

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE CUENCA**

**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**  
**AUTOMOTRIZ**

**TÍTULO:**

**ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE EMISIONES DE  
GASES CONTAMINANTES DE FUENTES MÓVILES A PARTIR  
DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA REVISIÓN TÉCNICA  
VEHICULAR EN EL CANTÓN CUENCA**

**Tesis previa a la obtención del  
Título de Ingeniero Mecánico  
Automotriz**

**AUTOR:**

**Pedro Francisco Vintimilla Jarrín**

**DIRECTOR:**

**M. I. Javier Vázquez Salazar**

**Cuenca – Ecuador**

**Febrero 2015**

## **CERTIFICACIÓN:**

En mi calidad de Director de Tesis, designado por el Consejo de Carrera. Certifico: Que el egresado de la carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz, Pedro Francisco Vintimilla Jarrín, cumplió con su trabajo de Tesis denominado con el título “Análisis de resultados de la medición de emisiones de gases contaminantes de fuentes móviles a partir de la implementación de la revisión técnica vehicular en el cantón Cuenca”, quien ha cumplido con todos los requerimientos exigidos por la institución, siendo la misma de su propia autoría, por lo que se aprueba la misma.

Atentamente:



M. I. Javier Vázquez Salazar  
**Director de Tesis.**

**DECLARATORIA:**

Yo, Pedro Francisco Vintimilla Jarrín, declaro de manera libre y voluntaria que los resultados obtenidos, conceptos desarrollados, conclusiones, y resto del contenido de esta obra es de autoría propia, basado en una estudiada recopilación bibliográfica, autorizando a la Universidad Politécnica Salesiana el uso de la misma con fines académicos.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual correspondiente de este trabajo a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente:



Sr. Pedro Francisco Vintimilla Jarrín

**DEDICATORIA:**

Este trabajo de grado está dedicado a mi Madre, que con su esfuerzo me ayudo a salir adelante y es un ejemplo de sacrificio y dedicación.

### **AGRADECIMIENTO:**

Agradezco a Dios, a mi familia y a todos aquellos que me apoyaron durante mi proceso de formación académica para la obtención de un título profesional.

Al M. I. Javier Vázquez, Director de Tesis, por sus conocimientos impartidos durante el desarrollo de esta investigación.

Al personal de la EMOV-EP que supo contribuir con la información necesaria para la obtención de este trabajo.

## **RESUMEN:**

La contaminación del aire es el resultado de diversas actividades realizadas por el hombre, exponiendo al medio ambiente a las continuas y cada vez mayores cantidades de gases. Actualmente, existe un conflicto entre el desarrollo económico y la conservación del planeta. Es por ello que se requiere implementar medidas de control y prevención para remediar el deterioro ambiental.

En el año 2008, se lleva a cabo por primera vez en Cuenca un sistema de control técnico vehicular, que determina si los automotores están o no aptos para circular de manera segura dentro del cantón. A medida que pasan los años, la inspección se torna obligatoria y con ello aumenta la afluencia de automóviles a los centros de revisión, para obtener la documentación correspondiente que permita la matriculación.

El proceso de Revisión Técnica Vehicular tiene como objetivo principal garantizar las condiciones mínimas de seguridad de los vehículos, además de mantener un nivel de emisiones contaminantes por debajo de los límites máximos establecidos y comprobar que los vehículos que circulan cumplan con las normas técnicas y legales que les incumbe.

Siendo Cuenca el principal eje económico en el austro ecuatoriano, y por ende el centro de estudio para la determinación de las emisiones contaminantes provocadas por las diferentes fuentes móviles y el consumo de combustibles, se prevé una manera de plantear posibles soluciones al aumento del parque automotor, y con ello reducir o limitar los gases de escape, analizando los resultados obtenidos de las revisiones vehiculares de años anteriores. Por lo tanto, esta investigación, se enfoca a la determinación de la ganancia resultante en la disminución de gases contaminantes desde la creación del sistema de inspección vehicular de Cuenca.

## **ABSTRACT:**

Air pollution is the result of people activities which expose the environment to continuous and increasing amounts of gases. Currently, there is a conflict between economic development and planet conservation. Therefore, it is necessary to implement prevention and control measures to remedy environmental damage.

In 2008 a vehicular technical control system was performed in Cuenca for first time which determines whether or not vehicles are roadworthy safely in the canton. As years elapse, inspection becomes mandatory and thereby the influx of cars in review centers increases to get the documentation that allows enrollment.

The Technical Vehicular Review process aim is not only to ensure the minimum safety conditions of the vehicle, but also, it is to maintain the level of emissions below the maximum levels established, and check that the vehicles in the canton comply the technical and legal standards on which they incumbent.

Being Cuenca, the main economic axis in the Ecuadorian Austro, and therefore the study center for the determination of pollutant emissions from mobile sources and different fuel consumption, it is foresees a way to propose possible solutions to increase the automotive park to reduce or limit exhaust, by analyzing the results of vehicle reviews from previous years. Therefore this study focuses on determining the resulting difference between the reality obtained and the expected projection of pollutants since the creation of the vehicle inspection system in Cuenca.

## ÍNDICE GENERAL:

CERTIFICACIÓN.....	II
DECLARATORIA.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT.....	VII
ÍNDICE.....	VIII

## ÍNDICE DE CONTENIDOS:

INTRODUCCIÓN: .....	1
CAPÍTULO I.....	3
FUNDAMENTO TEÓRICO DEL PROCESO DE REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR Y LOS PARÁMETROS DE EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES .....	3
1.1. Selección de los sitios de monitoreo.....	3
1.1.1. Delimitación del área de estudio.....	4
1.2. Fuentes móviles contaminantes.....	5
1.3. Emisiones contaminantes.....	6
1.3.1. Motor a gasolina .....	6
1.3.2. Motor diésel.....	7
1.3.3. Gases emitidos.....	8
1.4. Principios fundamentales de la Revisión Técnica Vehicular (RTV).....	13
1.4.1. Criterios para la clasificación de defectos .....	16
1.4.2. Calificación de los tipos de defectos.....	17
1.4.3. Proceso de calificación de una revisión.....	17
1.5. Informe de la calidad del aire en Cuenca.....	18
1.5.1. Reseña histórica.....	18
1.5.2. Descripción de la Red de Monitoreo.....	19
1.5.3. Objetivos de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire de Cuenca.....	19
1.5.4. La calidad del aire de Cuenca.....	20
CAPÍTULO II.....	21
ANÁLISIS DE LAS MEDICIONES DE GASES PREVIO A LA IMPLEMENTACIÓN DE LA REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR.....	21
2.1. Área de estudio, cantón Cuenca .....	21
2.1.1. Parroquias rurales .....	22



2.1.2. Parroquias urbanas.....	22
2.2. Estudios previos a la implementación de la RTV .....	23
2.3. Monitoreo inicial .....	24
2.4. Inventario de emisiones atmosféricas del cantón Cuenca, año base 2007 .....	25
2.4.1. Consumo de combustibles en el cantón Cuenca.....	25
2.4.2. Fuentes fijas y móviles.....	26
2.5. Consideraciones para la implementación de un centro de RTV.....	28
2.5.1. Consideraciones legales para la creación de un centro de RTV .....	28
2.5.2. Consideraciones técnicas para el número de líneas de un centro de RTV .....	29
2.5.3. Normativas que regulan una RTV .....	29
2.6. Resultados y análisis de las mediciones de gases previas a la implementación del centro de RTV.....	30
2.6.1. Tráfico vehicular, principal fuente emisora de contaminantes .....	30
2.6.2. Resultados del monitoreo, año 2007.....	32
2.6.3. Resultados de emisiones contaminantes, año 2013 .....	33
2.7. Constitución de la corporación para el mejoramiento del aire de Cuenca.....	34
2.8. Esquema de metodología de estudio para la contaminación ambiental .....	35
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>37</b>
<b>RESULTADOS DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN CUENCA, DESDE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR HASTA EL AÑO 2013.....</b>	<b>37</b>
3.1. Población frente a vehículos del cantón Cuenca .....	37
3.1.1. Habitantes del cantón Cuenca.....	37
3.1.2. Vehículos del cantón Cuenca .....	40
3.1.3. Relación habitante / vehículo .....	41
3.2. Inspección total de vehículos desde la incorporación de la RTV .....	41
3.3. Principales defectos del condicionamiento vehicular .....	43
3.4. Resultados de vehículos condicionados a causa de la contaminación ambiental .....	45
3.5. Resumen del Inventario de emisiones atmosféricas Cuenca.....	47
3.5.1. Consumo de combustibles.....	48
3.5.2. Evolución de los combustibles (Octanaje) .....	49
3.5.3. Contaminación ambiental años 2007, 2009 y 2011 .....	51
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>54</b>
<b>ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE LOS ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN A TRAVÉS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ESTUDIO DE GASES.....</b>	<b>54</b>

4.1. Vehículos aprobados y condicionados por la RTV .....	54
4.2. Análisis y proyecciones del parque automotor en el cantón Cuenca.....	56
4.3. Proyección del consumo de combustibles para vehículos, Cuenca.....	57
4.4. Proyección de los índices de contaminación.....	59
4.5. Resultados del proceso de Revisión Técnica Vehicular en el cantón. ....	64
4.6. Procesos para reducir la cantidad de vehículos en circulación.....	71
4.7. Evaluación de la implementación de un sistema de Revisión Técnica Vehicular.....	75
4.7.1. Impacto sobre el tráfico vehicular .....	75
4.7.2. Impacto económico.....	76
4.7.3. Impacto ambiental .....	76
4.7.4. Impacto social.....	77
4.7.5. Impacto urbano.....	77
CONCLUSIONES: .....	78
RECOMENDACIONES: .....	80
BIBLIOGRAFÍA: .....	81
ANEXOS .....	83

## ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1.1. Criterios para la clasificación de defectos.....	16
Tabla 1.2. Fuentes de emisiones contaminante en el cantón Cuenca.....	20
Tabla 2.1. Consumo por uso y tipo de combustibles en el cantón Cuenca, año 2007.....	25
Tabla 2.2. Emisiones atmosféricas Cuenca, año 2007. Toneladas por año (t/a).....	31
Tabla 2.3. Emisiones atmosféricas del cantón Cuenca, año 2007.....	32
Tabla 2.4. Resultado de gases vehiculares para el año 2013.....	33
Tabla 3.1. Población en el cantón Cuenca.....	38
Tabla 3.2. Ventas en la provincia del Azuay.....	40
Tabla 3.3. Parque automotor del cantón Cuenca.....	41
Tabla 3.4. Porcentaje anual de vehículos que realizaron la RTV.....	42
Tabla 3.5. Defectos que determinan el condicionamiento vehicular.....	43
Tabla 3.6. Condicionamiento a causa de la contaminación ambiental.....	46
Tabla 3.7. Consumo de combustibles.....	48
Tabla 3.8. Variaciones gasolina extra.....	50
Tabla 3.9. Variaciones gasolina súper.....	50
Tabla 3.10. Variaciones combustible diésel.....	50
Tabla 3.11. Resultados de las emisiones de escape.....	51
Tabla 4.1. Proyección del parque automotor al año 2020.....	56
Tabla 4.2. Proyección de la demanda de combustible para uso vehicular.....	58
Tabla 4.3. Proyección estimada de contaminantes producidos por fuentes móviles.....	60
Tabla 4.4. Diferencia RTV año 2009.....	65
Tabla 4.5. Diferencia RTV año 2011.....	65
Tabla 4.6. Precio de los combustibles.....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura 2.1. Ubicación geográfica del cantón Cuenca.....	21
Figura 2.2. Parroquias rurales del cantón Cuenca.....	22
Figura 2.3. Parroquias urbanas del cantón Cuenca.....	23
Figura 2.4. Composición del parque automotor de Cuenca, año 2007.....	26
Figura 2.5. Emisión de contaminantes primarios del aire por las principales actividades del cantón Cuenca, año 2007.....	31
Figura 2.6. Resultados de gases vehiculares, año 2013.....	33
Figura 2.7. Resultado de gases vehiculares, CO <sub>2</sub> y CO, año 2013.....	34
Figura 3.1. Población en el cantón Cuenca.....	38
Figura 3.2. Defectos que determinan el condicionamiento en una inspección vehicular. Clasificación por familia.....	44
Figura 3.3. Porcentajes de condicionamientos a causa de la contaminación ambiental por defecto.....	46
Figura 3.4. Consumo de combustibles.....	49
Figura 3.5. Resultados de las emisiones de escape N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub> , PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub> , SO <sub>2</sub> , COV, NO <sub>x</sub> .....	52
Figura 3.6. Resultados de las emisiones de escape CO y CO <sub>2</sub> .....	53
Figura 4.1. Vehículos aprobados y condicionados durante la RTV. 2008 – 2013.....	55
Figura 4.2. Proyección del parque automotor al año 2020.....	57
Figura 4.3. Proyección de la demanda de combustible para uso vehicular.....	59
Figura 4.4. Proyección del dióxido de carbono.....	61
Figura 4.5. Proyección del monóxido de carbono.....	62
Figura 4.6. Proyección de óxidos nitrosos y compuestos orgánicos volátiles.....	62
Figura 4.7. Proyección de SO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O.....	63
Figura 4.8. Resultados de las emisiones de NO <sub>x</sub> y COV durante los períodos 2009 y 2011 respectivamente.....	65
Figura 4.9. Resultados de las emisiones de SO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> y PM <sub>2,5</sub> durante los períodos 2009 y 2011 respectivamente.....	67
Figura 4.10. Resultados de las emisiones de CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O durante los períodos 2009 y 2011 respectivamente.....	68
Figura 4.11. Resultados de las emisiones de CO y CO <sub>2</sub> durante los períodos 2009 y 2011 respectivamente.....	69
Figura 4.12. Diferencia obtenida del control de emisiones contaminantes.....	70

## **INTRODUCCIÓN:**

En la actualidad, existe una gran cantidad de vehículos en todo el mundo desarrollando un proceso de combustión incompleto, responsable de la generación de gases contaminantes emitidos a la atmósfera, estos provocan daños irremediables en la salud de las personas y el medio ambiente. Es por ello, que se desarrollan programas de gestión y control de emisiones, para determinar los niveles de contaminación existentes y promover sistemas de prevención, para lo cual se requiere proyectar los resultados en períodos cortos de tiempo y así disminuir o controlar la cantidad de gases contaminantes.

En la presente investigación, se desarrolla como primer capítulo el fundamento teórico que describe el proceso de combustión vehicular y los gases resultantes que este proyecta al medio ambiente, tanto en motores a gasolina como diésel. Obteniendo los diferentes contaminantes y determinando sus efectos nocivos en la salud. Este estudio se realizó con la intención de conocer a profundidad el proceso de combustión incompleto que se lleva a cabo en todos los automotores, provocando compuestos dañinos, que son calificados y cuantificados mediante los diferentes analizadores de gases que se encuentran en puntos estratégicos del cantón.

Es importante conocer los principios fundamentales que rigen el proceso de RTV, enmarcados en el instructivo “INEN 2349”, que señala la secuencia y las herramientas necesarias para la realización de la inspección vehicular conforme sean las exigencias de cada automotor. Este procedimiento está regulado por la reglamentación de la República del Ecuador.

Dentro del segundo capítulo se realiza el estudio previo a la implementación de un sistema de revisión vehicular, que consta de un proyecto denominado “Calidad del Aire Ecuador” en donde se determina, que las fuentes móviles son el principal detonante de la contaminación atmosférica al quemar combustibles fósiles para su funcionamiento. Para ello se requiere estudiar cada uno de los inventarios de emisiones atmosféricas y el consumo de combustibles derivado del aumento vehicular. También se prevé las consideraciones legales, técnicas y de normalización para la construcción de los espacios físicos donde funcionarían los centros de RTV. Del análisis de esta segunda parte de la investigación resulta una metodología para combatir la contaminación producida por los vehículos.

En el tercer capítulo se establece que, para elaborar un análisis de la cantidad de vehículos que acuden a realizar los controles obligatorios, se requieren los valores de las tasas de crecimiento poblacional y del parque automotor en el cantón, con estos datos se consigue proyectar una relación habitantes frente a vehículos. Además se evalúan los porcentajes de concurrencia anual, con relación al total de automóviles existentes en la zona económica más importante del sur del país.

A partir de la base de datos de la RTV realizada desde el año 2008 al 2013, se efectúa un proceso de filtración, y se elaboran los cuadros de resultados que reflejan los principales defectos del condicionamiento vehicular para motores a gasolina y diésel respectivamente.

Siendo la contaminación, producida por las emisiones de escape la de mayor concurrencia, se procede a determinar los gases que se forman a través del proceso de combustión incompleta y que son los responsables de las fallas en la revisión vehicular. Complementariamente se elabora un estudio del consumo de combustibles y las mejoras en torno a su calidad a nivel regional, de donde se destaca la disminución del contenido de azufre para el diésel y del incremento de octanaje para las gasolinas extra y súper.

Consecuentemente, en el capítulo cuarto se elabora un cuadro comparativo entre los vehículos aprobados y condicionados durante todos los años en los que rige la RTV, obteniendo resultados favorables para la cantidad de aprobaciones obtenidas, determinando que la mayoría de vehículos en el cantón cumplen con las exigencias Municipales y no representan un riesgo de circulación. Seguido se obtienen las proyecciones tanto para el parque automotor, consumo de combustibles e índices de contaminación para conocer a que nos enfrentaremos a futuro y las medidas que tendremos que implementar ahora para remediar la contaminación.

Finalmente, se comparan las estimaciones con los resultados obtenidos de cada uno de los inventarios de emisiones atmosféricas. Concluyendo que la implementación de los centros de RTV representan una ganancia para el control de emisiones contaminantes en el cantón Cuenca.

## **CAPÍTULO I**

### **FUNDAMENTO TEÓRICO DEL PROCESO DE REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR Y LOS PARÁMETROS DE EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES**

En el presente capítulo, conforme a la normativa vigente en el Ecuador, se determina la secuencia de selección de un área de estudio, con el objetivo de monitorear las condiciones de la calidad del aire y las leyes que rigen en cada cantón, para determinar sus competencias. Además se establecen los gases contaminantes, producidos por las fuentes móviles y sus efectos dañinos en la salud y el medio ambiente, para con ello definir el procedimiento para la realización de la Revisión Técnica Vehicular (RTV). Finalmente se expone el trabajo realizado por la red de monitoreo de la calidad del aire.

#### **1.1. Selección de los sitios de monitoreo**

La selección del sitio de monitoreo es importante, y requiere la ubicación más representativa para controlar las condiciones de la calidad del aire. Según el protocolo de monitoreo de la calidad del aire prescrito por la Dirección General de Salud Ambiental (2005, págs. 18-19), debe ejecutarse la siguiente secuencia:

- Especificar el propósito de la estación de monitoreo.
- Revisión histórica de los datos climatológicos y meteorológicos, mapas topográficos, resultados de modelos de dispersión y emisiones, patrones de tráfico, usos de suelo, distribución de la población y datos de monitoreo existentes.
- Identificar las áreas potenciales para la localización de las estaciones de monitoreo como las áreas residenciales, áreas industriales o comerciales y áreas límites de ciudad o cantón.

- Desarrollar una lista de verificación para la evaluación del sitio que recopile la distancia entre el sitio y lugares de interferencia, disponibilidad de energía eléctrica, disponibilidad de líneas telefónicas para transmisión de datos, accesibilidad y seguridad, ausencia de árboles u obstáculos.
- Inspeccionar los sitios potenciales en cada área.
- Para seleccionar los lugares más apropiados, de acuerdo a los objetivos propuestos del monitoreo, es necesario tomar en consideración factores generales como, la información relativa a la ubicación de fuentes de emisiones, a la variabilidad geográfica o distribución espacial de las concentraciones del contaminante, condiciones meteorológicas y densidad de la población.

#### **1.1.1. Delimitación del área de estudio**

Al seleccionar un área de estudio, para la medición de las emisiones contaminantes producidas por fuentes móviles, se debe considerar la jurisdicción y competencias de los municipios.

Según el Artículo 234, inciso tercero, de la Ordenanza que norma el establecimiento del sistema de revisión técnica vehicular de Cuenca y la delegación de competencias a Cuencaire: “el Concejo Municipal de cada cantón, además de las competencias que le asigne la Ley, podrá planificar, organizar y regular el tránsito y transporte terrestres, en forma directa, por concesión, autorización u otras formas de contratación administrativa, de acuerdo con las necesidades de la comunidad” (El Ilustre Consejo Cantonal de Cuenca, 2006), lo cual nos indica que es responsabilidad de cada Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) la implementación de la revisión técnica vehicular, para así dar cumplimiento de la Constitución Política de la República, en la que se establece, en su Artículo 23, numeral 6, que: “es deber del Estado reconocer y garantizar a las personas el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación. Así también, el Artículo 86, numeral 2, de la Carta Magna declara de interés público la prevención de la contaminación ambiental” (El Ilustre Concejo Cantonal de Cuenca, 2005).



## **1.2. Fuentes móviles contaminantes**

Las fuentes móviles se definen como aquellas que tienen la capacidad de auto desplazamiento, emitiendo contaminantes en su trayectoria. Estas pueden ser automóviles, autobuses, camiones, trenes, aviones, barcos, entre otros.

Dentro de este grupo, los vehículos son los que producen la mayor contaminación debido a la gran cantidad existente en el mundo. Los motores de combustión interna usados en vehículos, tanto de gasolina como de diésel, emiten gases como monóxido de carbono, hidrocarburos, óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre y partículas en suspensión, emitidos al exterior por parte del sistema de escape, afectando de esta manera la salud de las personas y el ambiente que los rodea.

Los gases de escape producidos por los vehículos, pueden clasificarse como lo indica la Universidad Nacional Abierta y a Distancia de Colombia (2012), en donde se diferencian según el tipo de emisión como se señala.

### Emisiones húmedas calientes

Son emisiones originadas a causa de la volatilización del combustible en el sistema de dosificación del mismo, al apagarse el motor. Dicho efecto se produce debido al calor residual en el motor.

### Emisiones en circulación

Estas son provocadas por las emisiones de fugas de combustible en fase líquida o de vapor. Se producen cuando el motor se encuentra en operación.

### Emisiones diurnas

Son aquellas que provienen del tanque de combustible del vehículo, provocadas por las altas temperaturas y al aumento de la presión de vapor del combustible. Esto es producido por el incremento en las temperaturas ambientales.

### Emisiones de la recarga de combustible

Estas emisiones son desplazadas del depósito de combustible durante la recarga del mismo. Se presentan cuando el vehículo está en reposo.

### Emisiones en reposo

Estas son diferentes de las emisiones húmedas calientes, diurnas y de recarga de combustible, ocurren por fugas o debido a la permeabilidad de los conductos de combustible.

