ambiente. (2014). Inventario Preliminar de las Emisiones de Contaminantes del Aire , de los cantones Ambato , Riobamba , Santo Domingo de los Colorados , Latacunga , Ibarra , Manta , Portoviejo , Esmeraldas y Milagro, 3, 124. Retrieved from <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/Libro-Resumen-Inventario-13-02-2014-prensa.pdf>
- Mankiw, G. (2014). *Principios de Economía* (Sexta Edic). México D.F: Data Color Impresores S.A de C.V.
- Marcos, V. (2005). La contaminacion como determinante de la salud. *Rev. Esp. Salud Publica*, 79(1135–5727), 117–127.
- Maurice, L. Q., Hockstad, L., Hohne, N., Hupe, J., Lee, D. S., & Rypdal, K. (2006). Mobile Combustion. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, 1–78.
- Mera, Z., Rosero, F., Romero, R., & Rosero. (2016). MOVILIDAD DEL PERSONAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE: MODO DE TRANSPORTE Y EMISIONES DE CO2.
- Movidelnor EP. (2017). Parque Automotor Ibarra. Retrieved from www.movidelnor.gob.ec/%0A
- Ozkan, F., & Ozkan, O. (2012). AN ANALYSIS OF CO 2 EMISSIONS OF TURKISH INDUSTRIES AND ENERGY SECTOR OZKAN, Filiz. *Regional and Sectoral Economic Studies*, 12(2). Retrieved from <http://www.usc.es/economet/journals/2/eers/eers1227.pdf>
- Parra, R. (2015). Inventario de Emisiones Atmosféricas del Cantón de Cuenca 2014, (543), 124. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17665.66405>
- Quadri De La Torre, G. (2012). *Ayudemos a Defender el Medio Ambiente: Políticas y Acciones Prácticas*. (P. D. S. . De, Ed.) (Primera Ed). México.
- Rentería, V., Toledo, E., Bravo, D., & Ochoa, D. (2016). Relación entre Emisiones Contaminantes , Crecimiento Económico y Consumo de Energía . El caso de Ecuador 1971-2010, 38(1).

- Reyes, S., & Tito, C. (2017). *INVENTARIO DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS PROCEDENTES DE FUENTES FIJAS, MÓVILES Y DE ÁREA EN EL CANTÓN IBARRA AÑO BASE 2015*. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR. Retrieved from <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9274/1/T-UCE-0012-22.pdf>
- Riera, P., García, D., Kristrom, B., & Brannlund, R. (2005). *Manual de Economía Ambiental y de los Recursos Naturales*. (Parainfo S.A, Ed.) (Primera Ed). Madrid.
- Ruza, F. (1993). *Tratado Universal del Medio Ambiente*. (Edición S.A, Ed.) (Primera Ed). Madrid.
- Sánchez, S., Green, J., Orjuela, J. P., & Klakamp, J. (2013). Metodologías para la estimación de emisiones de transporte urbano de carga y guías para la recopilación y organización de datos. *Clean Air Institute*, 38. Retrieved from <http://www.cleanairinstitute.org/cops/wp-content/uploads/2013/03/Metodologias-del-transporte-de-carga-Junio-2013.pdf>
- Saráuz, P. (2017). *IMPUESTO AMBIENTAL A LA CONTAMINACIÓN VEHICULAR Y SU IMPACTO SOBRE LA CANTIDAD DE EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂) EN ECUADOR*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE. Retrieved from [http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6616/1/02 IEF 160 TRABAJO DE GRADO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6616/1/02%20IEF%20160%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf)
- Secretaría de Ambiente. (2014). Secretaria de Ambiente: Informe Final Inventario de Emisiones de Contaminantes Criterio, DMQ 2011, 53. Retrieved from http://www.quitoambiente.gob.ec/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=536&Itemid=59&lang=es.
- Sierra, J. C. (2016). Estimating road transport fuel consumption in Ecuador. *Energy Policy*, 92, 359–368. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.02.008>
- Simões, A. F., & Schaeffer, R. (2005). The Brazilian air transportation sector in the context of global climate change: CO₂emissions and mitigation alternatives. *Energy Conversion and Management*, 46(4), 501–513. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2004.06.017>
- U.S Department of transportation. (2012). Traffic Congestion and Reliability : Trends and