### **1.3. Emisiones contaminantes**

La energía mecánica utilizada en el funcionamiento de diversas máquinas se obtiene utilizando energía térmica, hidráulica, solar y eólica. La más usada es la energía térmica, la cual se obtiene de los combustibles orgánicos. Los equipos energéticos más utilizados son los motores de combustión interna, a ellos corresponde aproximadamente un 80% de la totalidad de la energía producida en el mundo, según establece Aficionados a la Mecánica (2014).

Los motores de combustión interna son los más usados en vehículos automotores. “Para generar potencia en los motores de combustión interna se transforma la energía química del combustible en energía calórica por medio de la combustión, luego el calor generado es transformado en energía mecánica gracias a la expansión de la mezcla dentro del cilindro” (Bosch, 2005, pág. 24).

#### **1.3.1. Motor a gasolina**

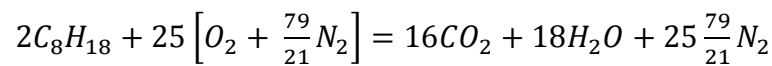
El proceso de combustión en los motores Otto se da al obtener una mezcla gaseosa de aire con gasolina, posteriormente se enciende esta mezcla por medio de una chispa. “La combustión perfecta expulsa al ambiente dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O) los cuales no son tóxicos, esta combustión se produce al tener una mezcla estequiométrica, es decir se necesitan 14,7 gramos de aire para combustionar completamente un gramo de combustible teóricamente” (Halderman & Linder, 2011).

El motor durante su funcionamiento experimenta diferentes estados, no siempre se consigue la mezcla estequiométrica, es decir que no se da una combustión completa, por lo que se liberan otros gases como monóxidos de carbono (CO), hidrocarburos

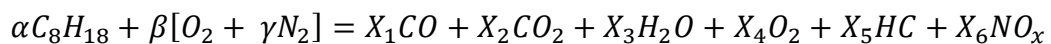
(HC) y óxidos de nitrógeno (NOx). Estos, a diferencia de los anteriores, sí son tóxicos; y, dependiendo de qué tan incompleta sea la combustión, mayor será la cantidad de gases tóxicos expulsados al ambiente.

Siguiendo el libro del ingeniero Gordon Blair (1999), el proceso de combustión, tanto teórico como real de un motor a gasolina, se puede representar con las siguientes ecuaciones:

Proceso de combustión teórico:



Proceso de combustión real:



Como se puede diferenciar del proceso de combustión teórico, en el proceso real intervienen diferentes porcentajes tanto de combustible como comburente, dependiendo de la altura en la que se desempeñe el motor. Seguido, el resultado de la combustión no solamente libera gases estables, al contrario también emana gases nocivos como lo son los hidrocarburos, óxidos nitruros, y monóxido de carbono como los más peligrosos. Lo mismo sucede en el proceso de combustión en motores diésel, con la diferencia que en mayor concentración se encuentra material particulado que visiblemente parece ser más peligroso, sin embargo en la realidad es menos dañino que las emisiones de la quema de gasolina.

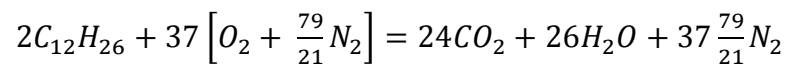
### **1.3.2. Motor diésel**

La combustión perfecta libera, al igual que en el motor a gasolina, gases no contaminantes como el CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>. En este caso debido al funcionamiento del motor no se da siempre una combustión completa y se expulsan, además de los gases

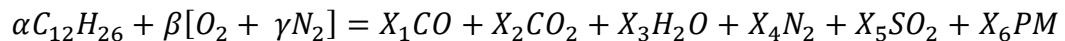
liberados en los motores a gasolina explicados anteriormente, dióxidos de azufre (SO<sub>2</sub>) y partículas sólidas, los cuales también son tóxicos. “El proceso de combustión en un motor de encendido por compresión se produce al mezclar el aire con diésel, a diferencia del motor de gasolina en este caso no se produce el encendido por chispa sino por la alta presión y temperatura dentro del cilindro debido a la compresión de la mezcla” (Payri & Desantes, 2011).

Al igual que para un motor a gasolina, el ingeniero Gordon Blair (1999), establece las ecuaciones para el proceso de combustión en motores diésel teórico y real respectivamente.

Proceso de combustión teórico:



Proceso de combustión real:



Por estas razones, se está intentando reducir los gases de escape y sus emisiones contaminantes con la generación de nuevos motores que consumen menos combustible e implementando normas más exigentes, en las cuales los valores de emisión de estos gases contaminantes son cada vez menores, debido a una combustión completa.

### **1.3.3. Gases emitidos**

Los gases que son el resultado del proceso de combustión, se clasifican en dos categorías: contaminantes y no contaminantes. El primero, ocasionando problemas en la salud y efectos dañinos en el medio ambiente. Según Aficionados a la Mecánica (2014), se puede establecer la siguiente clasificación:

## **Gases no contaminantes**

### Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

Es un componente natural que se encuentra en la atmósfera en niveles de aproximadamente 0.035 por ciento. Las exposiciones a corto plazo de CO<sub>2</sub>, es decir a niveles por debajo del 2 por ciento, no produce efectos nocivos.

### Nitrógeno (N<sub>2</sub>)

Es un gas incoloro e inodoro no combustible; es un componente esencial del aire que respiramos, ya que representa el 78 por ciento del mismo y alimenta el proceso de combustión junto al aire de admisión. La mayor parte del nitrógeno que ingresa al motor, es expulsado puro en los gases de escape, sin embargo una mínima parte se combina con el oxígeno formando óxidos nítricos.

### Oxígeno (O<sub>2</sub>)

El oxígeno es un gas incoloro, inodoro e insípido. Representa el 21 por ciento del aire que respiramos. Es imprescindible para el proceso de combustión, al darse una mezcla perfecta el consumo de oxígeno debería ser total, sin embargo, cuando se da una combustión incompleta, el oxígeno restante es expulsado por el sistema de escape.

### Agua (H<sub>2</sub>O)

Es aspirada por el motor debido a la humedad del aire o puede ser producida por la combustión fría, es decir la combustión en fase de calentamiento del motor. Es un subproducto de la combustión y es expulsado por el sistema de escape del vehículo. Por lo tanto es un componente inofensivo de los gases de escape.

## **Gases contaminantes**

### Monóxido de carbono (CO)

El monóxido de carbono es un gas inodoro, incoloro, inflamable y altamente tóxico. Es uno de los principales contaminantes expulsados por los motores de combustión interna. En el cantón Cuenca la altitud es de 2.550 metros sobre el nivel del mar (msnm), por lo que existe menor cantidad de oxígeno en comparación con

localidades ubicadas al nivel del mar, lo que provoca una menor eficiencia en los procesos de combustión y por lo tanto una mayor emisión de CO.

#### Efectos en la salud y el medio ambiente

Se pueden producir los siguientes efectos debido a la exposición al CO:

- Dolor de cabeza, mareo, sensación de desvanecimiento y cansancio.
- A niveles más altos la exposición al monóxido de carbono puede causar somnolencia, alucinaciones, convulsiones y pérdida de conocimiento. Puede causar cambios en la memoria y en la personalidad, confusión mental y pérdida de visión.
- Cuando se respira en niveles elevados puede provocar la muerte, ya que disminuye la cantidad de oxígeno disponible para las células, lo cual dificulta la función celular.

#### Hidrocarburos (HC)

Los combustibles no quemados, o quemados parcialmente, emitidos por el tubo de escape de un automóvil, son denominados hidrocarburos, están formados por la unión de hidrógeno y carbono.

Los motores a gasolina emiten mayores cantidades de hidrocarburos, en comparación a los motores diésel equivalentes. Entre los hidrocarburos, el benceno es cancerígeno. Las principales fuentes del benceno en el aire son las emisiones provenientes de los vehículos motorizados y las pérdidas por evaporación durante la manipulación, distribución y almacenamiento de la gasolina.

#### Efectos en la salud y el medio ambiente

- Pueden producir irritaciones en las membranas mucosas, y pueden causar lesiones sistemáticas al ser inhalados.
- Además causan somnolencia, irritación ocular y tos.
- También causan daño al medio ambiente por su reacción con los óxidos de nitrógeno en la formación de ozono troposférico y otros agentes fotoquímicos.

### Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>)

Tienen un aspecto amarillento, se forma durante la combustión en los vehículos motorizados y las plantas eléctricas. Es un gas tóxico, irritante y precursor de la formación de partículas de nitrato, que conllevan la producción de ácidos en el ambiente.

El óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) se producen de dos maneras: primero, por las altas temperaturas a las que se llega en las combustiones que provocan la combinación directa del oxígeno y el nitrógeno del aire para dar óxido nítrico, y éste luego se oxida parcialmente a NO<sub>2</sub>. Por lo tanto los motores de combustión interna emiten óxidos de nitrógeno con proporciones variables de NO y NO<sub>2</sub>.

### Efectos en la salud y el medio ambiente

- Durante un corto período de exposición el NO<sub>2</sub> puede provocar irritación del sistema respiratorio y ocular.
- Una exposición prolongada afecta al sistema inmune y al pulmón, causando cambios irreversibles en el tejido pulmonar.
- Es una sustancia corrosiva para la piel y el tracto respiratorio, provocando enrojecimiento y quemaduras cutáneas graves.
- En lo que tiene que ver con los daños producidos al medio ambiente tiene una gran incidencia en la formación del smog fotoquímico.

### Dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>)

Se produce durante la quema de combustibles y el procesamiento de los minerales. Es un gas incoloro, no inflamable y no explosivo.

La principal fuente de emisión de dióxido de azufre a la atmósfera es la combustión de productos derivados del petróleo y del carbón, sin embargo algunas fuentes naturales de igual forma contribuyen a su formación, como el metabolismo anaerobio y los volcanes.

### Efectos en la salud y el medio ambiente

Los efectos de la exposición al dióxido de azufre varían según su concentración y duración.

- Provoca daños en las mucosas oculares y vías respiratorias, afectando las defensas del sistema respiratorio provocando ataques de tos.
- El contacto con la humedad del aire del SO<sub>2</sub> forma ácido sulfúrico, lo que provoca la acidificación de suelos, lagunas y ríos, acelera la corrosión de materiales, monumentos y edificaciones y produce efectos negativos en los vegetales.

### Material particulado

El material particulado está compuesto por partículas sólidas y líquidas minúsculas que se originan en la quema incompleta del combustible. Los motores diésel producen muchas más partículas que los motores a gasolina.

Las partículas más grandes no permanecen en la atmósfera por mucho tiempo ya que se depositan cerca de la fuente de emisión. Las más pequeñas pueden desplazarse grandes distancias, además, al ser pequeñas, pueden ingresar al organismo mediante la respiración.

### Efectos en la salud y medio ambiente

- Las partículas mayores a 10 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ) pueden ingresar hasta la nariz y garganta, las más finas, menores a 10  $\mu\text{m}$  pueden ingresar fácilmente hasta los pulmones y desde ahí pueden ser absorbidas por el torrente sanguíneo, de esta manera pueden agravar algunas enfermedades respiratorias como el asma y la bronquitis.

“Entre los efectos que produce el material particulado en el medio ambiente se encuentran daños a esculturas, pinturas y la corrosión acelerada de los metales. Además pueden modificar el clima con la formación de nubes y nieve” (Alcaldía de Cuenca, 2012).



#### **1.4. Principios fundamentales de la Revisión Técnica Vehicular (RTV)**

Conforme a la reglamentación vigente en la República del Ecuador, se aplica el Instructivo de RTV tomado de la Empresa de Movilidad, Tránsito y Transporte (2012), para la realización de dicho procedimiento, que señala:

##### Objeto de la Revisión Técnica Vehicular

El objeto principal de la RTV es garantizar las condiciones mínimas de seguridad de los vehículos; además, mantener un nivel de emisiones contaminantes por debajo de los límites máximos establecidos y comprobar que los vehículos que circulan por el cantón cumplan con las normas técnicas y legales que les incumbe.

##### Procedimiento inicial para realizar la RTV

El primer paso de cada RTV es identificar el vehículo, corroborando que los datos señalados en la matrícula (marca, modelo, carrocería, motor y placa), coincidan con los marcados en el automotor. La revisión deberá hacerse sin la presencia del propietario o conductor del vehículo, quedando este en áreas diseñadas para tal fin. Sólo se permitirá la presencia del conductor o propietario en casos excepcionales, como bloqueo del vehículo, para que retire un vehículo cuyo estado impida la revisión o para una explicación detallada de algún defecto reiterado que así lo requiera, siempre bajo la autorización y supervisión del Inspector o Jefe de Centro.

##### Prohibición para desmontar piezas o elementos del vehículo

La RTV se efectuará sin desmontar ninguna pieza o elementos propios del vehículo.

##### Equipos necesarios para la RTV

Los instrumentos de inspección y medición de vehículos están dictaminados por la Norma 2349, (INEN, 2012).

a) RTV vehículos livianos:

Regloscopio, luxómetro

Alineador al paso

Frenómetro de rodillos

Foso de inspección.

Banco de suspensiones

Detector de holguras

Sonómetro Integral ponderado

Opacímetro o analizador de gases

b) RTV vehículos pesados:

Regloscopio

Alineador al paso

Frenómetro

Foso de inspección

Detector de holguras

Sonómetro Integral ponderado

Opacímetro o analizador de gases

c) Taxis:

Todo el equipo descrito en el punto a

Verificador de taxímetros

d) Motos y bici motos:

Analizador de gases

Frenómetro

### Duración de cada RTV

El tiempo estimado para la revisión técnica debe ser razonable y adecuado según el automotor, evitando demoras, mejorando la eficiencia y rapidez del servicio.

Se estima que en promedio los vehículos livianos se inspeccionan en un período de 9 minutos, mientras que los vehículos pesados tienen un tiempo promedio de 20 minutos.

### Inspección visual de la RTV

La inspección visual consiste en la observación de los elementos que involucren un área de revisión considerada significativa para el operario con el objeto de efectuar una comprobación de su funcionamiento y formular conclusiones a cerca de su estado.

### Independencia de las diversas inspecciones

“La inspección de un elemento, órgano o sistema no presupone que tenga que ser realizada por completo en una sola operación” (Empresa de Movilidad Transito y Transporte, 2012).

### Puntos a evaluar en cada vehículo

La RTV evalúa solo los puntos que le son aplicables según la reglamentación, los demás elementos del vehículo están en función de su construcción y medidas de fábrica.

### Finalidad de las operaciones de RTV

Las operaciones de revisión técnica vehicular, tienen la finalidad fundamental detectar anomalías que afecten el correcto funcionamiento de los mecanismos del vehículo, salvo las de identificación.

### 1.4.1. Criterios para la clasificación de defectos

Para llegar a la codificación de un determinado defecto se hará una constatación de los elementos primarios del vehículo, agrupados en familias de sistemas y subsistemas del vehículo. Así pues existirá un grado de anidamiento unívoco o jerarquía entre defectos (último nivel) y familias.

El presente Instructivo, estará estructurado de la siguiente manera:

**Tabla 1.1.** Criterios para la clasificación de defectos

<b>Familia:</b>	Código del sistema o elemento al que pertenece el defecto.
<b>Subfamilia:</b>	Código del subsistema al que pertenece el defecto.
<b>Categoría:</b>	Código de la parte del vehículo a la que pertenece el defecto.
<b>Elementos:</b>	Partes del vehículo a revisar
<b>Puesto de trabajo:</b>	Ubicación del sitio de verificación
<b>Maquinaria:</b>	Equipos a utilizar
<b>Procedimiento:</b>	Descripción del proceso de inspección
<b>Criterio:</b>	Calificación de los defectos encontrados, en base al Tipo I, II o III.
<b>Observaciones:</b>	Comentarios, excepciones e indicaciones.
<b>Vehículo Carrocería:</b>	Tipos de vehículos a ser revisados
<b>Defectos:</b>	Código del defecto
<b>Descripción larga:</b>	Descripción del defecto
<b>Descripción corta:</b>	Contracción nemotécnica que será visualizada por el usuario.

**Fuente:** El Autor. Tomado del Instructivo RTV, Criterios para la clasificación de los defectos (2012, pág. 9).

Además el inspector de línea al introducir los defectos, debe indicar en lo posible lo siguiente:

**Localización:** Ubicación del defecto

**Observaciones:** Sugerencias del defecto

### **1.4.2. Calificación de los tipos de defectos**

De acuerdo al Instructivo de RTV (2012, pág. 8), los defectos encontrados en los vehículos automotores son calificados según su nivel de peligrosidad en:

#### Defectos Tipo I (Moderados)

Son los defectos que no involucran un riesgo inminente para la seguridad de los pasajeros del vehículo, transeúntes y el ambiente, sino posiblemente a futuro se conviertan en defectos de mayor nivel (graves o peligrosos). Estos no son reconsiderados en siguientes presentaciones del mismo período de revisión.

#### Defectos Tipo II (Graves)

Estos implican un riesgo potencial para la seguridad de los ocupantes del vehículo, transeúntes y para el ambiente, y podrían posteriormente, convertirse en defectos peligrosos, peor aún si es que están sumados a otros defectos de la misma especie. Este tipo de defecto son reconsiderados en las presentaciones subsecuentes del mismo período de revisión pudiendo desaparecer (OK) o cambiar a Tipo I o III.

#### Defectos Tipo III (Peligrosos)

“Son aquellos que representan un riesgo inminente para la seguridad de los ocupantes del vehículo, para las demás personas y/o para el ambiente, lo que a su vez genera la obligación de llevar nuevamente el vehículo al centro de RTV para comprobar que el defecto ha sido corregido” (Empresa de Movilidad Transito y Transporte, 2012, pág. 8).

### **1.4.3. Proceso de calificación de una revisión**

Al culminar el proceso revisión, la aplicación informática de propiedad del sistema de RTV – EMOV EP, calificará los resultados obtenidos de cada vehículo y los comparará con los umbrales para defectos que no son visuales. Una vez realizada la calificación se discrimina el estado de la revisión como: Aprobada, Condicional o Rechazada, permitiendo obtener la información de manera impresa para la entrega de resultados.

El resultado de una revisión puede ser:

**Aprobada:** es decir si no existiese defecto o contenga una calificación menor al límite de condicionamiento.

**Condicional:** al obtener una calificación mayor al límite de aprobación, es decir se tiene uno o más defectos del tipo II y III. Para estos casos el vehículo podrá corregir los problemas causantes del condicionamiento que le fueron comunicados al propietario o conductor del automotor, en el proceso de revisión y acercarse a una siguiente inspección, dentro de un periodo de tiempo determinado de acuerdo a las regulaciones vigentes.

**Rechazada:** al realizar la cuarta inspección consecutiva y obtener resultado condicional se entiende que el vehículo no puede ser reparado y representa un gran riesgo para la seguridad pública, por lo que es retirado de circulación del cantón Cuenca.

## **1.5. Informe de la calidad del aire en Cuenca**

El informe de la calidad del aire es un documento en el cual se da a conocer de una manera amplia y concisa la calidad del aire en el cantón Cuenca. Permitiendo visualizar los puntos de mayor concentración de gases contaminantes mediante las estaciones de monitoreo y recolección de datos de las fuentes emisoras.

### **1.5.1. Reseña histórica**

“El tráfico vehicular, las industrias, el creciente consumo de combustibles que acompaña al incremento de la población y la expansión urbana; han producido un deterioro de la calidad del aire” (Alcaldía de Cuenca, 2012). Según el Informe de la calidad del aire (2012, pág. 13), el monitoreo del aire y la fiscalización de la RTV empezó a cargo de la Corporación para el Mejoramiento del Aire de Cuenca (Cuencaire) en el año 2008. Fue hasta el año 2010 que las competencias de Cuencaire fueron transferidas a la Empresa Municipal de Movilidad (EMOV-EP).

### **1.5.2. Descripción de la Red de Monitoreo**

La Red de Monitoreo de la Calidad del Aire de Cuenca maneja alrededor de 19 puntos de vigilancia, ubicados en sectores estratégicos de la ciudad, para monitorear constantemente las emisiones de gases y compararlos con los parámetros establecidos en la reglamentación vigente para precautelar la salud de la población.

De acuerdo al Informe de la Calidad del Aire (2012, págs. 19-20), la red de monitoreo incluye:

- Una estación automática localizada en el Municipio de Cuenca la cual registra en tiempo real las concentraciones de CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> y MP<sub>2.5</sub>.
- Una subred pasiva en las 19 estaciones la cual mide las concentraciones de NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> y SO<sub>2</sub>. Esta subred está basada en tomar muestras expuestas un cierto número de días, luego en el laboratorio se realiza la desorción del contaminante y su cuantificación. Gracias a esta técnica se determina la concentración media de los contaminantes.
- Una subred de depósito de Partículas Sedimentables (PS), que cuenta con 16 puntos de medición. Se recogen muestras una vez por mes y las concentraciones son determinadas por medio del análisis gravimétrico.
- Una subred activa de material particulado menor a 10 micras, está conformada por 3 equipos semiautomáticos de alto volumen para obtener muestras durante 24 horas consecutivas de exposición.

### **1.5.3. Objetivos de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire de Cuenca**

Los principales objetivos de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire de Cuenca según el Informe de la Calidad del Aire (2012, pág. 26) son:

- Vigilar permanentemente la calidad del aire en relación al cumplimiento de la Norma de la Calidad del Aire Ambiente (NCAA) y de las guías de la Organización Mundial de la Salud (OMS).
- Analizar la tendencia y comportamiento de la contaminación a largo plazo.

- Generar información para caracterizar la distribución espacial de la contaminación atmosférica, mediante la medición permanente de la calidad del aire en diferentes zonas de la ciudad.
- Generar información para la calibración y posterior uso de un modelo de transporte químico, que complemente la información de la Red de Monitoreo, con una cobertura especial y temporal de mayor alcance; a fin de entender de mejor manera el comportamiento de los contaminantes del aire.
- Identificar las potenciales fuentes de emisión.
- Generar información para la evaluación, mejora continua y optimización de la Red de Monitoreo.
- Contar con información confiable para la evaluación de las actividades y políticas de gestión de la calidad del aire en la ciudad de Cuenca.

#### 1.5.4. La calidad del aire de Cuenca

Conforme al Inventario de emisiones atmosféricas del Cantón Cuenca (2009), se tienen los porcentajes de las principales fuentes emisoras de gases contaminantes. Siendo que el tráfico vehicular encabeza la lista de las emisiones contaminantes en el cantón Cuenca, las autoridades deben tomar el control para conservar la salud de la población y la calidad del medio ambiente.

**Tabla 1.2.** Fuentes de emisiones contaminante en el cantón Cuenca

Monóxido de carbono (CO)	Tráfico vehicular 97%
Óxidos de nitrógeno (NOx) Compuestos orgánicos volátiles	Tráfico vehicular 78%, térmicas 16%
Diferentes del metano (COVNM)	Tráfico vehicular 52%, uso de disolventes 19%, vegetación 15%
Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	Industrias 47%, tráfico vehicular 30%, térmicas 23%
Material particulado fino (MP2.5)	Tráfico vehicular 52%, ladrilleras artesanales 23%, térmicas 15%, industrias 8%

**Fuente:** El Autor. Tomado del Informe de la Calidad del Aire de Cuenca, 2012



## CAPÍTULO II

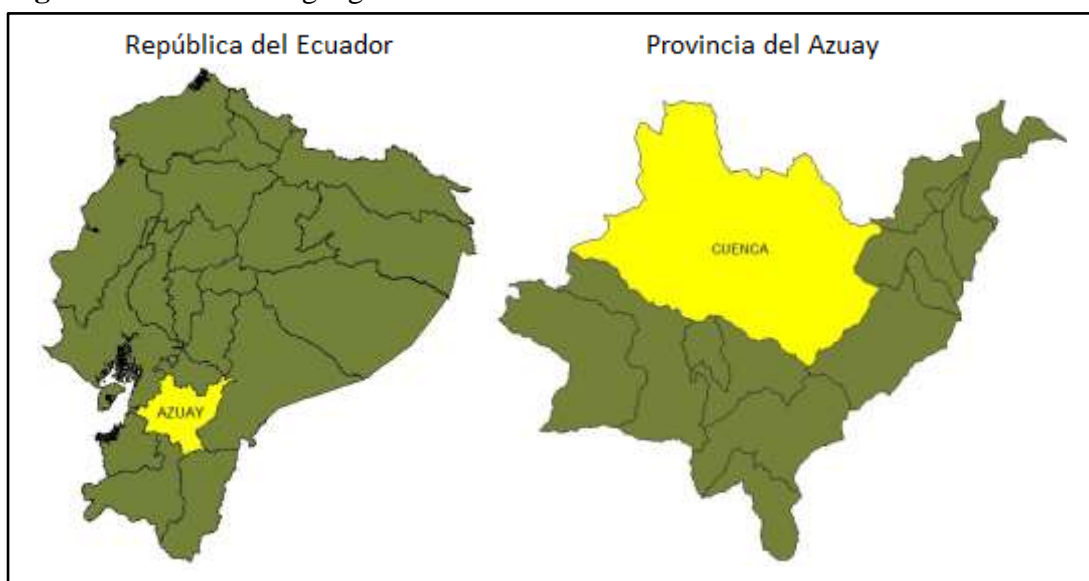
### ANÁLISIS DE LAS MEDICIONES DE GASES PREVIO A LA IMPLEMENTACIÓN DE LA REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR

En el presente capítulo se realiza una descripción del cantón Cuenca, como área definida de estudio para la incorporación de un centro de RTV, así como también se dan a conocer las consideraciones vehiculares y ambientales tomadas en cuenta para la aplicación de normativas y ordenanzas que prescriben los parámetros que debe cumplir un centro de RTV y lo más importante identificar las razones por las cuales se implementó un centro de RTV en el cantón Cuenca a partir del monitoreo de la calidad del aire, con año base 2007.

#### 2.1. Área de estudio, cantón Cuenca

El cantón Cuenca es una entidad territorial subnacional ecuatoriana, ubicada en la Provincia del Azuay. Es el tercer cantón más poblado del Ecuador por detrás de Guayaquil y Quito, Considerado como el eje principal del desarrollo económico del sur del país.

**Figura 2.1.** Ubicación geográfica del cantón Cuenca



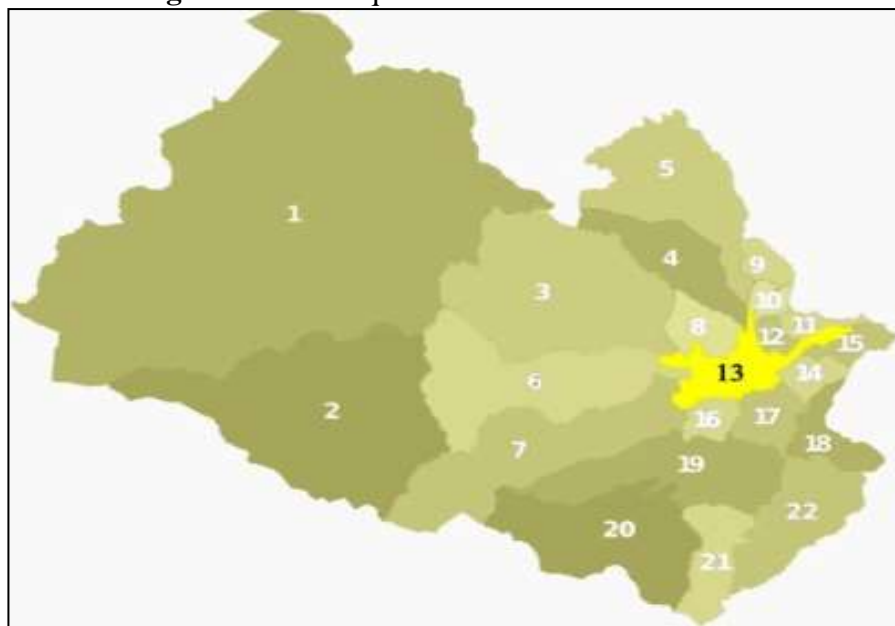
**Fuente:** Al Autor. Tomado de Sistemas de información Geográfica. Formato Shape (Azuay, 2014)

El cantón Cuenca se divide en 21 parroquias rurales y 15 urbanas.

### 2.1.1. Parroquias rurales

“En el territorio rural se encuentran: Baños, Chaucha, Checa, Chiquintad, Cumbe, El Valle, Llacao, Molleturo, Nulti, Octavio Cordero Palacios, Paccha, Quingeo, Ricaurte, San Joaquín, Santa Ana, Sayausí, Sidcay, Sinincay, Tarqui, Turi y Victoria del Portete” (GAD Municipal, 2014).

**Figura 2.2.** Parroquias rurales del Cantón Cuenca

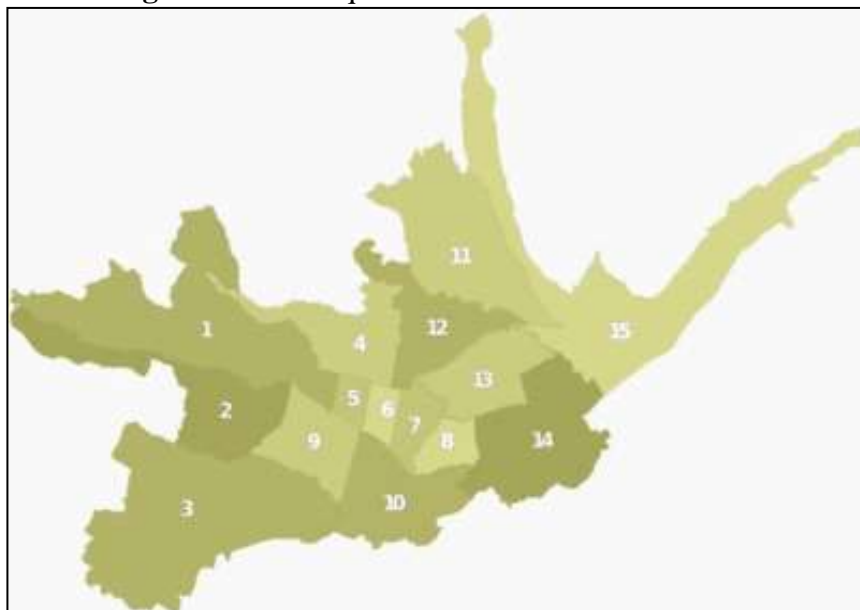


**Fuente:** Wikipedia la enciclopedia libre (2014), disponible en la web:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Cuenca\\_Canton](http://en.wikipedia.org/wiki/Cuenca_Canton)

### 2.1.2. Parroquias urbanas

“En la parte urbana se encuentran las parroquias de: Bellavista, Cañaribamba, El Batán, El Sagrario, El Vecino, Gil Ramírez Dávalos, Hermano Miguel, Huayna Cápac, Machángara, Monay, San Blas, San Sebastián, Sucre, Totoracocho, Yanuncay” (GAD Municipal, 2014).

**Figura 2.3.** Parroquias urbanas del Cantón Cuenca



**Fuente:** Wikipedia la enciclopedia libre (2014), disponible en la web:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Cuenca\\_Canton](http://en.wikipedia.org/wiki/Cuenca_Canton)

## **2.2. Estudios previos a la implementación de la RTV**

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados, para aprobar una iniciativa de prevención de accidentes de tránsito y control de emisiones contaminantes, deben realizar varios estudios que demuestren la verdadera problemática y los resultados que se pueden obtener para autorizar la constitución de cualquier proyecto. A continuación se describen los antecedentes que dieron lugar a la implementación de un centro de RTV.

### Proyecto Calidad del Aire Cuenca

A partir del año 2003, el Municipio de Cuenca, conjuntamente con la Fundación Natura y el auspicio de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), desarrollan el proyecto denominado “Calidad del Aire Cuenca”, para el control de emisiones contaminantes de fuentes móviles y su prevención.

### Etapas Piloto

El proyecto en su etapa piloto, gracias a la colaboración de la Universidad Politécnica Salesiana y la Universidad del Azuay, recaudó muestras de 4000 vehículos a gasolina durante los años 2003 a 2005, de los cuales más del 50 por ciento no cumplían con los umbrales de gases establecidos según las normas de

control. Los resultados del estudio se publicaron con el objeto de mostrar a la ciudadanía los beneficios de instaurar un sistema de RTV.

#### Análisis de Combustibles

Para el 2005 se efectuaron muestreos y análisis de los combustibles que se comercializaban en las gasolineras de la ciudad para monitorear la calidad de los mismos.

#### Incidencia de Enfermedades Respiratorias y contaminación Ambiental en Escolares

Posteriormente se desarrolla la consultoría “Incidencia de Enfermedades Respiratorias y Contaminación Ambiental en Escolares de Cuenca”, en la que se estudiaron los efectos dañinos a la salud de los niños por la exposición al monóxido de carbono, causado por la combustión incompleta de hidrocarburos, a más de ser el principal autor de la concentración de humos o residuos contaminantes.

### **2.3. Monitoreo inicial**

Para el control de gases se debe tomar en cuenta los valores obtenidos a partir de una medición de las diferentes emisiones de las fuentes fijas y móviles a nivel de la ciudad, cantón o sitio de estudio, para ello se requiere la aplicación de métodos comprobados que determinen valores de concentración.

En septiembre del 2005 se inicia la etapa de monitoreo de la Calidad del Aire, mediante tecnología pasiva, es decir con la utilización de energía solar, para obtener las concentraciones de contaminantes atmosféricos de las diferentes fuentes que ocasionan el smog fotoquímico y daños en la salud.

Continuamente se estableció una red de 15 puntos distribuidos en toda la ciudad según las zonas de mayor tránsito vehicular, áreas industriales y zonas residenciales para determinar metales ligeros y pesados a partir de biomonitoreo. Al mismo tiempo se instalaron detectores de radón en 29 puntos estratégicos al ser un gas radioactivo y seguido interpretar los datos obtenidos.

## 2.4. Inventario de emisiones atmosféricas del cantón Cuenca, año base 2007

El programa “Calidad del Aire Cuenca”, revisado en el numeral 2.2 de este capítulo, tiene por objeto evitar el deterioro de la calidad del aire de Cuenca mediante la aplicación de acciones estratégicas orientadas al fortalecimiento de la gestión de la calidad del aire, el monitoreo atmosférico y la implantación de un modelo integrado de control de emisiones vehiculares. Por lo tanto el inventario de emisiones atmosféricas del cantón Cuenca tiene como propósito:

Identificar y determinar el aporte o contribución desagregada de contaminantes del aire provenientes de las diferentes categorías de fuentes locales, como base para evaluar sus cambios en el tiempo así como para definir, priorizar y ajustar tanto las políticas como las medidas de gestión de la calidad del aire requeridas para proteger la salud y la calidad de vida de la población cuencana. (Fundación Natura-Cuencaire-CGA, 2009)

### 2.4.1. Consumo de combustibles en el cantón Cuenca

En el cantón Cuenca para el año 2007 se consumieron un total de 77.729.220 gal de combustibles fósiles líquidos, entre gasolina, diésel y bunker; 64.920.559 Kg de gas licuado de petróleo; y 23.744 m<sup>3</sup> de biomasa tanto por fuentes fijas como móviles, como se ilustra a continuación.

**Tabla 2.1.** Consumo por uso y tipo de combustibles en el cantón Cuenca, año 2007

USO	Gasolina extra	Gasolina súper	Diesel	Búnker	GLP	Biomasa
	galones				kg	m <sup>3</sup>
Tráfico vehicular	30.827.979	6.200.929	29.034.561			
Industria			3.493.338	3.698.261	16.475.847	1.006
Centrales térmicas			621.442	3.852.730		
Doméstico					48.444.752	
Fábricas de ladrillos						22.737
<b>TOTAL</b>	<b>30.827.979</b>	<b>6.200.929</b>	<b>33.149.321</b>	<b>7.550.991</b>	<b>64.920.599</b>	<b>23.743</b>

**Fuente:** Fundación Natura-CUENCAIRE-CGA. Resumen del inventario de emisiones del cantón Cuenca, año base 2007. Cuenca-Ecuador. 2009

Considerando que la contaminación va de la mano junto con el consumo de energía, se puede considerar a los vehículos como los principales causantes del daño atmosférico y ambiental en Cuenca.

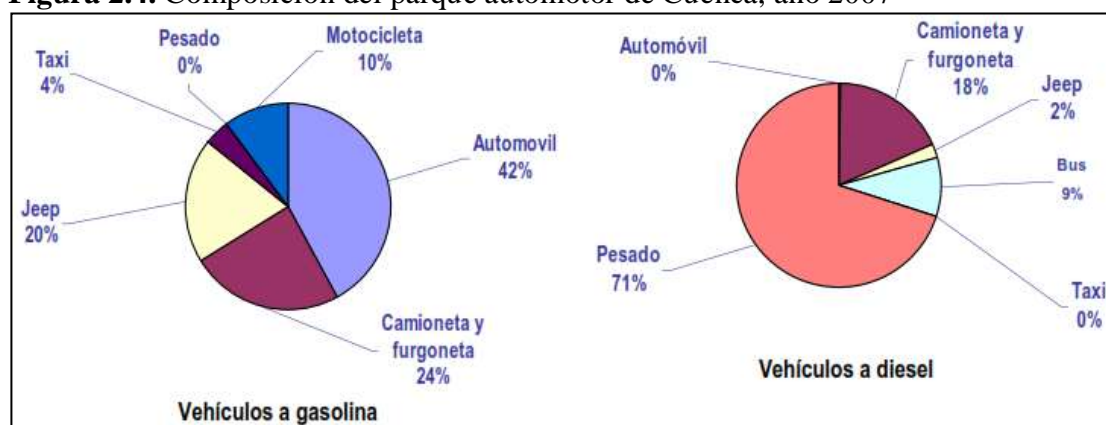
## 2.4.2. Fuentes fijas y móviles.

Entre las fuentes fijas y móviles que en mayor proporción emiten gases nocivos se encuentra una extensa clasificación. Según la Fundación Natura-Cuencaire-CGA, en su resumen del inventario de emisiones atmosféricas año base 2007, (págs. 9-13) señala en orden descendente las principales fuentes contaminantes.

### Tráfico Vehicular

Para el año 2007 la tasa de motorización se encuentra en 5 habitantes por vehículo, con un total de 97.812 vehículos, el 90,34 por ciento gasolina y el 9,66 por ciento a diésel repartidos respectivamente como indica la Figura 2.4.

**Figura 2.4.** Composición del parque automotor de Cuenca, año 2007



**Fuente:** Fundación Natura-CUENCAIRE-CGA. Resumen del inventario de emisiones del cantón Cuenca, año base 2007. Cuenca-Ecuador. 2009

### La industria

Con 145 industrias, Cuenca se desarrolla principalmente en dos sectores de la ciudad: el parque industrial y la zona franca, lugares clave para el monitoreo de contaminantes.

### Centrales Térmicas

Consideradas en la ciudad como una de las principales fuentes de NOx y SO2, a pesar de trabajar dos plantas, una en el Descanso y otra en Monay con potencias instaladas de 19,2 MW y 11,6 MW respectivamente, las emisiones de estas plantas se deben al consumo de combustibles.

### Expendio de combustibles

Para el año 2007, son 22 los centros de expendio de combustible que existe en cantón a más del depósito de Petrocomercial que distribuye a todo el sur del país, y estos al ser compuestos volátiles también representan contaminación, sobre todo cuando el almacenamiento de combustibles es de 37.486.313 galones en la provincia del Azuay y el 82,2 por ciento de este valor se comercializa en el cantón.

### Tráfico Aéreo

A pesar de contar con un solo aeropuerto en la ciudad, en el año 2007 se contabilizaron 4.297 operaciones, de las que se resaltan los aterrizajes y despegues de las aeronaves, debido a que la producción de COV y CO se incrementan con los motores a baja potencia, es decir en pista, mientras que las emisiones de NOx son mayores con potencias más elevadas y temperaturas en aumento es decir en los despegues.

### Rellenos sanitarios

A más de producir malos olores, los rellenos sanitarios contribuyen al efecto invernadero produciendo gases como HC, COV y CO<sub>2</sub>. Los rellenos sanitarios se ubican al sureste de Cuenca, teniendo en cuenta que el relleno de Pichacay opera desde el año 2001, incrementando sus operaciones anualmente.

### Ladrilleras

Ubicadas por lo general en Racar y San Pedro, al noroeste de la ciudad, las ladrilleras artesanales tienen un importante consumo energético al trabajar con leña, lo cual produce significativamente incremento en las emisiones.

### Canteras

El material particulado proveniente de la extracción de materiales de construcción, juega un papel importante en el cantón al localizarse aproximadamente 11 canteras.

### Gas licuado de petróleo doméstico

El GLP es una mezcla compuesta básicamente de propano (70 por ciento) y butano (30 por ciento). Sus emisiones contaminantes de combustión están constituidas

principalmente por óxidos de nitrógeno (NOx) y monóxido de carbono (CO), y en menor medida por compuestos orgánicos volátiles (COV) y partículas menores a 10 micras (PM10).

### Vegetación

La vegetación puede llegar a ser una fuente importante de compuestos orgánicos volátiles (COV). Las reacciones e interacciones de estos compuestos en la baja tropósfera son muy importantes por ser precursores –junto con los NOx, en presencia de luz solar–, de la generación de ozono (O3) troposférico. Durante la evapotranspiración, parte del carbono que asimilan las plantas retorna hacia la atmósfera como COV que incluyen una amplia gama de compuestos: isopreno, monoterpenos, sesquiterpenos, alcoholes, alcanos, alquenos.

### Erosión Eólica

“El viento puede ocasionar la re suspensión de material particulado, especialmente en zonas con poca o escasa vegetación, con humedades bajas y cuando la velocidad es suficiente para generar flujos turbulentos” (FundaciónNatura-Cuencaire-CGA, 2009).

## **2.5. Consideraciones para la implementación de un centro de RTV**

Se tienen en cuenta tres aspectos fundamentales para incorporar un centro de RTV que son, legales, técnicos y de normalización.

### **2.5.1. Consideraciones legales para la creación de un centro de RTV**

Para un centro de RTV se tienen los siguientes sustentos legales que facultan su implementación.

- Constitución de la República del Ecuador.
- Reglamento general para la aplicación de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial.
- Consejo Nacional de Competencias.



- Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización COOTAD.

### **2.5.2. Consideraciones técnicas para el número de líneas de un centro de RTV**

Las consideraciones técnicas para un centro de revisión son variables dependiendo de las normativas que se establezcan para su construcción, sin embargo considerando la demanda de vehículos que se tiene que cubrir, el número de líneas es uno de los aspectos más relevantes. Para determinar cuantas líneas debe poseer un centro de RTV, es necesario conocer el número de vehículos en el cantón y realizar una proyección de automotores mínima de 10 años para su estimación. El promedio de RTV para vehículos livianos es de 9 minutos y para vehículos pesados de 20 minutos. Por lo que concluimos que se inspeccionan alrededor de 56 vehículos por día en cada línea.

### **2.5.3. Normativas que regulan una RTV**

La Agencia Nacional de Tránsito (ANT), después de varios estudios y consideraciones, emite la resolución concerniente a la contaminación vehicular y sus parámetros que deben ser controlados mediante los índices de ruido y emisiones contaminantes, basándose en las Normas (INEN) y el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS) del (Ministerio del Ambiente), Libro VI Anexo 5 que se refieren a los temas.

#### Ruido

- Tulas Libro VI Anexo 5: Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones.

#### Emisiones de Gases

- Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 202:2000: Gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores. Determinación de la opacidad de emisiones de

escape de motores de diésel mediante la prueba estática. Método de aceleración libre.

- Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 203:2000: Gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores. Determinación de la concentración de emisiones de escape en condiciones de marcha mínima o ralentí. Prueba estática.
- Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 204:2002: Gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de gasolina.
- Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 207:2002: Gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de diésel.

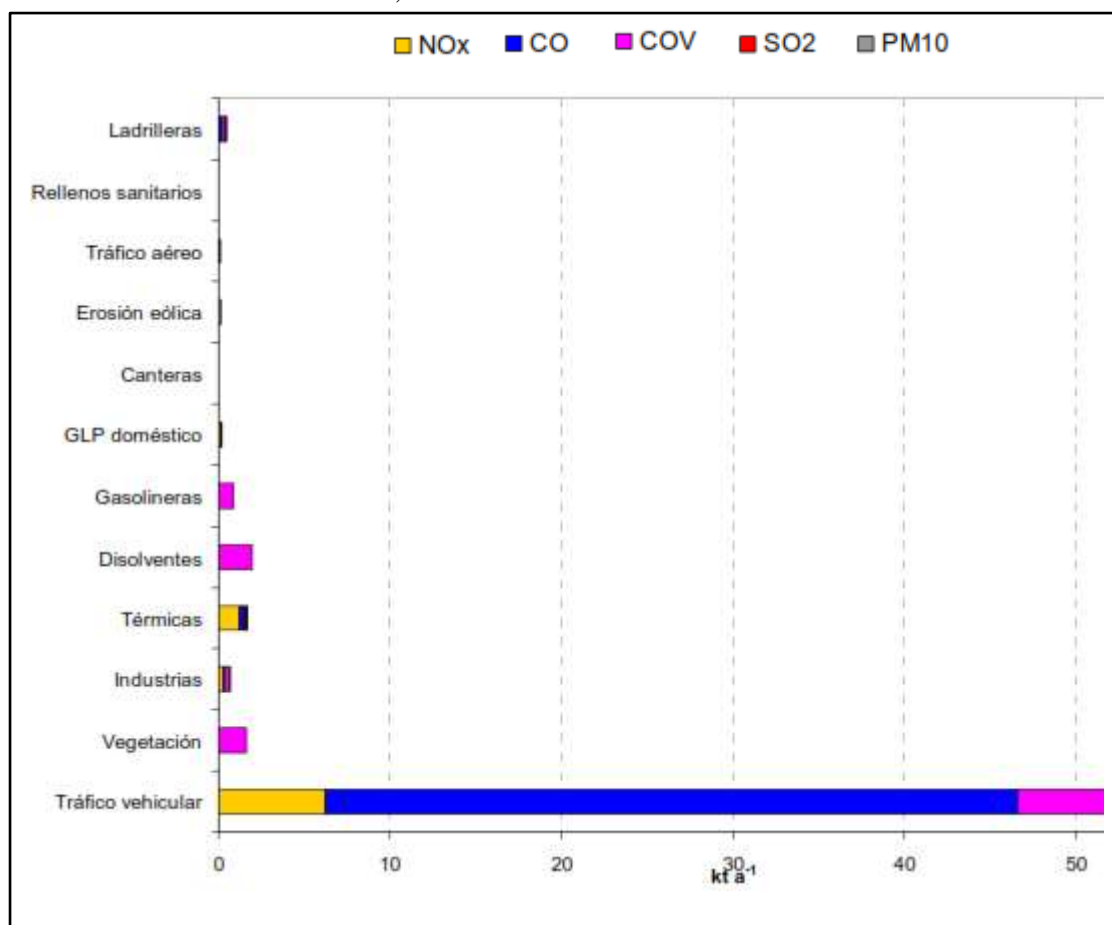
## **2.6. Resultados y análisis de las mediciones de gases previas a la implementación del centro de RTV**

“En el año 2007 se emitieron a la atmósfera de Cuenca aproximadamente 62.672 toneladas de contaminantes primarios del aire, constituidos por óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles, dióxido de azufre y material particulado menor a 10 micras” (FundaciónNatura-Cuencaire-CGA, 2009).