- Advanced Strategies for Congestion Mitigation. *Office of Operation.*, 0732(September), 1–22. <https://doi.org/10.1080/1063073012005218>
- UDLA - Universidad de Las Américas. (2016). Boletín Estadístico del Sector de Hidrocarburos Observatorio de Energía y Minas (OEM), 2, 41.
- Unidas, N. (2014). PROTOCOLO DE KYOTO DE LA CONVENCION MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO. Retrieved November 5, 2017, from <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>
- Vila, A., López, A., & Sedano, M. (n.d.). CORRELACIÓN LINEAL Y ANÁLISIS DE REGRESIÓN. Retrieved from <https://www.uoc.edu/in3/emath/docs/RegresionLineal.pdf>
- Wang, C., Cai, W., Lu, X., & Chen, J. (2007). CO2mitigation scenarios in China's road transport sector. *Energy Conversion and Management*, 48(7), 2110–2118. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2006.12.022>
- Yañez, J. (2016). Impuesto Pigouviano. *Revista de Estudios Tributarios N.16 Universidad de Chile*, 9478, 159–198.

ANEXO

Anexo 1. Consumo de Combustible en la Ciudad de Ibarra por parroquias

AÑO	SEGMENTO	PROVINCIA	CANTON	PRODUCTO	UNIDAD	TOTAL
2007	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	DIESEL 2	GALONES	11.228.677
2007	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	GASOLINA EXTRA	GALONES	7.799.658
2007	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	GASOLINA SUPER	GALONES	2.063.231
2008	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	DIESEL 2	GALONES	11.099.895
2008	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	GASOLINA EXTRA	GALONES	8.433.645
2008	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	GASOLINA SUPER	GALONES	2.180.325
2009	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	DIESEL 2	GALONES	12.091.378
2009	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	GASOLINA EXTRA	GALONES	9.775.682
2009	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	GASOLINA SUPER	GALONES	2.515.850
2010	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	DIESEL 2	GALONES	13.746.327
2010	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	GASOLINA EXTRA	GALONES	11.217.742
2010	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	GASOLINA SUPER	GALONES	2.788.568
2011	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	DIESEL 2	GALONES	14.106.600
2011	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	DIESEL PREMIUM	GALONES	1.154.600
2011	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	GASOLINA EXTRA	GALONES	12.487.500
2011	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	GASOLINA SUPER	GALONES	3.011.300
2012	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	DIESEL PREMIUM	GALONES	17.180.500
2012	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	GASOLINA EXTRA	GALONES	13.797.400
2012	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	GASOLINA SUPER	GALONES	2.747.700
2013	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	DIESEL PREMIUM	GALONES	19.351.538
2013	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	GASOLINA EXTRA	GALONES	15.004.586
2013	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	GASOLINA SUPER	GALONES	2.591.072
2014	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	DIESEL PREMIUM	GALONES	20.161.966
2014	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	GASOLINA EXTRA	GALONES	15.620.988
2014	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	GASOLINA SUPER	GALONES	2.616.651
2015	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	DIESEL PREMIUM	GALONES	20.677.294
2015	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	GASOLINA EXTRA	GALONES	16.243.913
2015	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	GASOLINA SUPER	GALONES	2.795.569
2016	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	DIESEL PREMIUM	GALONES	18.988.894
2016	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	GASOLINA EXTRA	GALONES	16.629.219
2016	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	GASOLINA SUPER	GALONES	2.373.120
2017	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	DIESEL PREMIUM	GALONES	19.890.573
2017	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	GAS. EXTRA	GALONES	17.189.451
2017	AUTOMOTRIZ	IMBABURA	IBARRA	GASOLINA SUPER	GALONES	2.102.678