### **2.6.1. Tráfico vehicular, principal fuente emisora de contaminantes**

La (FundaciónNatura-Cuencaire-CGA, 2009, págs. 13-14), en su resumen del inventario de emisiones atmosféricas años base 2007, indica que: la principal fuente emisora de contaminantes primarios es el tráfico vehicular que aporta el 85 por ciento de las emisiones totales evaluadas, el 15 por ciento restante proviene de las centrales térmicas, (3,5) por ciento del uso de solventes (emisión exclusiva de COV, (3,2) por ciento de las industrias (2,7) por ciento de la vegetación, (2,6) por ciento de las gasolineras (emisión exclusiva de COV, 1,5 por ciento), y el 1,5 por ciento restante proviene en su conjunto del uso de GLP doméstico, de las canteras, de la erosión eólica, del tráfico aéreo, de los rellenos sanitarios y de las fábricas de ladrillos.

**Figura 2.5.** Emisión de contaminantes primarios del aire por las principales actividades del cantón Cuenca, año 2007



**Fuente:** Fundación Natura-CUENCAIRE-CGA. Resumen del inventario de emisiones del cantón Cuenca, año base 2007. Cuenca-Ecuador. 2009

**Tabla 2.2.** Emisiones atmosféricas Cuenca, año 2007. Toneladas por año (t/a)

Actividad	NO <sub>x</sub>		CO		COV		SO <sub>2</sub>		PM <sub>10</sub>		Total	
	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%
Tráfico vehicular	6.214,3	78,4	40.377,0	98,6	5.437,5	51,8	637,2	30,0	331,2	42,0	53.256,0	85,0
Vehículos gasolina	2.414,9		3.433,9		3.664,2		41,4		33,1		40.485,5	
Vehículos diesel	3.799,4		6.045,1		1.773,3		595,8		556,9		12.770,5	
Vegetación	0,0	0,0	0,0	0,0	1.593,7	15,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1.608,9	2,6
Industrias	285,7	3,6	48,1	0,1	244,1	2,3	996,0	46,9	79,2	10,0	1.706,0	2,7
Térmicas	1.225,8	15,5	263,8	0,6	100,1	1,0	480,2	22,6	78,2	9,9	2.187,7	3,5
Solventes	0,0	0,0	0,0	0,0	1.975,4	18,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1.994,2	3,2
Gasolineras	0,0	0,0	0,0	0,0	925,1	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	933,9	1,5
GLP doméstico	157,6	2,0	24,6	0,1	5,3	0,1	0,0	0,0	10,4	1,3	199,9	0,3
Canteras	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,5	5,0	39,5	0,1
Erosión eólica	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	126,8	16,1	126,8	0,2
Tráfico aéreo	32,7	0,4	46,6	0,1	16,7	0,2	7,9	0,4	0,5	0,1	105,5	0,2
Rellenos sanitarios	0,0	0,0	0,0	0,0	20,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	20,7	0,0
Fábricas de ladrillos	7,9	0,1	172,6	0,4	185,7	1,8	1,4	0,1	122,9	15,6	492,9	0,8
<b>Total</b>	<b>7.924</b>	<b>100</b>	<b>40.933</b>	<b>100</b>	<b>10.504</b>	<b>100</b>	<b>2.123</b>	<b>100</b>	<b>789</b>	<b>100</b>	<b>62.672</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Fundación Natura-CUENCAIRE-CGA. Resumen del inventario de emisiones del cantón Cuenca, año base 2007. Cuenca-Ecuador. 2009

**Tabla 2.3.** Emisiones atmosféricas del cantón Cuenca, año 2007

Actividad	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		TOTAL	
	t/a	%	t/a	%	t/a	%	t/a	%
Tráfico vehicular	570.886,9	59,1	145,0	3,6	36,1	70,1	571.068	70,1
Industrias	189.852,7	19,7	61,3	1,5	4,1	7,9	189.918	7,9
Térmicas	49.313,2	5,1	0,6		0,2	0,4	49.314	0,4
GLP doméstico	144.607,4	15,0	2,2	0,1	9,9	19,3	144.620	19,3
Tráfico aéreo	10.562,0	1,1	1,3		0,4	0,8	10.564	0,8
Rellenos sanitarios	10.774,7		3.840,5	94,8			14.615	
Fábricas de ladrillos	23.191,7		0,1		0,8	1,5	23.193	1,5
<b>TOTAL</b>	<b>999.189</b>	<b>100</b>	<b>4.051</b>	<b>100</b>	<b>52</b>	<b>100</b>	<b>1.003.292</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Fundación Natura-CUENCAIRE-CGA. Resumen del inventario de emisiones del cantón Cuenca, año base 2007. Cuenca-Ecuador. 2009

De los resultados obtenidos a partir del monitoreo del año 2007, podemos concluir que los vehículos, tanto a gasolina como a diésel, son los principales causantes de la contaminación ambiental en Cuenca, al producir el 85 por ciento del total de emisiones contaminantes primarias y más del 59 por ciento de gases de efecto invernadero, consecuentemente ocupa los primeros lugares en ser los productores de monóxido de carbono, compuestos volátiles y material particulado.

### 2.6.2. Resultados del monitoreo, año 2007

- En el año 2007 se emitieron a la atmósfera de Cuenca aproximadamente 62.672 toneladas de contaminantes primarios del aire.
- La calidad de los combustibles en el país todavía no alcanza los estándares para disminuir la contaminación ambiental.
- El plan piloto ejecutado en 4000 vehículos livianos a gasolina, demuestra que más del 50 por ciento de estos no cumplen con los umbrales de gases de la normativa ecuatoriana.
- La principal fuente emisora es el tráfico vehicular que aporta el 85 por ciento de las emisiones totales evaluadas.
- El tráfico vehicular es el principal promotor de los gases de efecto invernadero.
- La salud de las personas se ve afectada al estar expuestas a los gases contaminantes de las fuentes móviles por periodos considerables de tiempo.

Estos son los resultados obtenidos en el monitoreo de gases durante el año 2007, con respecto a las emisiones que producen las fuentes móviles principalmente. Y considerando la elevada creciente que tiene el parque automotor se deben tomar medidas para evitar problemas en la salud de la población.

Con ello se reafirma la constitución de la propuesta de creación de un sistema de revisión para los vehículos que circulen por el cantón Cuenca.

### 2.6.3. Resultados de emisiones contaminantes, año 2013

Con los resultados obtenidos del inventario de emisiones contaminantes con año base 2007, se proyectan los futuros índices de contaminación para el año 2013.

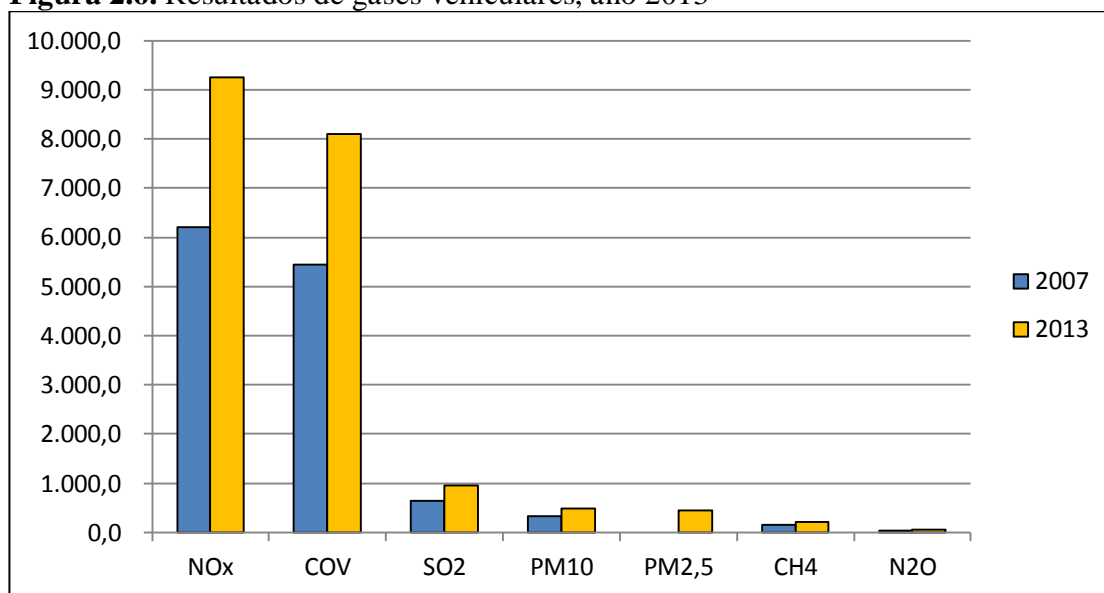
Partiendo de la cantidad de vehículos en el cantón y su tasa de crecimiento que se estima es el 7.52 por ciento anual, se deduce que el parque automotor se incrementara en un 48.9 por ciento para el año 2013, y por lo tanto las emisiones contaminantes crecerán un porcentaje similar.

**Tabla 2.4.** Resultado de gases vehiculares para el año 2013

Ton/Año	NOx	COV	SO2	PM10	PM2,5	CH4	N2O	CO	CO2
<b>2007</b>	6.214,3	5.437,5	637,2	331,2	0,0	145,0	36,1	40.377,0	570.886,9
<b>2013</b>	9.252,3	8.095,7	948,7	493,1	444,7	215,9	53,7	60.116,0	849.974,3

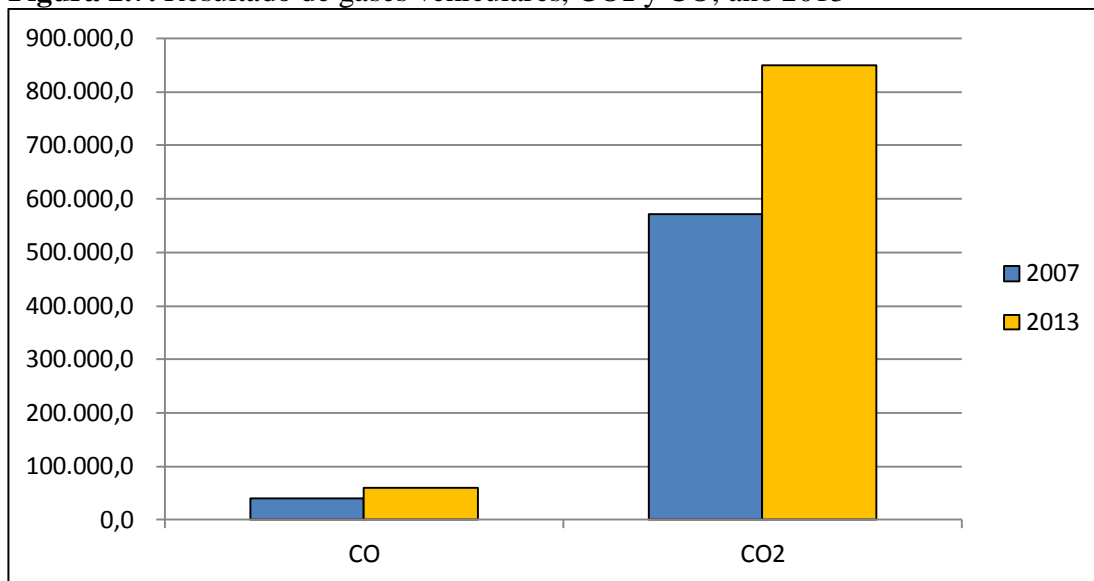
Fuente: El Autor

**Figura 2.6.** Resultados de gases vehiculares, año 2013



Fuente: El Autor

**Figura 2.7.** Resultado de gases vehiculares, CO<sub>2</sub> y CO, año 2013



**Fuente:** El Autor

Como se puede observar en la Figura 2.6 y 2.7 se prevé un crecimiento general de contaminantes mayor al 100 por ciento con relación al año 2007, especialmente en los gases de efecto invernadero, este es uno de los factores más representativos para la implementación de un sistema de revisión vehicular.

## **2.7. Constitución de la corporación para el mejoramiento del aire de Cuenca**

Desde el año 2004 se propone la incorporación de un sistema de RTV para la ciudad como medida preventiva de los accidentes de tránsito, así como para evitar la contaminación ambiental, no obstante se antepone los temas de competencias y cambios políticos de la época motivo por el que se aplaza su instauración.

Es hasta el 14 de julio de 2005, “bajo el liderazgo de la CGA que se firmó el Acta de Constitución de la Corporación para el Mejoramiento del Aire de Cuenca (CUENCAIRE)” (Centro de Estudios Ambientales, 2008), la misma que está constituida por los más altos representantes de: la I. Municipalidad de Cuenca, el H. Consejo Provincial, El Consejo Nacional de Tránsito, la Policía Nacional, la Dirección Nacional de Tránsito, la Universidad de Cuenca, La Universidad del Azuay, La Universidad Politécnica Salesiana, Fundación Natura y Fundación Tierra Viva. En ese mismo sentido, el 24 de Agosto de 2005, se aprueba en segundo debate

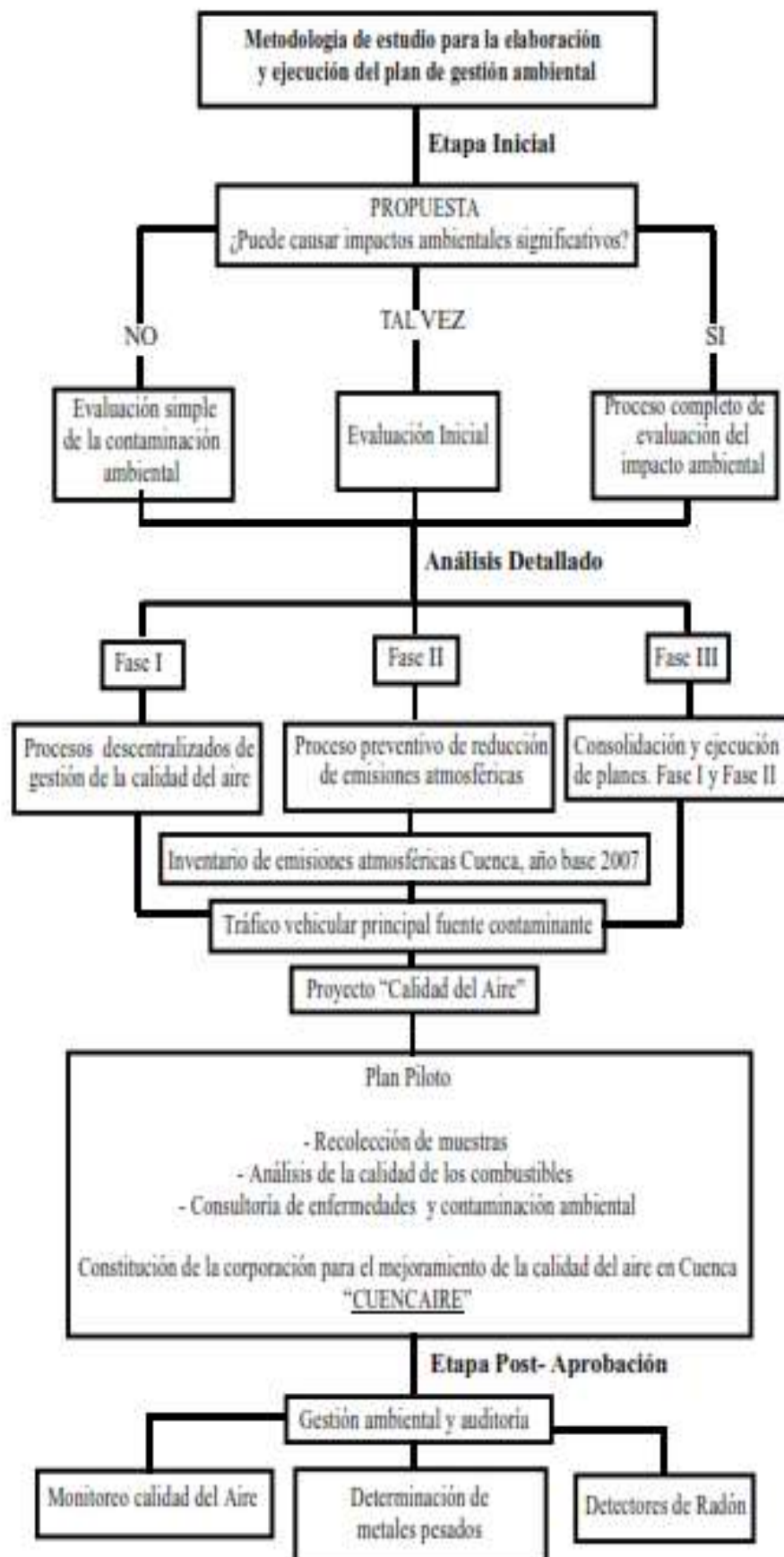
en el seno del Concejo Cantonal la Ordenanza para el Establecimiento del Sistema de Revisión Técnica Vehicular (RTV) de Cuenca y la Delegación de su Administración y Control a CUENCAIRE. A partir de Octubre de 2005, fecha en la que el Ministerio de Gobierno aprueba los estatutos y confiere personería jurídica a Cuencaire, “la Corporación viene desarrollando un complejo proceso para contar con centros de RTV operando en Cuenca, bajo los más altos estándares técnicos, a partir de 2007” (Centro de Estudios Ambientales, 2008).

## **2.8. Esquema de metodología de estudio para la contaminación ambiental**

El presente esquema indica las tres etapas en las que se desarrolla un proyecto de gestión ambiental. En su etapa inicial, se estudia la propuesta ambiental para determinar, si puede causar impactos ambientales significativos y proceder a realizar la evaluación respectiva, para dar o no continuidad a la propuesta inicial.

Seguido de la evaluación y aprobación de la propuesta se ejecutan las fases del proyecto en forma ascendente. La fase uno del proyecto consiste en gestionar que existan procesos descentralizados de gestión de la calidad del aire. En la fase dos se elabora el proceso preventivo para la reducción de emisiones. Ultimando, la fase tres consiste en la consolidación y ejecución de los planes obtenidos en las fases uno y dos. De esta manera se produce el informe de emisiones atmosféricas del cantón Cuenca, con lo que se concluye que: “El tráfico vehicular es la principal fuente contaminante”, es por ello que se lleva a cabo el proyecto denominado “Calidad del aire”. Para constituir un departamento encargado del control y mejoramiento de emisiones de gases, se requiere aplicar un plan piloto. La recolección de muestras, un análisis de la calidad del aire, y el trabajo de una consultoría de enfermedades y contaminación ambiental son los pasos de este plan piloto. Una vez completado el plan se establece la “Constitución para el mejoramiento de la calidad del aire en Cuenca, (Cuencaire)”.

Finalmente en la etapa post-aprobación se realiza la respectiva auditoria que se encarga del monitoreo de la calidad del aire, determinación de metales pesados y los detectores del gas radón.





## **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN CUENCA, DESDE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR HASTA EL AÑO 2013**

En el presente capítulo, se determina la relación existente entre habitantes y vehículos en Cuenca; así como los principales factores del condicionamiento vehicular en la inspección técnica. Además, se elabora una clasificación por defecto de evaluación mecatrónica, para obtener las principales fallas que no permiten una aprobación directa durante la revisión técnica. Seguido, se realiza una compilación de los resultados de gases obtenidos a partir de la RTV y los resultados obtenidos de los inventarios de emisiones atmosféricas de los años 2007, 2009 y 2011, efectuando una comparativa de sus indicadores por período.

#### **3.1. Población frente a vehículos del cantón Cuenca**

A continuación se presenta una relación entre la cantidad de habitantes y vehículos existentes en el Cantón Cuenca, tomando como base los datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) y de la EMOV-EP. Esta relación es necesaria para poder cuantificar el crecimiento en las emisiones contaminantes de acuerdo a cada año de estudio. Además, al establecer esta relación, podemos proyectar a futuro los índices de gases atmosféricos producidos por la población al desplazarse en fuentes móviles.

##### **3.1.1. Habitantes del cantón Cuenca**

Los censos poblacionales tienen el objetivo principal de cuantificar la creciente poblacional del país, provincia o cantón.

En el Ecuador, en los últimos años, se han realizado tres censos poblacionales: 1990, 2001 y 2010, en los que se han alcanzado los siguientes resultados:

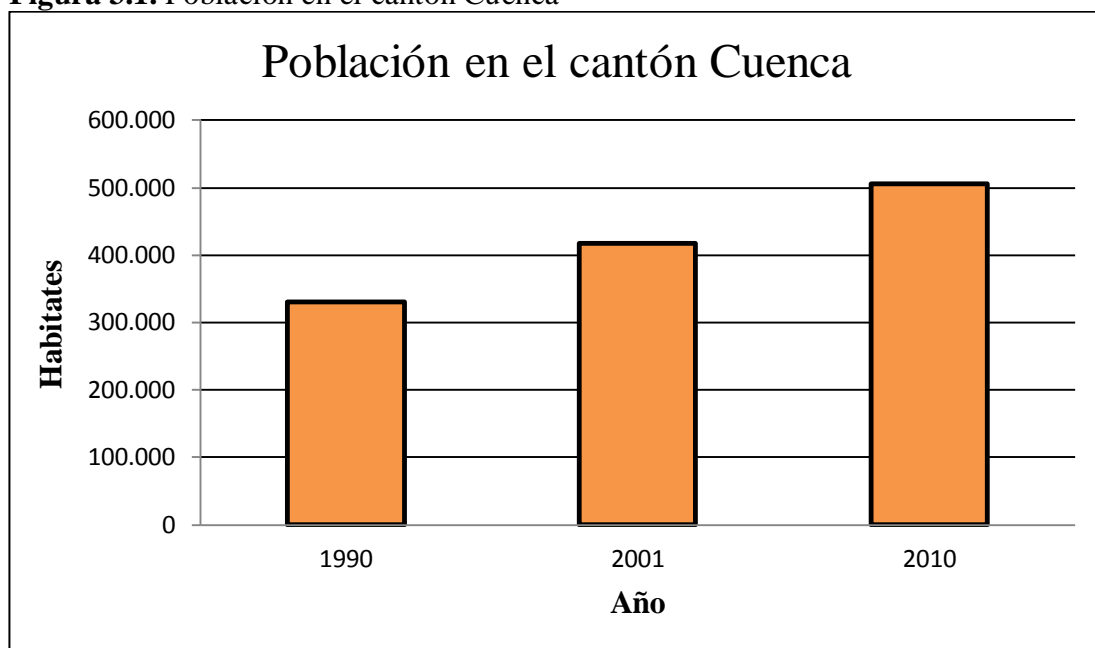
**Tabla 3.1.** Población en el cantón Cuenca

Población	1990	2001	2010
Mujeres	175.023	221.949	266.088
Hombres	156.005	195.683	239.497
TOTAL	331.028	417.632	505.585

**Fuente:** El Autor. Tomado del (Intituto Nacional de Estadística y Censos), 2011

Para visualizar de mejor manera los resultados de cada censo, se proyecta la creciente poblacional del cantón Cuenca, como lo indica la Figura 3.1, diferenciando por bloque la población de cada año.

**Figura 3.1.** Población en el cantón Cuenca



**Fuente:** El Autor. Tomado del (Intituto Nacional de Estadística y Censos), 2011

Como se puede observar, a lo largo de los años ha existido un incremento en la población dentro del cantón Cuenca estimado de 90.000 habitantes por década. Por lo tanto, se procede a realizar una proyección de datos para la población del año actual.

Teniendo en cuenta el aumento en la cantidad de habitantes en el cantón Cuenca, entre los años en los cuales fueron realizados los censos, se obtendrá un estimado para la población en 2014.

Utilizando el “Método de Crecimiento Geométrico Simplificado” (Torres-Degró, 2011), se puede determinar la tasa anual de crecimiento poblacional en períodos cortos de tiempo (5 a 10 años), con ello se tiene la siguiente ecuación:

**Ecuación 3.1.** Método de Crecimiento Geométrico Simplificado

$$r = \frac{2}{k} \times \left( \frac{Pa - Pi}{Pa + Pi} \right)$$

Donde,

r Tasa de crecimiento anual geométrico simplificado

Pa Población al momento actual

Pi Población al momento inicial

k Amplitud o distancia en tiempo entre las dos poblaciones

A partir de la Ecuación 3.1 se sustituyen los datos obtenidos de los 3 últimos censos poblacionales y se consigue el valor de la tasa de crecimiento poblacional, que en este caso el resultado es de 2.11% anual. Con este indicador se calcula la población en el cantón Cuenca para la actualidad.

De igual manera para conocer la población que habrá en un lugar, pasado un determinado período de tiempo se tiene la ecuación 3.2 de crecimiento geométrico poblacional, la cual nos permite establecer la población en la actualidad.

**Ecuación 3.2.** Crecimiento Geométrico Poblacional

$$Pt = Pa(1 + tc)^n$$

Donde,

Pt Población total

Pa Población inicial

tc Tasa de crecimiento poblacional

n Período de tiempo (años, meses)

Al sustituir los valores correspondientes a la población resultante del censo realizado en el año 2010 y tomando un período de tiempo de cuatro años hasta la actualidad se tiene que: la población en el cantón Cuenca para el año 2014 es de 549.626 habitantes.

### 3.1.2. Vehículos del cantón Cuenca

La perspectiva global del país indica un crecimiento anual de vehículos muy significativo, como lo señala el anuario de empresas automotrices del Ecuador: “Los 113.812 vehículos nuevos comercializados en el año 2013 se distribuyeron geográficamente en las siguientes provincias: el 40,8% en Pichincha, el 27% en Guayas, el 7% en Tungurahua, 5,6% en Azuay, el 3,5% en Manabí, el 3% en Imbabura y el 13% restante en las demás provincias” (AEADE, 2014).

Considerando que la investigación realizada se concentra en el cantón Cuenca, se utiliza las cifras de vehículos comercializados solo para la provincia del Azuay.

Las cifras de ventas en la provincia del Azuay son:

**Tabla 3.2.** Ventas en la provincia del Azuay

<b>AÑO</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
AUTOMOVILES	2.415	2.234	2.396	2.003	3.088	3.277	2.680	1.953
CAMIONETAS	1.583	1.835	2.138	1.674	2.360	2.235	1.686	1.620
SUV'S	1.277	1.703	1.810	1.921	2.366	1.861	1.642	1.644
VAN'S	98	146	119	179	295	372	218	268
CAMIONES	604	722	955	676	774	1.009	941	861
BUSES	117	140	79	167	186	245	213	115
<b>TOTAL</b>	<b>6.094</b>	<b>6.780</b>	<b>7.497</b>	<b>6.620</b>	<b>9.069</b>	<b>8.999</b>	<b>7.380</b>	<b>6.461</b>

**Fuente:** El Autor. Tomado del Anuario de Empresas Automotrices del Ecuador, 2014.

A estos datos hay que sumar los vehículos que se comercializan desde otras provincias y residen en Cuenca como se ilustra en la Tabla 3.3.

Según las estadísticas de la red de monitoreo de la calidad del aire en Cuenca, el Departamento de Revisión Técnica Vehicular y el Anuario de Empresas Automotrices del Ecuador, se estima que las cifras del parque automotor en el cantón Cuenca son:

**Tabla 3.3.** Parque automotor del cantón Cuenca

<b>Año</b>	<b>Cantidad de Vehículos en el Cantón</b>	<b>Porcentaje de Crecimiento</b>
<b>2008</b>	107.100	9,50%
<b>2009</b>	113.720	6,18%
<b>2010</b>	122.789	7,97%
<b>2011</b>	131.788	7,33%
<b>2012</b>	139.168	5,60%
<b>2013</b>	145.629	4,64%

**Fuente:** El Autor. Información recopilada de la Empresa de Movilidad Tránsito y Transporte, 2013. – Anuario de Empresas Automotrices del Ecuador, 2014.

### **3.1.3. Relación habitante / vehículo**

Para determinar la relación habitante / vehículo para el cantón Cuenca, se utilizaron los datos expuestos anteriormente. Como se ha visto, existe un constante crecimiento tanto de los habitantes como de los vehículos, para inicios del 2014 Cuenca tiene cerca de 549.626 habitantes y 145.629 vehículos que transitan por la urbe, es decir que aproximadamente existe un vehículo por cada cuatro personas.

### **3.2. Inspección total de vehículos desde la incorporación de la RTV**

A partir de la implementación de la RTV se tienen las siguientes estadísticas que indican la cantidad total de revisiones realizadas por año frente a la cantidad de vehículos en el cantón.

Como se visualiza en la Tabla 3.4 porcentualmente, las revisiones a partir del año 2011 son superiores al 100%, lo que se produce debido a las casas importadoras de vehículos, que para su venta libre, se comprometen a entregar con todos los papeles legalizados y al día al comprador, por lo que estos vehículos aprueban la revisión y son vendidos en otros cantones cercanos. Otra causa es la ley de circulación, que obliga a todo vehículo que transite por el cantón, tener aprobada la revisión, es decir que vehículos de otros cantones o provincias que residan o circulen periódicamente por Cuenca, realizaron o deben cumplir con la RTV.

**Tabla 3.4.** Porcentaje anual de vehículos que realizaron la RTV

<b>Año</b>	<b>Cantidad de Vehículos en el Cantón</b>	<b>Total de Revisiones en el Cantón</b>	<b>Porcentaje de Vehículos Revisados</b>
<b>2008</b>	107.100	14.763	13,70%
<b>2009</b>	113.720	52.366	46,10%
<b>2010</b>	122.789	120.011	97,70%
<b>2011</b>	131.788	135.170	102,50%
<b>2012</b>	139.168	145.947	104,80%
<b>2013</b>	145.629	148.723	102,10%

**Fuente:** El Autor. Información recopilada del departamento de Revisión Técnica Vehicular EMOV-EP

De acuerdo a la Tabla 3.4, los valores porcentuales del total de revisiones no están acorde a la cantidad de vehículos que existen en circulación por el cantón Cuenca. Además, en los primeros años de revisión las cifras son muy bajas en relación a los vehículos existentes y esto tiene sus diferencias según el año transcurrido.

Por ejemplo para el año 2008, la RTV no era obligatoria, más bien se lanzó como propuesta para la concientización de que un vehículo necesita una revisión para su normal circulación.

En el año 2009, al ser un año en el cual existieron transiciones políticas, tampoco fue obligatoria la revisión, inclusive al aprobarse la ordenanza a mediados de año. Sin embargo las cifras se incrementaron al enfocarse en el sector público y de servicio.

Para el año 2010, ya entra en vigor la ordenanza que obliga a la RTV a todo vehículo que circulase por el cantón Cuenca.

En el 2011, las cifras siguen en aumento debido a que existe una multa para quienes no realicen la revisión en el mes estipulado según el último dígito de placa. Por lo tanto los resultados porcentuales de revisiones ascienden a más del 100%, debido a que acuden a los centros de revisión vehículos pertenecientes a otros cantones y provincias.

Durante el 2012 y el 2013 las cifras se estabilizan debido al control por parte de los “Agentes Civiles de Tránsito”, quienes controlan que los vehículos que transitan por el cantón Cuenca posean el respectivo sello de la revisión vehicular y sus papeles de libre circulación al día.

### 3.3. Principales defectos del condicionamiento vehicular

Ya finalizada la inspección, los datos generados en la línea de revisión, marcharán a la aplicación informática que califica y compara con los umbrales de defectos que indican el resultado del vehículo, estos pueden ser: aprobada, condicional o rechazada. Para ello, se toma en cuenta el tipo, subtipo, clase, subclase, familia, subfamilia, categoría y defecto.

Para efectos del estudio, se tomaron los resultados obtenidos de las fuentes móviles que realizaron la revisión en el cantón Cuenca entre el período 2010 y 2014, al ser los años de estabilidad de afluencia vehicular a los centros, tal como se determinó en el Capítulo II, y con ello se clasifico por familia (aros, chasis, contaminación ambiental, estado general del vehículo, identificación del vehículo, iluminación, llantas, seguridad y emergencia, sistema de dirección y tren delantero, suspensión, frenos y unidad municipal de tránsito), para conocer los porcentajes de mayor incidencia en el condicionamiento vehicular.

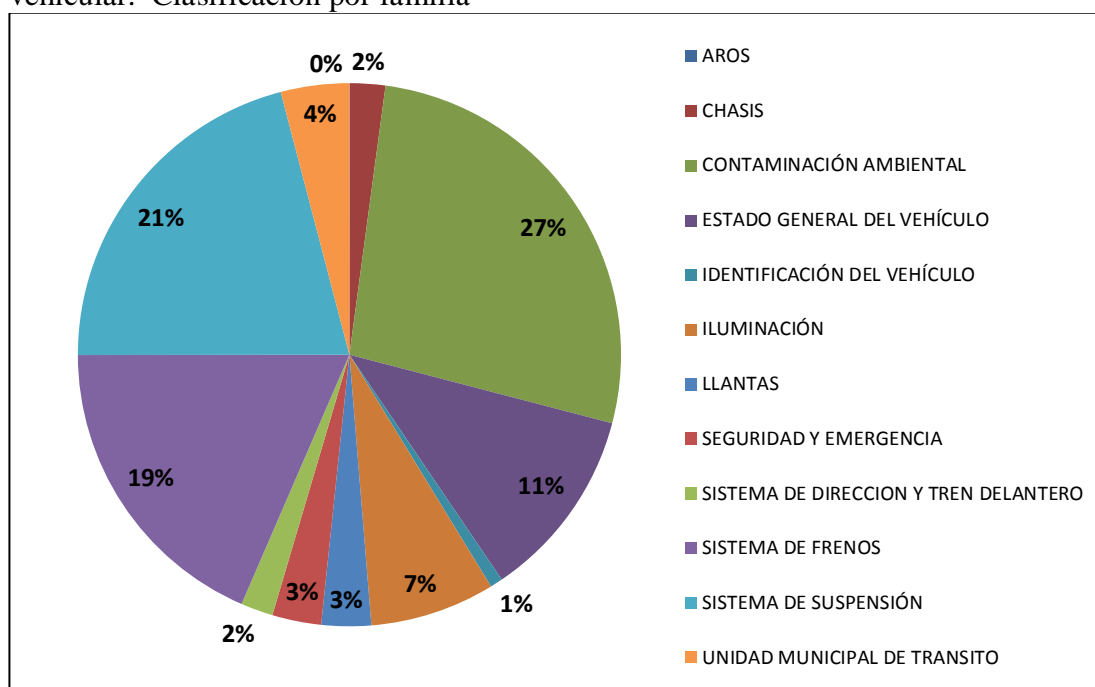
**Tabla 3.5.** Defectos que determinan el condicionamiento vehicular

<b>Familia</b>	<b>Livianos</b>	<b>Pesados</b>	<b>Motos</b>	<b>Total</b>
AROS	290	12	5	307
CHASIS	39.161	693	120	39.974
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	480.399	6.232	23.437	510.068
ESTADO GENERAL DEL VEHÍCULO	203.852	9.541	3.645	217.038
IDENTIFICACIÓN DEL VEHÍCULO	13.061	369	701	14.131
ILUMINACIÓN	129.394	3.860	7.631	140.885
LLANTAS	53.434	1.640	852	55.926
SEGURIDAD Y EMERGENCIA	48.650	4.980	1.628	55.257
SISTEMA DE DIRECCIÓN Y TREN	35.477	855	34	36.366
SISTEMA DE FRENOS	336.408	9.991	3.569	349.968
SISTEMA DE SUSPENSIÓN	395.307	1.349	8	396.665
UNIDAD MUNICIPAL DE TRANSITO	25.416	51.711	1	77.129

**Fuente:** El Autor

Para comprender las principales causas de defectos por familia que poseen los vehículos que no aprueban la revisión técnica, tenemos la Figura 3.2, expuesta a continuación.

**Figura 3.2.** Defectos que determinan el condicionamiento en una inspección vehicular. Clasificación por familia



Fuente: El Autor

A partir de la Figura 3.2, se determina que los principales factores incidentes del condicionamiento en la inspección vehicular son: la contaminación ambiental, el sistema de frenos y el sistema de suspensión.

Liderando el grupo, la contaminación ambiental representa el 27% del total de defectos que restringen la aprobación, y este número es mayor en los vehículos livianos que al ser mayoría cambian los resultados globales de defectos y fallas en los vehículos.

Seguido, el sistema de suspensión, no menos importante, sino que por razones de comodidad o falta de presupuesto no se los reemplaza a tiempo; esto porque no impiden la circulación del vehículo, más bien reduce las vibraciones y reduce la sensación de las variaciones en las vías.

Continua el sistema de frenos, una de las principales causas de los accidentes de tránsito, y que probablemente la RTV disminuye en gran cantidad el número de siniestros por este defecto.



### **3.4. Resultados de vehículos condicionados a causa de la contaminación ambiental**

En este numeral se requiere distinguir que los resultados del estudio que se muestran a continuación son el producto de un minucioso proceso de filtración y selección de los respectivos defectos causantes del condicionamiento vehicular. Estos resultados nos permiten visualizar los efectos de algunos gases producidos en el proceso de la combustión de motores y son causantes de la contaminación ambiental en el cantón.

Durante el proceso de revisión, en la etapa de análisis de gases, existen dos tipos de procedimientos realizados. El primero es un método visual, que consiste en que el operario inspecciona los gases de salida por el tubo de escape, conjunto del sistema de escape y totalidad de elementos del vehículo que se relacionen con la producción de gases. Seguido de esta inspección, el operario decide si es correcto colocar la sonda del analizador de gases. Este procedimiento permite evitar daños de los equipos de revisión y condicionar por inspección visual al vehículo. Esto, generalmente sucede al existir la presencia de humo azul o negro excesivo o al no existir todos los elementos del sistema de escape para una buena expulsión de gases.

El segundo procedimiento es la comprobación de umbrales menores a los establecidos según las normas ecuatorianas de calidad, mediante un equipo de medición automático denominado “Analizador de gases”. Este procedimiento es exclusivamente mecatrónico. El sistema determina si el vehículo cumple con los umbrales de medición y emite sus resultados.

Dentro de este procedimiento mecatrónico de inspección, se puede obtener los resultados almacenados en el sistema de la cantidad de vehículos condicionados y sus defectos, que por motivos de la investigación se definen en nueve categorías, siendo las más relevantes: excesiva emisión de CO en altas rpm; excesiva emisión de CO en ralentí; excesiva emisión de CO<sub>2</sub> en altas rpm; excesiva emisión de CO<sub>2</sub> en ralentí; excesiva emisión de hidrocarburos en altas rpm; excesiva emisión de hidrocarburos en ralentí; incorrecta emisión de O<sub>2</sub> en altas rpm; incorrecta emisión de O<sub>2</sub> en ralentí; y, opacidad superior al límite.

**Tabla 3.6.** Condicionamiento a causa de la contaminación ambiental

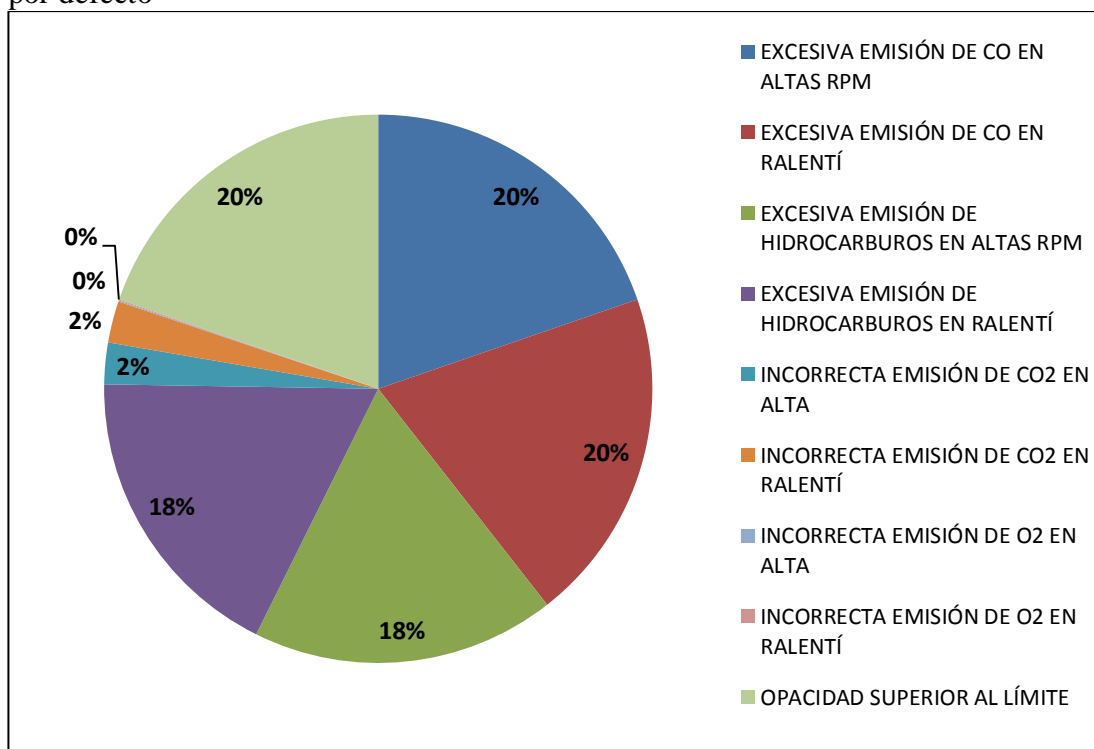
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL. EMISIÓN DE GASES	# DEFECTOS
EXCESIVA EMISIÓN DE CO EN ALTAS RPM	142.987
EXCESIVA EMISIÓN DE CO EN RALENTÍ	142.987
EXCESIVA EMISIÓN DE HIDROCARBUROS EN ALTAS RPM	129.907
EXCESIVA EMISIÓN DE HIDROCARBUROS EN RALENTÍ	129.907
INCORRECTA EMISIÓN DE CO2 EN ALTAS RPM	17.758
INCORRECTA EMISIÓN DE CO2 EN RALENTÍ	17.758
INCORRECTA EMISIÓN DE O2 EN ALTAS RPM	462
INCORRECTA EMISIÓN DE O2 EN RALENTÍ	462
OPACIDAD SUPERIOR AL LÍMITE	142.987
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>725.215</b>

Fuente: El Autor

De igual manera, como se clasificó los defectos por familia en la Figura 3.2, se obtienen las causas del condicionamiento vehicular, en lo que respecta la familia de contaminación ambiental, subfamilia de elementos del sistema de escape y, dentro de la categoría emisión de gases, lo cual nos indica de manera porcentual los causantes del fallo del automotor.

Resaltando que se toman únicamente en consideración los valores del análisis mecánico, se obtiene la Figura 3.3.

**Figura 3.3.** Porcentajes de condicionamientos a causa de la contaminación ambiental por defecto



Fuente: El Autor

### **3.5. Resumen del inventario de emisiones atmosféricas Cuenca**

“El inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos es un instrumento estratégico para la gestión de la calidad del aire. Un inventario permite conocer las fuentes emisoras de contaminantes, así como el tipo y cantidad de contaminantes que emite cada una de ellas” (Red de monitoreo de calidad del aire de Cuenca de la Emov EP, 2009).

Los inventarios de emisiones atmosféricas Cuenca, son los resultados de las mediciones realizadas por la “Red de monitoreo de la calidad del aire de Cuenca”, en diversos puntos de la ciudad para determinar si el aire es apto para la salud y entorno en el que transitamos. Es por ello que el inventario permite tomar medidas y acciones que limiten el daño que se ocasiona al medio ambiente.

Actualmente las autoridades locales toman cartas sobre el asunto, desarrollando planes estratégicos que promuevan la disminución de contaminantes, con el fin de garantizar la salud en la población y mantener un equilibrio en el ambiente. La principal causa de tener una excesiva cantidad de gases dañinos es la quema de combustibles, por lo que se busca soluciones inmediatas para revertir este mal. Hoy en día, las actividades humanas requieren del consumo de combustibles para la industria, movilidad, actividades comerciales, domicilios, entre otros, por lo que los inventarios permiten cuantificar las emisiones de cada una de estas actividades respectivamente, para desarrollar instrumentos de gestión ambiental.