Fuente: ARCH (2017)

Anexo 2. Consumo de Combustible Ibarra 2010 por el MAE

Cantón	Gasolina Extra	Gasolina Súper	Diésel
Esmeraldas	7.828.428	3.279.236	8.526.538
Santo Domingo	16.733.651	6.067.381	28.673.947
Manta	12.151.500	4.333.112	7.463.485
Portoviejo	10.997.633	5.238.740	11.633.343
Milagro	5.959.657	1.804.363	6.560.121
Riobamba	15.075.269	2.792.000	12.977.834
Ambato	20.172.000	7.462.500	17.526.500
Latacunga	11.632.900	1.860.500	13.237.500
Total	111.762.780	35.622.400	120.323.595

Fuente: MAE (2014)

Anexo 3. Parque automotor por el MAE

Cantón	Número de Vehículos
Esmeraldas	30000
Santo Domingo	71647
Manta	44037
Portoviejo	51061
Milagro	30843
Riobamba	45443
Ambato	70889
Latacunga	36422
Total	419436

Fuente: MAE (2014)

Anexo 4. Base de Datos CO₂, PIB per cápita

AÑO	CO ₂	PIBPC	POB	LNPOB
1971	0,67602745	2568,33611	6248835	1.564.791
1972	0,71472353	2621,73788	6428711	1.567.628
1973	0,79585781	2904,70996	6611916	1.570.438
1974	0,89595505	3141,76575	6798206	1.573.217
1975	1,05380334	3392,08785	6987391	1.575.962
1976	1,12981658	3545,57728	7179399	1.578.673
1977	1,01493213	3507,29695	7374234	158.135
1978	1,37682745	3610,64031	7571959	1.583.996
1979	1,56537362	3648,75353	7772653	1.586.612
1980	1,6853651	3687,39406	7976445	15.892
1981	2,03981282	3795,97112	8183194	1.591.759
1982	2,29817204	3723,86298	8392940	159.429
1983	2,27232477	3619,34721	8606213	1.596.799
1984	2,40913405	3622,79217	8823751	1.599.296
1985	2,14807408	3672,84767	9045979	1.601.783
1986	1,64745787	3707,10753	9272906	1.604.261
1987	1,59040076	3607,54707	9504129	1.606.724
1988	1,77341184	3727,85473	9739176	1.609.167
1989	2,03134641	3675,45432	9977377	1.611.583
1990	1,64686956	3720,93663	10218091	1.613.967
1991	1,57708142	3790,50881	10460990	1.616.316
1992	2,0812054	3782,18856	10705667	1.618.628
1993	2,21033883	3770,34631	10951202	1.620.896
1994	1,21933342	3844,78444	11196479	1.623.111
1995	1,99655411	3847,50729	11440583	1.625.268
1996	2,07054757	3832,76269	11683479	1.627.369
1997	1,53967965	3917,656	11924993	1.629.415
1998	1,84648038	3966,17349	12163885	1.631.398
1999	1,7337277	3706,64978	12398691	163.331
2000	1,64060597	3678,90232	12628596	1.635.147
2001	1,79858466	3759,89486	12852755	1.636.907
2002	1,90867147	3848,26685	13072060	1.638.599
2003	2,02918944	3888,3419	13289601	1.640.249
2004	2,15004189	4139,08057	13509647	1.641.891
2005	2,20336641	4286,51525	13735233	1.643.547
2006	2,06617729	4400,8596	13967480	1.645.224
2007	2,24478811	4421,90243	14205453	1.646.914
2008	2,34423026	4624,19658	14447562	1.648.604
2009	2,45510427	4573,24708	14691275	1.650.276
2010	2,44136176	4657,30236	14934690	165.192
2011	2,54391118	4943,4227	15177355	1.653.531
2012	2,47349502	5140,26291	15419666	1.655.116
2013	2,61768904	5311,21212	15661547	1.656.672
2014	2,76170218	5428,71403	15903112	1.658.203

Fuente: Banco Mundial