Hasta el momento se han desarrollado tres inventarios de emisiones atmosféricas, empezando desde el año 2007, seguido del 2009 y 2011, como se puede entender en períodos de dos años para evaluar las condiciones ambientales de Cuenca. Se esperaba contar ya para el año 2014 con el inventario del año 2013, sin embargo, hasta la fecha de elaboración del presente trabajo no se cuenta con esta información.

Lo más sobresaliente de los inventarios de cada período, son los resultados de emisiones contaminantes generadas por las fuentes móviles, como principal causante del daño ambiental. Esto, al existir gran número de automotores transitando por una ciudad como Cuenca, y como se estudió en el numeral 3.1 existen, aproximadamente, un vehículo por cada cuatro habitantes.

El funcionamiento de los motores no lleva a cabo un proceso de combustión completa por varias razones, unas de ellas son la falta de oxígeno, la variabilidad de la mezcla entre oxígeno y combustible, y las bajas temperaturas de los motores al inicio de su funcionamiento. Al quemar hidrocarburos y no tener una combustión completa se libera una serie de gases por el sistema de escape que son nocivos para la salud.

La determinación de emisiones dañinas en los automotores es compleja, debido a que intervienen factores como: modelo, año, tecnología, diseño, rendimiento, capacidad, etc.

Los antecedentes que se presentarán a continuación son una recopilación de los tres inventarios impresos hasta el momento, con sus resultados relacionados al tráfico vehicular.

### 3.5.1. Consumo de combustibles

Previo a estudiar las emisiones producidas por el tráfico vehicular, se requiere conocer el consumo de combustibles fósiles que utilizan los automotores en Cuenca.

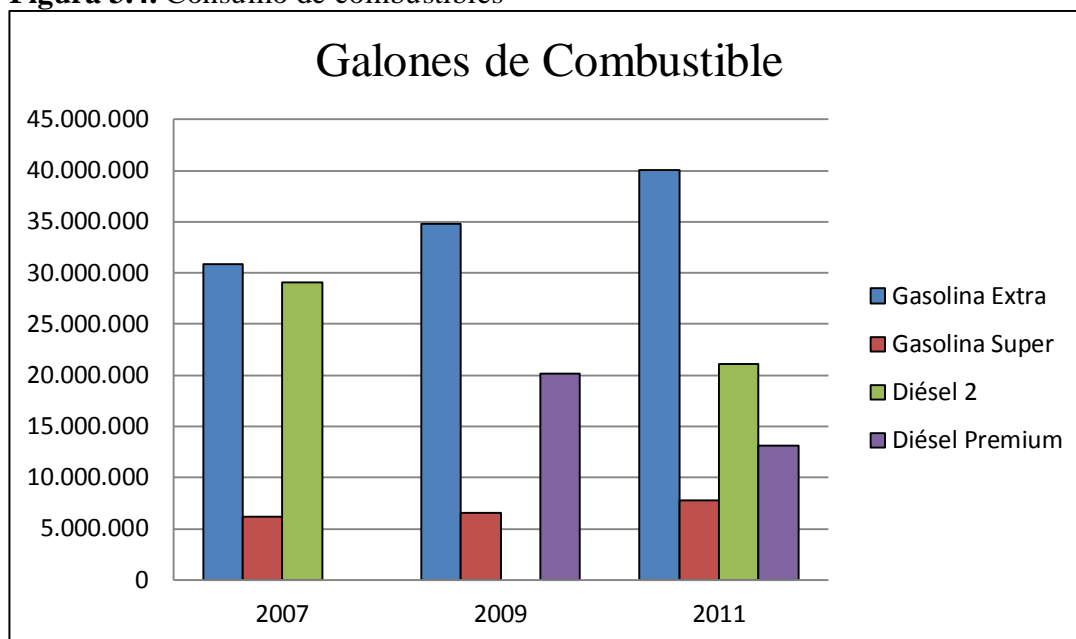
Los volúmenes que se muestran a continuación son el resultado del consumo de gasolina extra, súper, diésel 2 y diésel premium, registrados de las ventas en 29 gasolineras del cantón.

**Tabla 3.7.** Consumo de combustibles

<b>Galones / Año</b>	<b>2007</b>	<b>2009</b>	<b>2011</b>
Gasolina Extra	30.827.979	34.819.056	40.032.819
Gasolina Súper	6.200.929	6.574.982	7.790.388
Diésel 2	29.034.561		21.083.713
Diésel Premium		20.156.225	13.147.052

**Fuente:** Al Autor.

**Figura 3.4.** Consumo de combustibles



**Fuente:** El Autor.

Se puede apreciar en la Figura 3.4 el mayor consumo que tiene la gasolina extra, debido principalmente a que existe mayor cantidad de vehículos livianos que transitan por la urbe. Además, en comparación de precios con la gasolina súper, esta permite un ahorro muy significativo al poseer un octanaje menor, sin embargo un buen rendimiento en los vehículos, especialmente los que poseen tecnología con carburador incorporado.

En lo que refiere al crecimiento de la demanda, sucede lo que era de esperar, conforme aumenta el parque automotor, aumenta la demanda de combustibles, liderando por costo y número la gasolina extra.

### **3.5.2. Evolución de los combustibles (Octanaje)**

En la República del Ecuador, en el transcurso de los últimos tres años se ha experimentado una transición en la calidad de los combustibles utilizados principalmente para las fuentes móviles.

Como lo describe Petroecuador (2012), el país ha iniciado un proceso de mejora sustancial en el octanaje de sus combustibles y con una reducción exuberante en la cantidad de azufre en su contenido.

**Tabla 3.8.** Variaciones gasolina extra

<b>Gasolina Extra</b>		
Fecha de Cambio	Número de Octanaje	Contenido de Azufre
< nov-11	81	2.000 ppm
abr-12	87	650 ppm
jun-14	85	650 ppm
dic-15	87	650 ppm

**Fuente:** El Autor

El incremento del octanaje en la gasolina extra, es decir la más básica que se distribuye en el Ecuador, significó un gran cambio en el rendimiento de los motores sin afectar la economía de los consumidores, al ser este el combustible preferido por el 75% de los usuarios.

**Tabla 3.9.** Variaciones gasolina súper

<b>Gasolina Súper</b>		
Fecha de Cambio	Número de Octanaje	Contenido de Azufre
< nov-11	90	2.000 ppm
abr-12	92	650 ppm
jun-14	90	650 ppm
dic-15	92	650 ppm

**Fuente:** El Autor

El aumento de octanaje de la gasolina súper no obtuvo mucha diferencia al incrementarse en dos puntos, al contrario bajo su demanda que se mantenía acogida por el 25% de los usuarios.

**Tabla 3.10.** Variaciones combustible diésel

<b>Diésel</b>		
Fecha de Cambio	Denominación	Contenido de Azufre
< nov-11	Diésel	7.500 ppm
abr-12	Diésel Premium	750ppm
jun-14	Diésel Premium	750ppm
dic-15	Diésel Premium	750ppm

**Fuente:** El Autor

En lo que respecta al diésel, los cambios son muy significativos al reducir, mediante el impuesto verde, el contenido de azufre en el carburante en proporciones prodigias, reduciendo de esta manera los contaminantes por parte de los vehículos pesados y de transporte. De esta manera ahora se denomina diésel premium.

Como se aprecia en las tablas de combustibles, los cambios en el incremento del octanaje, como en la reducción del azufre son impactantes.

Es hasta el primero de junio de 2014, que se paraliza la refinería de Esmeraldas, producto de la rehabilitación del complejo refinador, ocasionando una reducción en los valores alcanzados, en dos puntos para los valores de octanaje, manteniendo el contenido de azufre en cada uno de los carburantes. Esta medida se anunció que tiene un plazo de 18 meses, es decir que para inicios del 2016, se retoman los valores de octanaje y azufre como en la reforma del año 2012.

### 3.5.3. Contaminación ambiental años 2007, 2009 y 2011

Se conoce que a medida que se incrementa el parque vehicular, aumentan las emisiones de escape que estos liberan a la atmósfera. Sin embargo, lo que realmente se necesita es conocer las cifras reales de contaminantes que se han producido durante los últimos años. Para ello se estudiará los resultados de los inventarios de emisiones atmosféricas de la Red de Monitoreo, con el fin de evaluar los resultados obtenidos, y corroborar que los planes de gestión de control ambiental han dado resultados.

De cada inventario se conoce las toneladas anuales de gases producidos por el tráfico vehicular como se muestra en la Tabla 3.11.

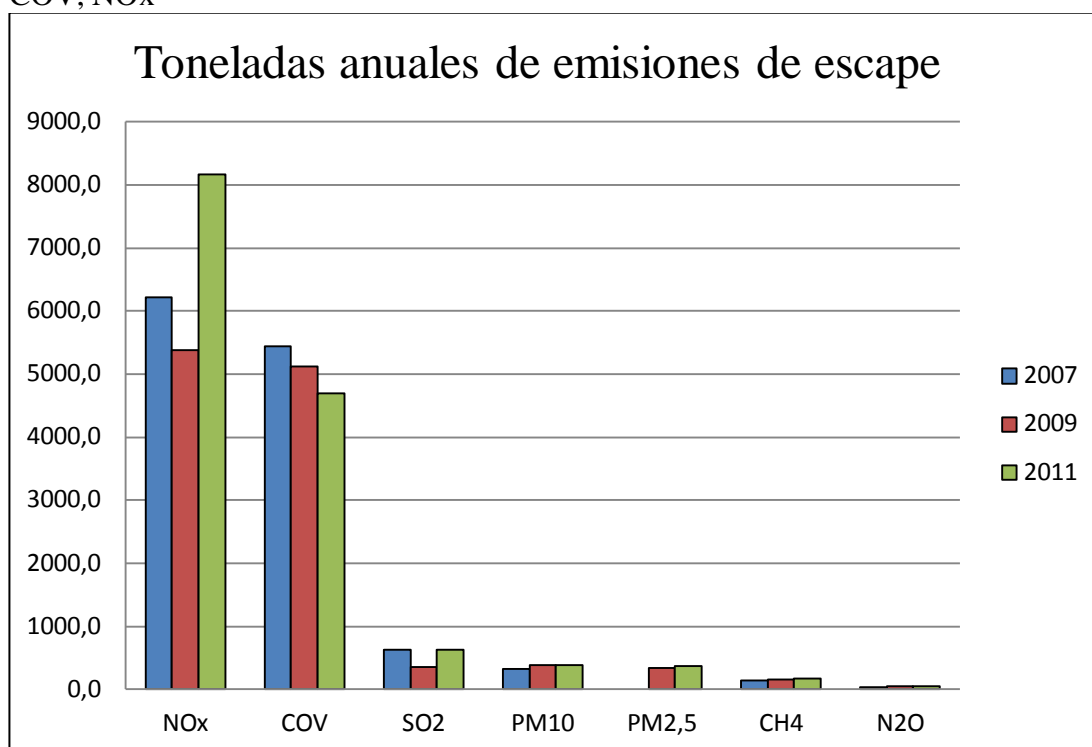
**Tabla 3.11.** Resultados de las emisiones de escape.

<b>Inventario de Emisiones Atmosféricas</b>									
<b>Ton/año</b>	<b>NOx</b>	<b>CO</b>	<b>COV</b>	<b>SO2</b>	<b>PM10</b>	<b>PM2,5</b>	<b>CO2</b>	<b>CH4</b>	<b>N2O</b>
<b>2007</b>	6.214,3	40.377,0	5.437,5	637,2	331,2		570.886,9	145,0	36,1
<b>2009</b>	5.383,1	34.989,5	5.124,1	353,4	381,3	347,3	637.502,7	157,7	46,4
<b>2011</b>	8.160,6	37.337,8	4.691,6	631,3	390,9	364,6	726.871,5	180,0	55,7

**Fuente:** El Autor. Tomado del (Resumen del Inventario de Emisiones Atmosféricas del Cantón Cuenca) 2007, 2009 y 2011.

De manera ilustrativa tenemos las Figuras 3.5 y 3.6 que resaltan el crecimiento y descenso de los gases de escape de cada uno de los inventarios elaborados. Cabe mencionar que los valores de las partículas en suspensión menores a 2.5 micras (PM2.5), para el año 2007 no eran evaluadas al tomar en consideración solo las partículas mayores a 10 micras (PM10).

**Figura 3.5.** Resultados de las emisiones de escape N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, COV, NO<sub>x</sub>



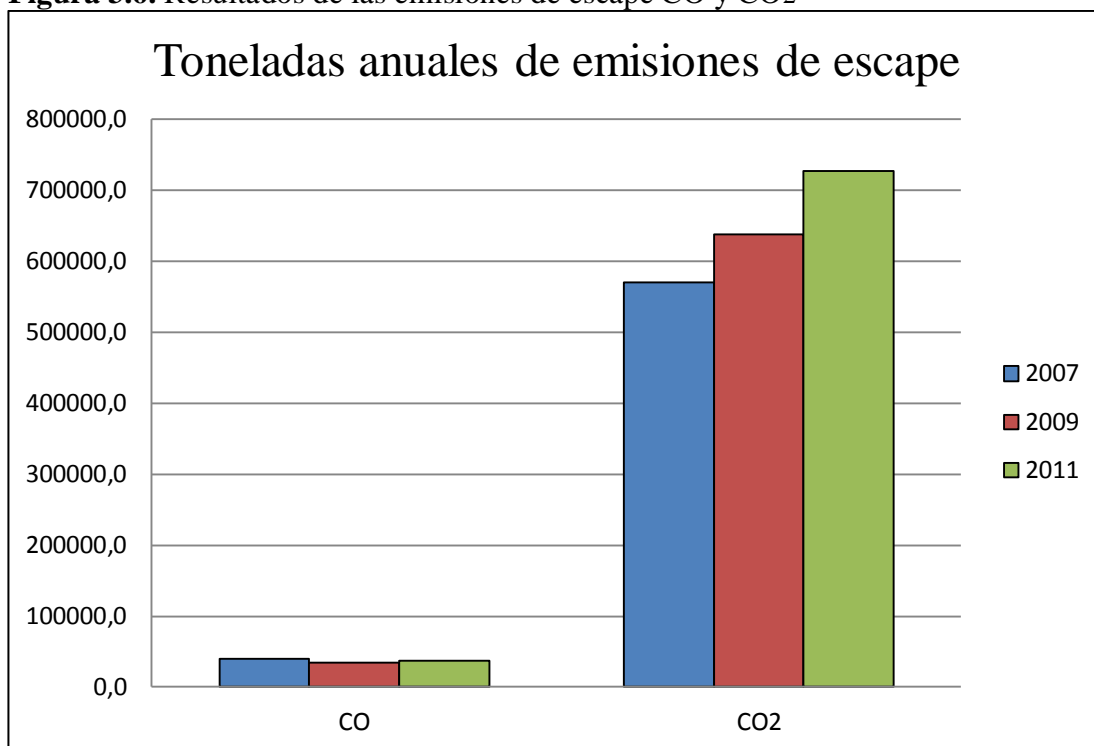
**Fuente:** El Autor

Como se puede observar, la evaluación de cada uno de los gases de escape, se comporta de manera diferente, unos reducen y otros aumentan la cantidad de toneladas anuales.

Esto se debe a varios factores que intervienen en el funcionamiento de un motor de combustión interna. Por ejemplo, la mejora en la calidad de los combustibles, las nuevas tecnologías aplicadas a los automotores, que permiten mezclas más homogéneas y mejores porcentajes de una combustión que busca ser completa, mejoras viales, límites de velocidad, entre otras varias causas que en ciertas cantidades determinan el rendimiento y comportamiento de los vehículos para obtener una reducción de emisiones contaminantes.



**Figura 3.6.** Resultados de las emisiones de escape CO y CO2



**Fuente:** El Autor

Los valores de monóxido y dióxido de carbono se presentan en una figura separada como lo es la 3.6, debido a que sus resultados en comparación con el resto de gases provenientes del sistema de escape son mayores a las 30.000 toneladas anuales, lo que resulta ser los gases de mayor concentración en la atmósfera.

En lo que respecta a la cantidad de monóxido de carbono, registrado en los inventarios, existe una disminución que se puede identificar como ganancia. Los efectos de la exposición por períodos prolongados de tiempo a este gas causa la muerte, y al tener una altitud de más de 2500 msnm, hay una falta de oxígeno para los procesos de combustión, por lo que resulta común que sea expulsado por el automotor en elevadas proporciones.

El dióxido de carbono, encabezando el grupo de gases de escape con valores mayores a las 500.000 toneladas anuales, a pesar de ser un componente natural y no producir efectos nocivos en niveles menores al 2%, es uno de los responsables del efecto invernadero, y por ende del calentamiento global. Y según indican las cifras del inventario los valores se disparan cada año por efectos del tránsito vehicular.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE LOS ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN A TRAVÉS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ESTUDIO DE GASES

En el presente capítulo, se analizan las proyecciones del parque automotor del cantón Cuenca. Se representa la cantidad de vehículos aprobados y condicionados en el transcurso de las revisiones técnicas, complementariamente se estudia la demanda de combustibles y los tipos de gasolinas mayormente empleados en los motores de combustión interna. De igual forma se analizan las proyecciones de los índices contaminantes, para plantear las decisiones a futuro que deben tomar las autoridades, con el objetivo de sostener el medio ambiente y conservar la salud de la población. Finalmente se realiza una comparativa del cantón Cuenca con y sin el proceso de RTV para determinar los cambios medio ambientales alcanzados.

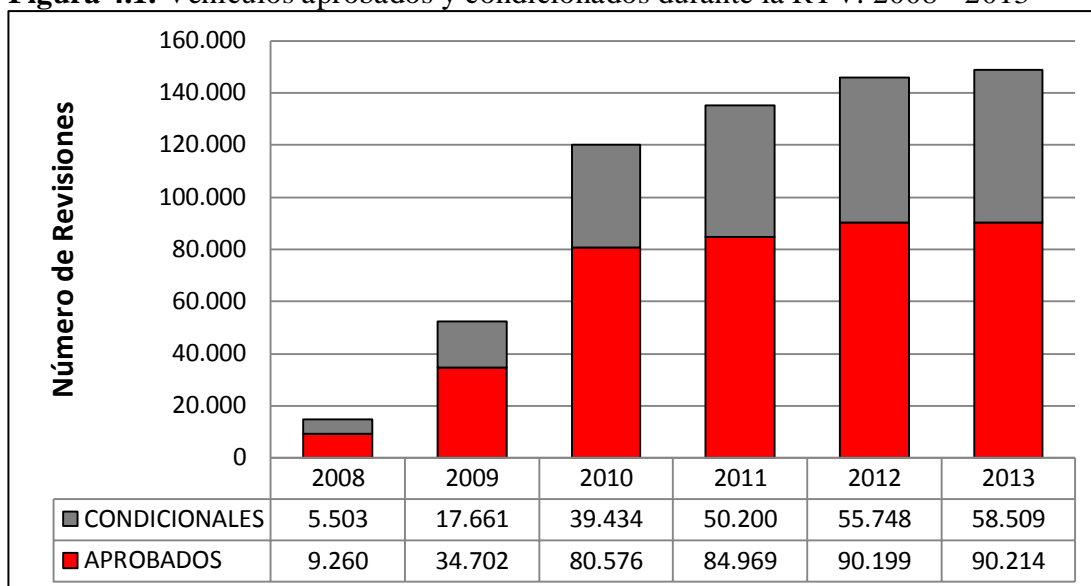
#### **4.1. Vehículos aprobados y condicionados por la RTV**

La inspección vehicular desde sus inicios en el año 2008, es la encargada de determinar si un vehículo es apto o si debe ser condicionado para transitar por el cantón Cuenca. La diferencia, con respecto a la cantidad de vehículos que han acudido a la revisión, depende de varios factores como ya se ha visto en el apartado 3.2 de este trabajo. Sin embargo cabe resaltar que los años de estabilización, con respecto a la afluencia vehicular, comprende el período 2010 hasta la actualidad, en el que las cifras obtenidas tienden a aproximarse a la totalidad de vehículos existentes en el parque automotor. Ello indica la responsabilidad de los conductores por mantener su vehículo con la documentación en regla y la seguridad de tener un automóvil en óptimas condiciones que garanticen una movilidad segura. En conclusión, se ha conseguido un cambio de costumbres de la sociedad, que reconoce la importancia de efectuar una revisión anual para circular libremente por el cantón con todos los requisitos certificados por la Agencia Nacional de Tránsito.

En los centros de control vehicular, Mayancela y Capulispamba, se realiza el proceso de RTV a los automotores que acudan y desean circular por Cuenca libremente.

Los posibles resultados de la inspección son como se indicó en el apartado 1.4.3 de este trabajo obteniendo la calificación de: “Aprobada, Condicional, o Rechazada”.

**Figura 4.1.** Vehículos aprobados y condicionados durante la RTV. 2008 - 2013



Fuente: El Autor

Como se aprecia en la Figura 4.1 los resultados del proceso de RTV son positivos, al obtener una cantidad de automóviles aprobados notoriamente mayor a los condicionados, lo que representa un indicador de que en el cantón existe un gran porcentaje de vehículos en óptimas condiciones de circulación, que no son una amenaza para la seguridad pública, permaneciendo las fallas humanas (fatiga, embriaguez, malas maniobras, mal estacionamiento, entre otras), como el principal factor de los accidentes de tránsito.

Por otro lado, se encuentran los resultados de la cantidad de vehículos condicionados, que resultan del proceso de revisión que se puede extender hasta una cuarta ocasión. En este último caso, si no se corrigen las fallas mecánicas o visuales que causen el defecto, se procede al retiro del automóvil.

Dentro de este grupo se toma en consideración que los umbrales y rangos fijados para cada tipo de vehículo, está de acuerdo al año, tecnología y cilindraje del mismo.

## 4.2. Análisis y proyecciones del parque automotor en el cantón Cuenca

En los últimos siete años, el incremento del parque automotor en el cantón ha sido muy significativo, creciendo en un 50% a partir del año 2007. Esto es el resultado de varios elementos condescendientes como: el incremento poblacional; la posibilidad de adquirir un automóvil con prolongados plazos de pago; y la necesidad de la población de movilizarse distancias cada vez más extensas. En el presente, a pesar de existir un fuerte aumento en los impuestos para la adquisición de un vehículo por parte del Gobierno Nacional, la ciudadanía, en especial los grupos de poder y la clase media, no ha dejado de adquirir los automotores, lo que representa un constante crecimiento en el número de automóviles que circulan por Cuenca. Actualmente las cifras rondan en los 150.000 vehículos en todo el cantón, es por ello que se utilizan las cifras de cada uno de los inventarios de emisiones atmosféricas y del anuario de empresas automotrices del Ecuador, con respecto a la cantidad de automóviles, para determinar la tasa de crecimiento actual del parque automotor, como se detalla con mayor precisión en el apartado 3.1 de este trabajo.

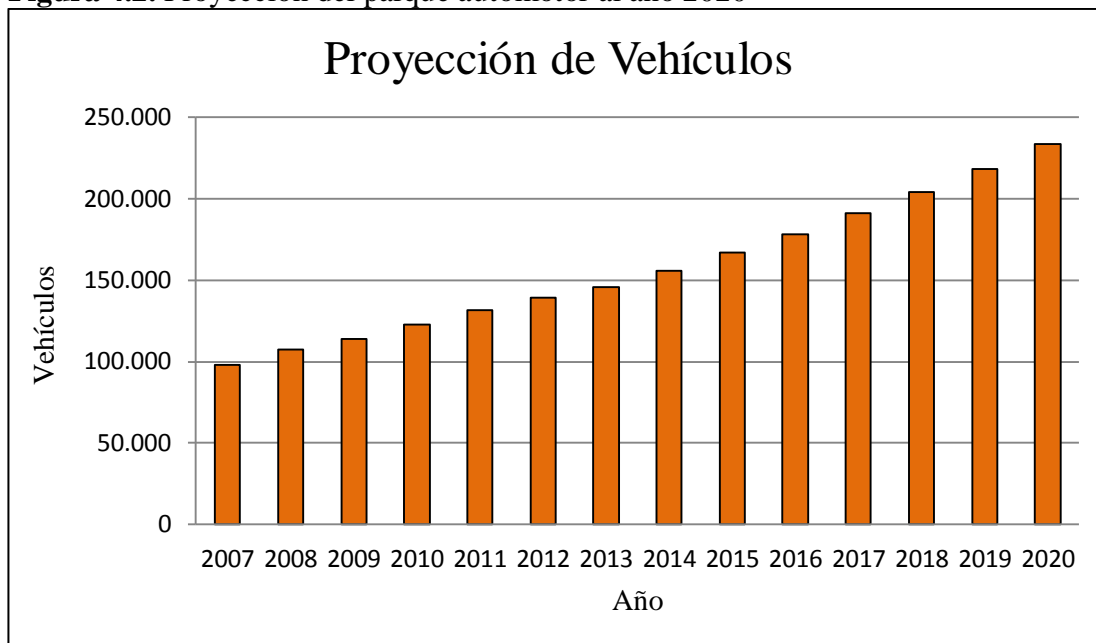
**Tabla 4.1.** Proyección del parque automotor al año 2020

<b>Año</b>	<b>Cantidad de Vehículos en el Cantón</b>	<b>Vehículos que aumentaron</b>	<b>Porcentaje de crecimiento</b>
2007	97.812		
2008	107.100	9.288	9,50%
2009	113.720	6.620	6,18%
2010	122.789	9.069	7,97%
2011	131.788	8.999	7,33%
2012	139.168	7.380	5,60%
2013	145.629	6.461	4,64%
2014	155.823	10.194	7,00%
2015	166.731	10.908	7,00%
2016	178.402	11.671	7,00%
2017	190.890	12.488	7,00%
2018	204.252	13.362	7,00%
2019	218.550	14.298	7,00%
2020	233.848	15.298	7,00%

**Fuente:** El Autor

Los resultados muestran que se tiene un promedio de 7% en el incremento automovilístico, con lo cual podemos utilizar esta cifra para proyectar el aumento durante los próximos años, como se muestra en la Tabla 4.1.

**Figura 4.2.** Proyección del parque automotor al año 2020



**Fuente:** El Autor

La proyección de resultados indica que el período comprendido entre los años 2010 – 2020, las cifras aumentarán en más de 100.000 vehículos, por lo tanto es urgente tomar acciones para resolver el inconveniente de la cantidad de automóviles que se podría llegar a tener. Las posibles soluciones a este problema se las debe estudiar a profundidad y trabajar constantemente para obtener resultados que eviten el caos que representa la masiva concentración de vehículos como se ha visto en el Distrito Metropolitano de Quito.

### **4.3. Proyección del consumo de combustibles para vehículos, Cuenca**

Como se evidencio en los inventarios de emisiones atmosféricas, la demanda de combustibles se incrementó. Por ello es que se tiene que analizar de acuerdo al crecimiento porcentual del parque automotor, la cantidad de galones que se requerirán para solventar la solicitud de combustibles en los años próximos.

Se toma en cuenta las características y valores de cada tipo de combustible, para rellenar el tanque de un automóvil, dentro de ellas están: el octanaje, recomendado por el fabricante, pureza o proceso de filtrado que posee y el precio final de venta.

Los tipos de combustibles que se expenden a nivel nacional son:

- Gasolina Extra: la de mayor comercialización, al ser la de menor costo y poseer en la actualidad un octanaje de valor 85, con tendencia a crecer en dos puntos para finales del 2015.
- Gasolina Súper: gasolina que ocupa el segundo lugar de demanda en el país, posee un proceso de filtración de mayor calidad de refinamiento, es decir se considera una gasolina más limpia y tienen un valor de octanaje de 90 puntos.
- Diésel Premium: con un máximo de 500 partículas por millón de contenido de azufre, destinado solo para el distrito Metropolitano de Quito y Cuenca, por requerimiento de los Municipios que lo han conseguido a través de Ordenanzas Municipales y publicadas en Registro oficial.
- Diésel 2: con un máximo de 7000 ppm de azufre. Para el resto del país.

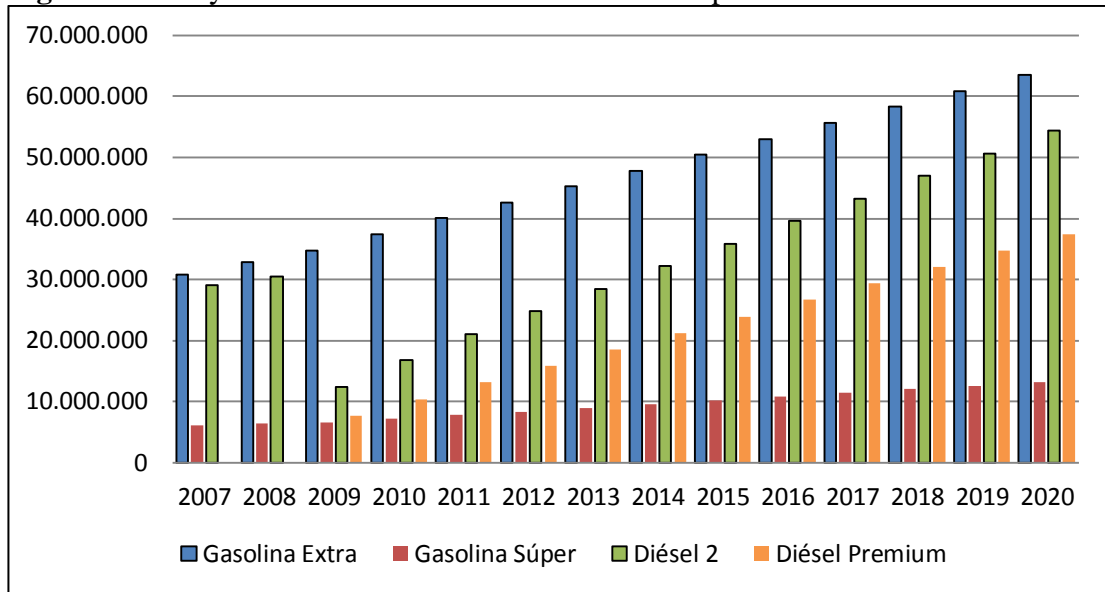
A continuación se presenta la proyección en torno a la demanda de combustibles para uso vehicular en el cantón Cuenca.

**Tabla 4.2.** Proyección de la demanda de combustible para uso vehicular

Gal/Año	Combustible (Galones)				Vehículos (Unidades)	
	Gasolina Extra	Gasolina Súper	Diésel 2	Diésel Premium	Gasolina	Diésel
2007	30.827.979	6.200.929	29.034.561	no aplica	88.363	9.449
2008	32.823.518	6.387.956	30.584.369	no aplica	95.230	11.870
2009	34.819.056	6.574.982	12.414.817	7.741.438	101.097	12.623
2010	37.425.937	7.182.685	16.749.265	10.444.245	108.996	13.793
2011	40.032.819	7.790.388	21.083.713	13.147.052	116.896	14.892
2012	42.639.701	8.398.091	24.784.172	15.849.859	123.287	15.881
2013	45.246.788	9.005.846	28.485.454	18.552.930	128.881	16.748
2014	47.854.080	9.613.653	32.187.559	21.256.266	137.994	17.829
2015	50.461.577	10.221.512	35.890.487	23.959.865	147.784	18.947
2016	53.069.279	10.829.423	39.594.238	26.663.728	158.657	19.745
2017	55.677.186	11.437.386	43.298.812	29.367.855	169.983	20.907
2018	58.285.298	12.045.401	47.004.209	32.072.246	182.107	22.145
2019	60.893.615	12.653.468	50.710.429	34.776.901	194.992	23.558
2020	63.502.137	13.261.587	54.417.472	37.481.821	208.800	25.048

Fuente: El Autor

**Figura 4.3.** Proyección de la demanda de combustible para uso vehicular



Fuente: El Autor

Al igual que la cantidad de vehículos que se incrementan en el cantón cada año, el consumo de combustibles será proporcional. Lo que se espera obtener, durante los próximos años, son mejoras con respecto a la calidad de la gasolina en octanaje y filtrado; mientras que para el diésel se espera que el contenido de azufre disminuya, como es actualmente para los cantones de Quito y Cuenca, con un bajo contenido de azufre con respecto al que se expende en el resto de dispensadores del país.

#### 4.4. Proyección de los índices de contaminación

Los índices de contaminación son útiles para determinar el tipo y la cantidad de contaminantes en la atmósfera, estos indicadores permiten verificar los procesos y tecnologías existentes que producen cada uno de los gases de tipo vehicular, a través del proceso de combustión.

Las proyecciones correspondientes a las emisiones contaminantes nos permiten predecir y evaluar los resultados a los que día a día está expuesta la localidad.

Estas proyecciones deben ser utilizadas para tomar acciones preventivas ante una catástrofe del medio ambiente, que produzca daños irreparables a la población en general.

Entre el año 2007 y 2013 se obtiene la tasa de crecimiento anual de vehículos, que es el indicador que nos permite evaluar a futuro los resultados de emisiones. Al ser directamente proporcional al aumento de automóviles, el promedio resultante de la tasa de crecimiento es de 7%, este valor es considerado para estimar los vehículos y sus emisiones en las proyecciones siguientes.

Es por ello que se desarrolla la Tabla 4.3 como indicador de los próximos resultados, consecuencia de la contaminación ambiental producida por fuentes móviles, para prevenir sobre los efectos nocivos de los gases en Cuenca.

**Tabla 4.3.** Proyección estimada de contaminantes producidos por fuentes móviles

	<b>NOx</b>	<b>CO</b>	<b>COV</b>	<b>SO2</b>	<b>PM10</b>	<b>PM2,5</b>	<b>CO2</b>	<b>CH4</b>	<b>N2O</b>
<b>2007</b>	6.214,3	40.377,0	5.437,5	637,2	331,2	0,0	570.886,9	145,0	36,1
<b>2008</b>	6.804,4	44.211,1	5.953,8	697,7	362,6	0,0	625.097,0	158,8	39,5
<b>2009</b>	7.225,0	46.943,9	6.321,8	740,8	385,1	347,3	663.735,1	168,6	42,0
<b>2010</b>	7.801,2	50.687,6	6.826,0	799,9	415,8	375,0	716.667,0	182,0	45,3
<b>2011</b>	8.372,9	54.402,4	7.326,3	858,5	446,2	402,5	769.190,3	195,4	48,6
<b>2012</b>	8.841,8	57.448,8	7.736,5	906,6	471,2	425,0	812.264,2	206,3	51,4
<b>2013</b>	9.252,3	60.116,0	8.095,7	948,7	493,1	444,7	849.974,3	215,9	53,7
<b>2014</b>	9.899,9	64.324,1	8.662,4	1.015,1	527,6	475,9	909.472,5	231,0	57,5
<b>2015</b>	10.592,9	68.826,8	9.268,8	1.086,2	564,6	509,2	973.135,6	247,2	61,5
<b>2016</b>	11.334,4	73.644,6	9.917,6	1.162,2	604,1	544,8	1.041.255,1	264,5	65,8
<b>2017</b>	12.127,8	78.799,8	10.611,8	1.243,6	646,4	583,0	1.114.142,9	283,0	70,5
<b>2018</b>	12.976,8	84.315,7	11.354,7	1.330,6	691,6	623,8	1.192.133,0	302,8	75,4
<b>2019</b>	13.885,2	90.217,8	12.149,5	1.423,8	740,0	667,4	1.275.582,3	324,0	80,7
<b>2020</b>	14.857,1	96.533,1	12.999,9	1.523,4	791,8	714,2	1.364.873,0	346,7	86,3

Fuente: El Autor

Los datos obtenidos en esta Tabla, indican que todas las emisiones resultan de un proceso de combustión incompleto por parte de las fuentes móviles. La comodidad de la población que utiliza un vehículo como único medio de transporte y la inmensa cantidad existente de automotores, favorece al crecimiento anual de gases.

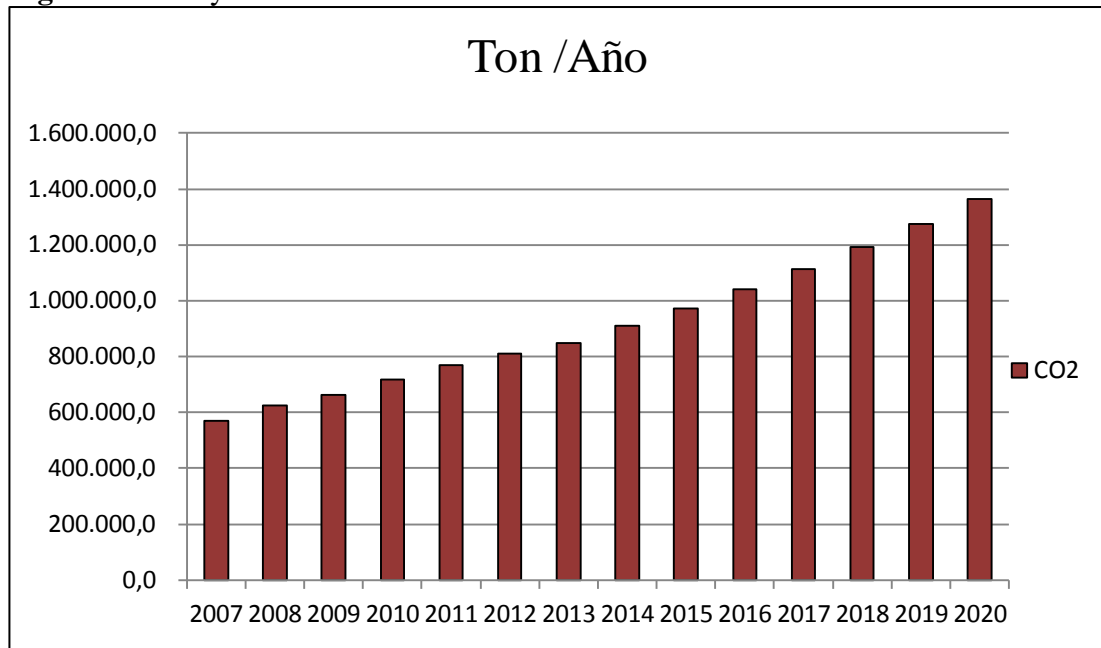
En tan solo una década los indicadores se duplican. Los combustibles derivados del petróleo, a pesar de mejorar su calidad, reaccionan con el aire del medio y se producen reacciones químicas de las cuales resultan los gases contaminantes.

El dióxido de carbono, representa el liderato en los cuadros, en exposiciones a corto plazo, por debajo de niveles de 2%, no produce efectos nocivos. Sin embargo al obtenerlo en cantidades masivas como se muestra, es el principal actor de los gases



de efecto invernadero. Este efecto impide la fácil salida del calor desde la tierra al espacio produciendo el calentamiento del planeta.

**Figura 4.4.** Proyección del dióxido de carbono



**Fuente:** El Autor

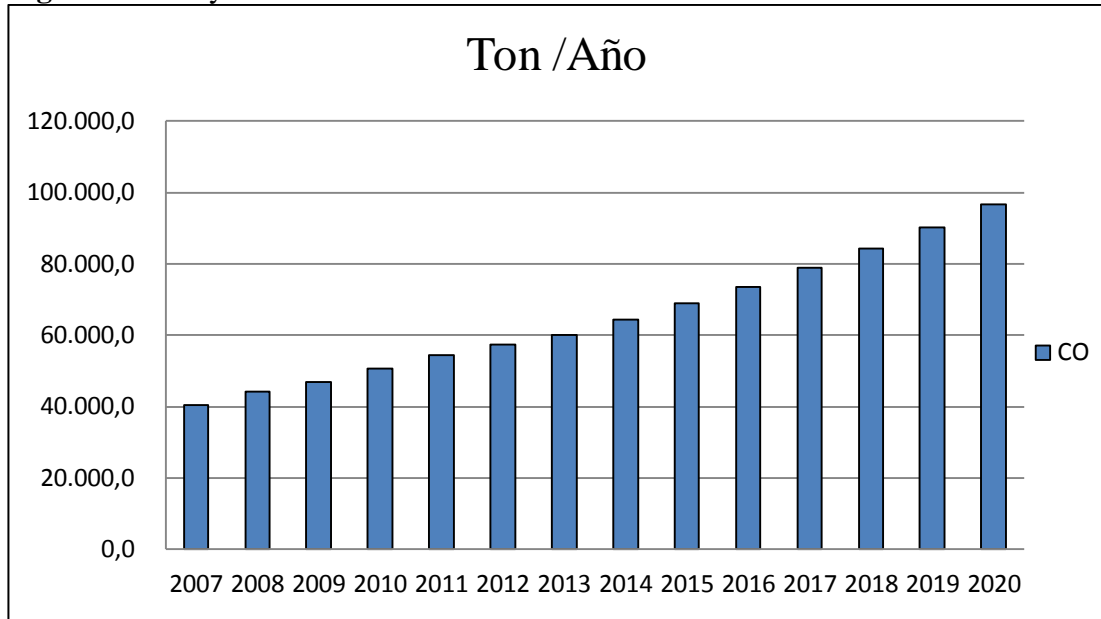
El monóxido de carbono, es un gas inoloro, incoloro y altamente tóxico, en exposiciones de corto plazo puede llegar a causar la muerte.

Se produce por una combustión deficiente de las gasolinas. Este gas ocupa el segundo lugar en la tabla de contaminantes y es el más peligroso.

Este gas se produce aun cuando el vehículo se encuentra detenido con el motor encendido.

En el período que le toma a un automóvil llegar a su temperatura de funcionamiento óptima (después del arranque en frío), las emisiones de monóxido que desprenden son significativas al prever que son miles de vehículos que realizan este procedimiento del calentamiento del motor.

**Figura 4.5.** Proyección del monóxido de carbono

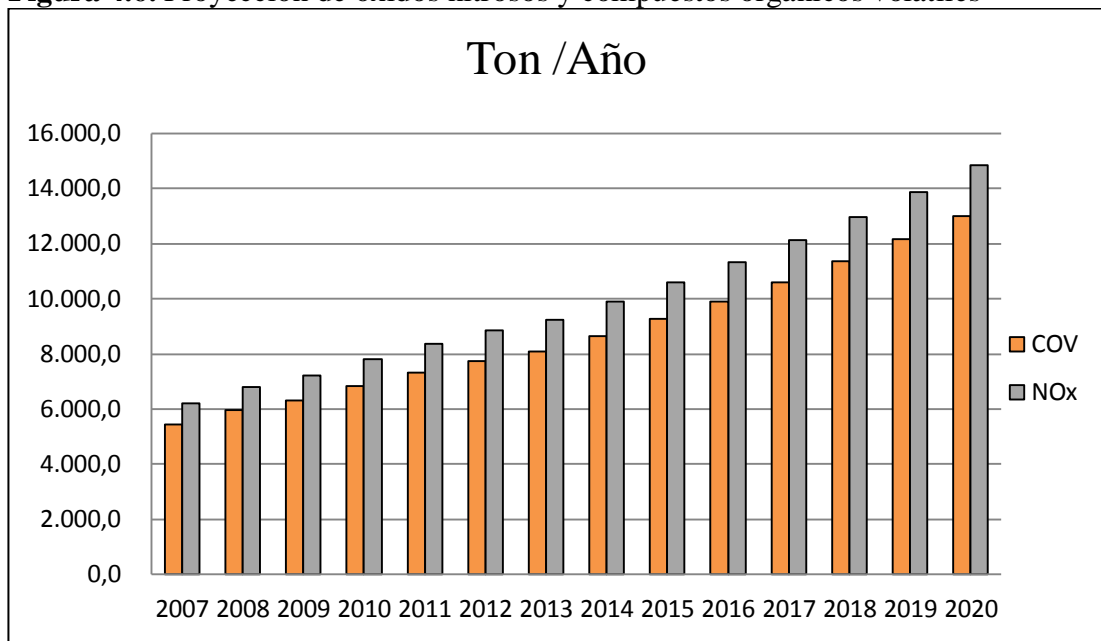


Fuente: El Autor

Óxidos de nitrógeno, formados por la combustión a altas temperaturas, sobre todo en la utilización de diésel o tener una mezcla pobre, son los gases de mayor daño a la salud por lo que se necesita controlar sus emisiones. Son los causantes del esmog fotoquímico en las zonas de alta concentración automovilística.

Los compuestos orgánicos volátiles son peligrosos contaminantes del aire, porque son precursores del ozono troposférico y destructores del ozono estratosférico.

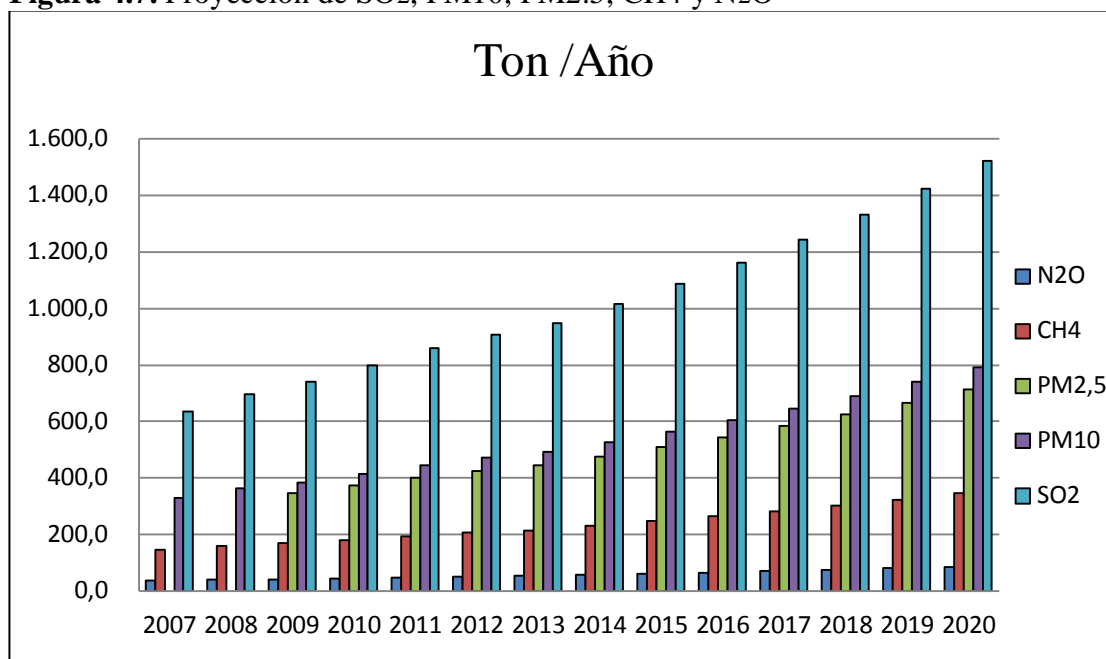
**Figura 4.6.** Proyección de óxidos nitrosos y compuestos orgánicos volátiles



Fuente: El Autor

Los siguientes gases, aunque no en mayor proporción como los anteriormente presentados, de igual manera representan efectos nocivos y por ende deben ser monitoreados. El dióxido de azufre, material particulado mayor a 10 y 2.5 micras respectivamente, el metano, y el dióxido de nitrógeno también forman parte de esta clasificación.

**Figura 4.7.** Proyección de SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O



Fuente: El Autor

Estos son los principales contaminantes en el cantón, es por ello que al obtener las mediciones con altas concentraciones en las zonas urbanas principalmente, se debe efectuar planes preventivos para evitar la formación del esmog fotoquímico y producir en mayores cantidades gases de efecto invernadero.

Al ser un país bajo en contaminación se pretende vender los “Bonos de Carbono”, firmados en el tratado de Kioto. El objetivo del mercado es que los países e industrias que excedan sus límites de emisión puedan comprar las reducciones logradas por otros, sin sobrepasar el nivel global de emisiones deseado.

El problema está, “en que los precios por los bonos son tan bajos y existe una sobreoferta de más de mil millones de bonos hasta el año 2020” (El Emprendedor, 2013).

#### **4.5. Resultados del proceso de Revisión Técnica Vehicular en el cantón.**

En el presente apartado se realiza una comparación del cantón Cuenca con y sin el proceso de RTV, obtenido de las proyecciones y los resultados de los inventarios de emisiones atmosféricas Cuenca, pertenecientes a los años 2009 y 2011 respectivamente.

El procedimiento de RTV, se implementó con el objetivo principal de reducir los accidentes de tránsito, al permitir la circulación de los vehículos que mantengan una calificación por debajo de los umbrales de inspección. Complementariamente se restringen los límites de producción de gases contaminantes que son liberados al medio por parte de cada vehículo, dependiendo de su año de fabricación, cilindraje y tecnología.

Se toma en consideración que, los umbrales límite para las pruebas de gases para cada año de inspección vehicular, han sido modificados de manera más estricta, con el fin de exigir a los automóviles reducir sus gases de escape y así disminuir las cifras generales del cantón. Los años 2008, 2009 y 2010, mantienen sus valores límite, debido a que inicia el control de manera masiva. En los años siguientes hasta la actualidad se han ido modificando los rangos según cada período transcurrido. Se puede visualizar con mayor detalle los umbrales pertenecientes a todos los años, desde que rige la RTV en Cuenca, en la Tabla de Anexos 1, ilustrada al final de este trabajo.

Es por ello, que en esta investigación se determinan los márgenes de reducción de emisiones que la RTV representa para el cantón Cuenca en sus años de funcionamiento. Los resultados a continuación, son el estudio de cada uno de los gases de escape y de los procedimientos realizados para monitorearlos y controlarlos.

Conjuntamente se realiza la proyección de gases contaminantes, proporcional al crecimiento del parque automotor durante el período 2009 y 2011, tomando en consideración los umbrales que actualmente rigen la inspección de emisiones contaminantes realizado en la RTV. Cada resultado obtenido es la consecuencia del proceso de combustión incompleta, por lo tanto se sugieren medidas para remediar las emisiones para las mediciones siguientes.

**Tabla 4.4.** Diferencia RTV año 2009

2009	NOx	COV	SO2	PM10	PM2,5	CH4	N2O	CO	CO2
Con RTV	5.383,1	5.124,1	353,4	381,3	347,3	157,7	46,4	34.989,5	637.502,7
Sin RTV	7.225,0	6.321,8	740,8	385,1	347,3	168,6	42,0	46.943,9	663.735,1
Diferencia T	1.841,9	1.197,7	387,4	3,8	0,0	10,9	-4,4	11.954,4	26.232,4
Diferencia %	34,2%	23,4%	109,6%	1,0%	0,0%	6,9%	-9,5%	34,2%	4,1%

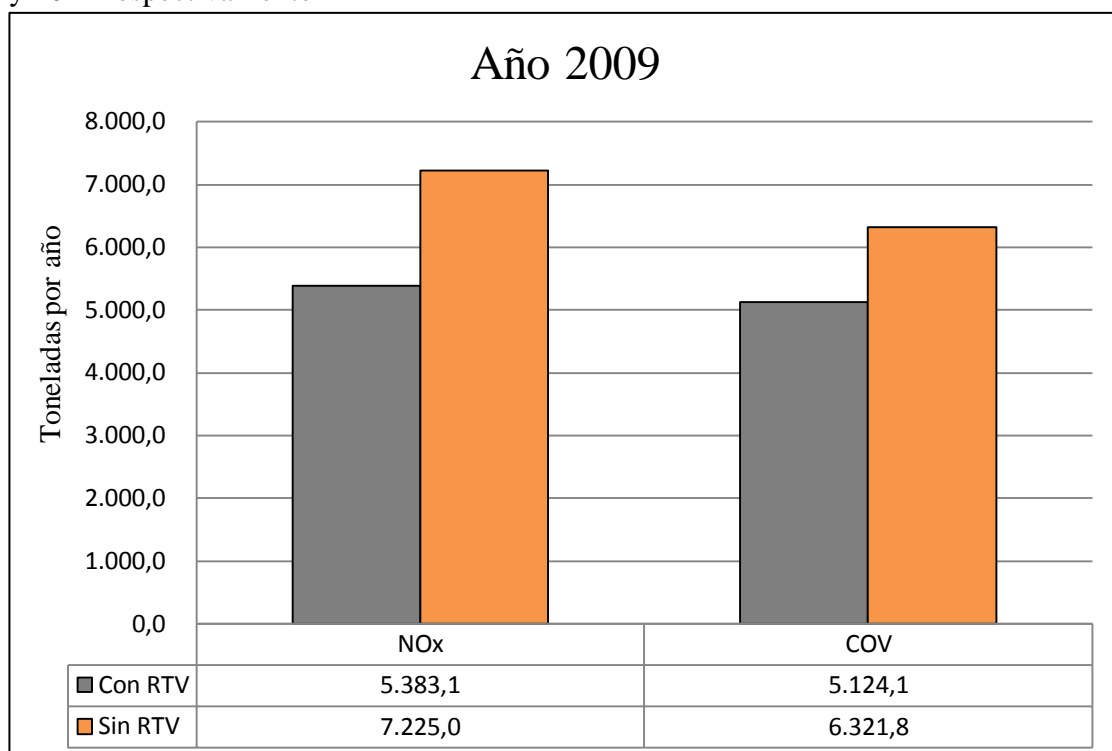
Fuente: El Autor

**Tabla 4.5.** Diferencia RTV año 2011

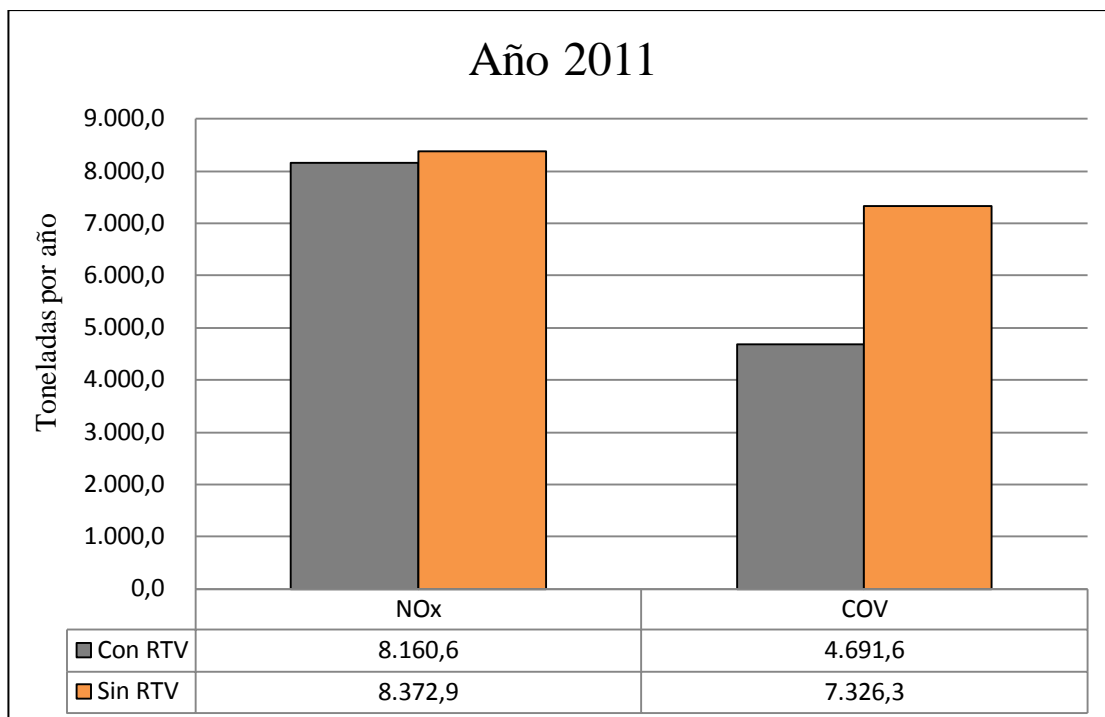
2011	NOx	COV	SO2	PM10	PM2,5	CH4	N2O	CO	CO2
Con RTV	8.160,6	4.691,6	631,3	390,9	364,6	180,0	55,7	37.337,8	726.871,5
Sin RTV	8.372,9	7.326,3	858,5	446,2	402,5	195,4	48,6	54.402,4	769.190,3
Diferencia T	212,3	2.634,7	227,2	55,3	37,9	15,4	-7,1	17.064,6	42.318,8
Diferencia %	2,6%	56,2%	36,0%	14,2%	10,4%	8,5%	-12,7%	45,7%	5,8%

Fuente: El Autor

**Figura 4.8.** Resultados de las emisiones de NOx y COV durante los períodos 2009 y 2011 respectivamente



Fuente: El Autor



**Fuente:** El Autor

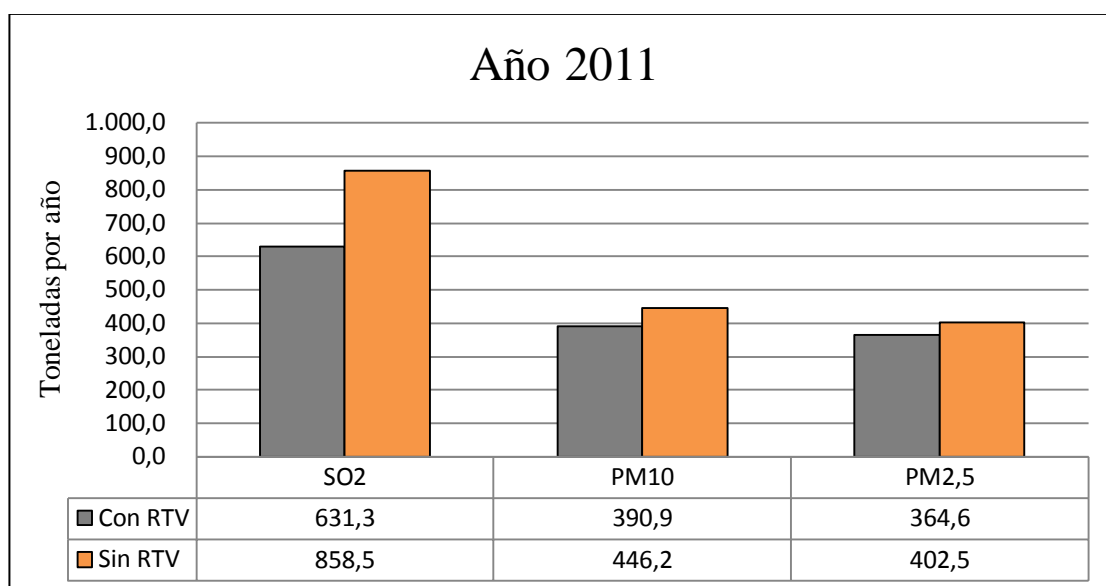
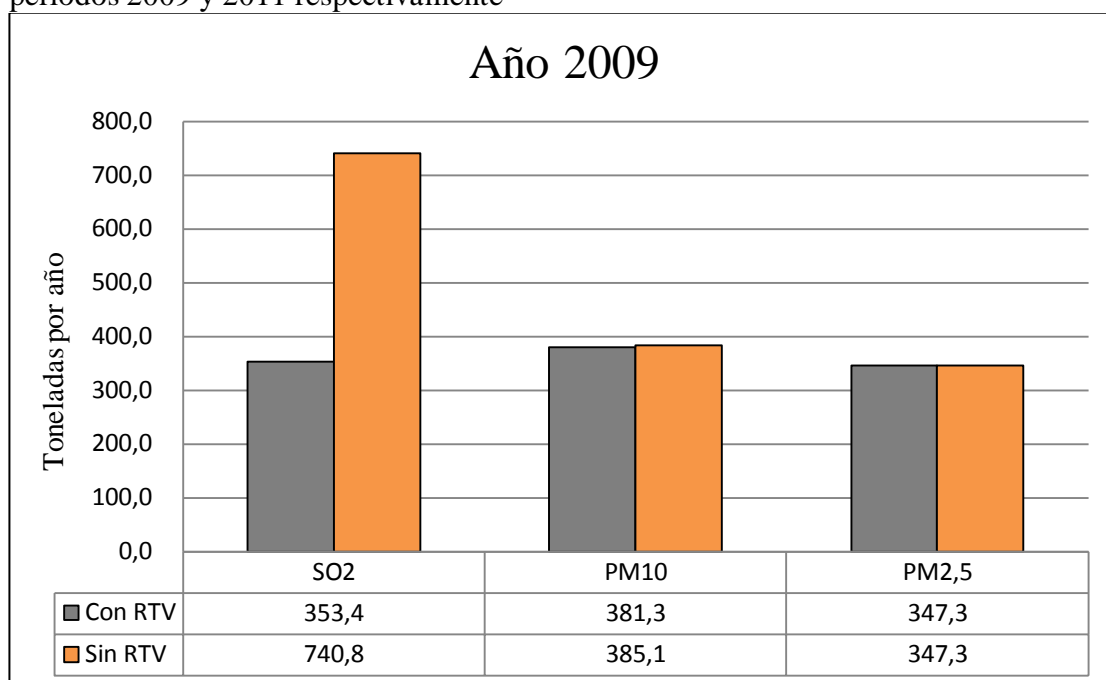
La comparativa entre los datos obtenidos a partir del inventario de emisiones atmosféricas, y los datos resultantes de las proyecciones de gases contaminantes son satisfactorios, es decir se presenta una reducción con respecto a las emisiones de óxidos nitrosos y compuestos orgánicos volátiles.

El proceso de RTV, tiene tendencia a restringir los umbrales que permiten un exceso de aire (mezcla pobre), en el proceso de la composición de la mezcla, combustible – comburente, ya que facilita la formación de estos gases.

Las condiciones de altitud a las que se encuentra el cantón son favorables en la reducción de los óxidos nitrosos.

Con respecto a los compuestos orgánicos volátiles, se debe mejorar la calidad de los combustibles para disminuir la concentración de este contaminante que a su vez causa impactos en la vegetación, el hombre y daños materiales, entre ellos la disminución visual en la atmósfera.

**Figura 4.9.** Resultados de las emisiones de SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> y PM<sub>2,5</sub> durante los períodos 2009 y 2011 respectivamente



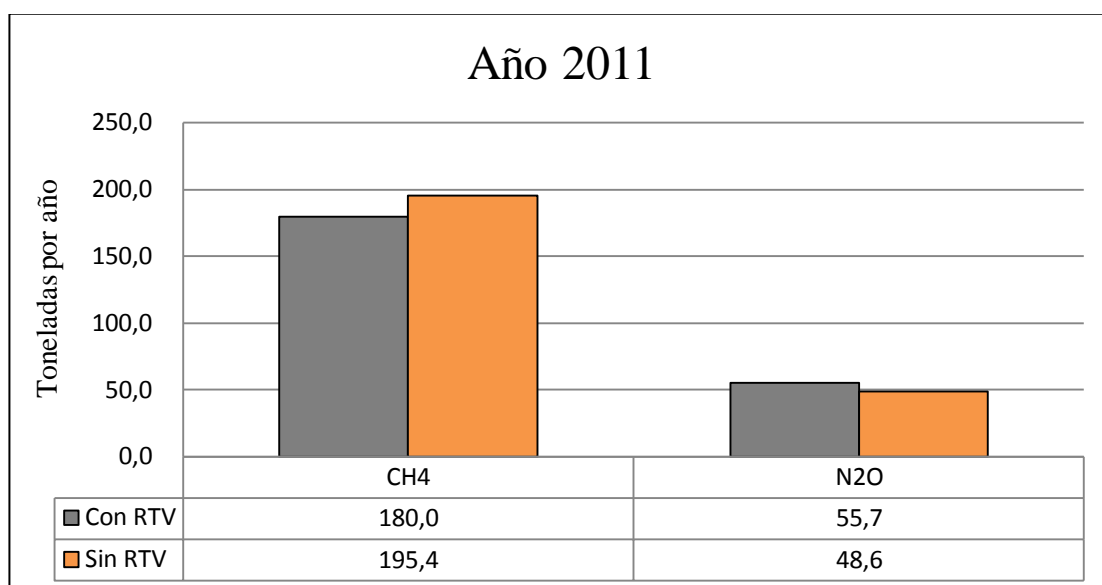
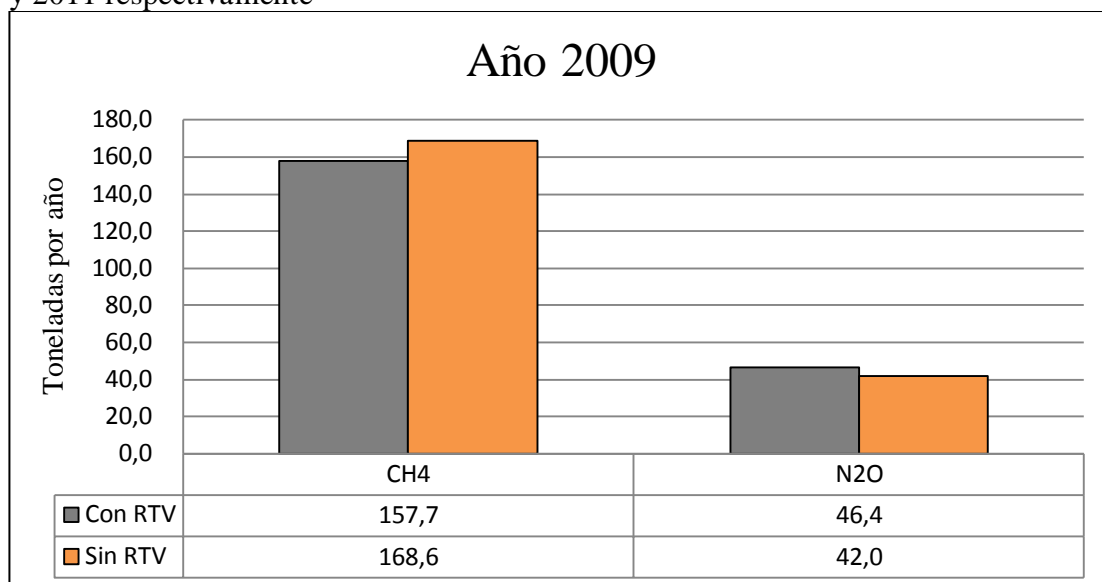
**Fuente:** El Autor

En relación a los resultados de la Figura 4.10, se obtiene un logro absoluto en cada uno de los gases estudiados, es decir, para el dióxido de azufre los resultados son muy favorables al poseer menor cantidad de azufre en los combustibles, tanto en gasolina como diésel.

En referencia al material particulado, la diferencia entre la realidad y lo proyectado no es significativa, esto responde al proceso químico que se da dentro del motor de combustión que comprende el material particulado, que se forma a partir de la

transformación de emisiones gaseosas. Estas emisiones contienen partículas con menos de 10 micrones de diámetro y partículas con menos de 2.5 micrones de diámetro (finas y ultra finas).

**Figura 4.10.** Resultados de las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O durante los períodos 2009 y 2011 respectivamente



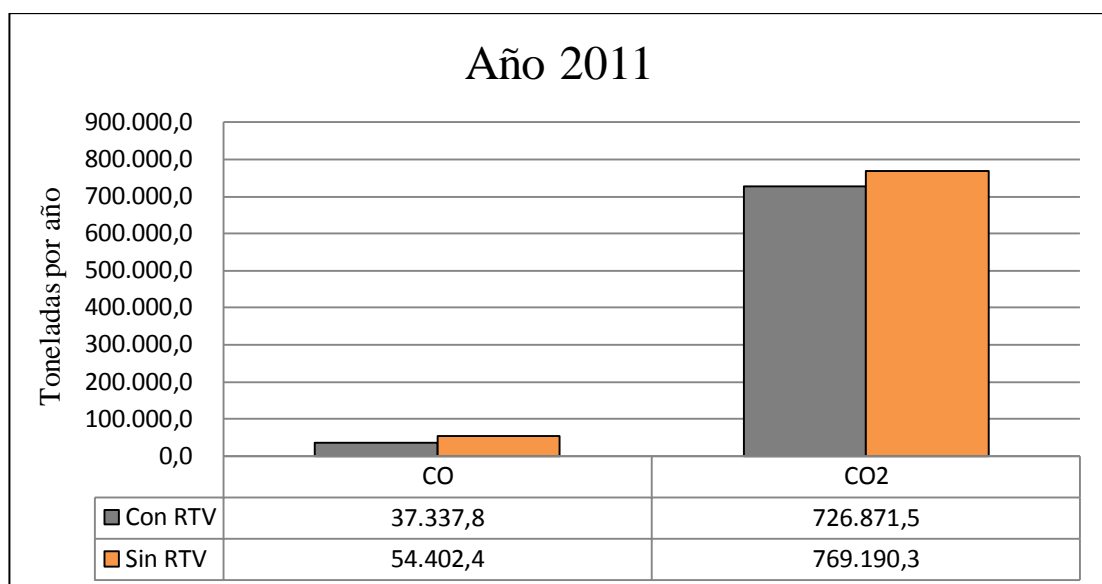
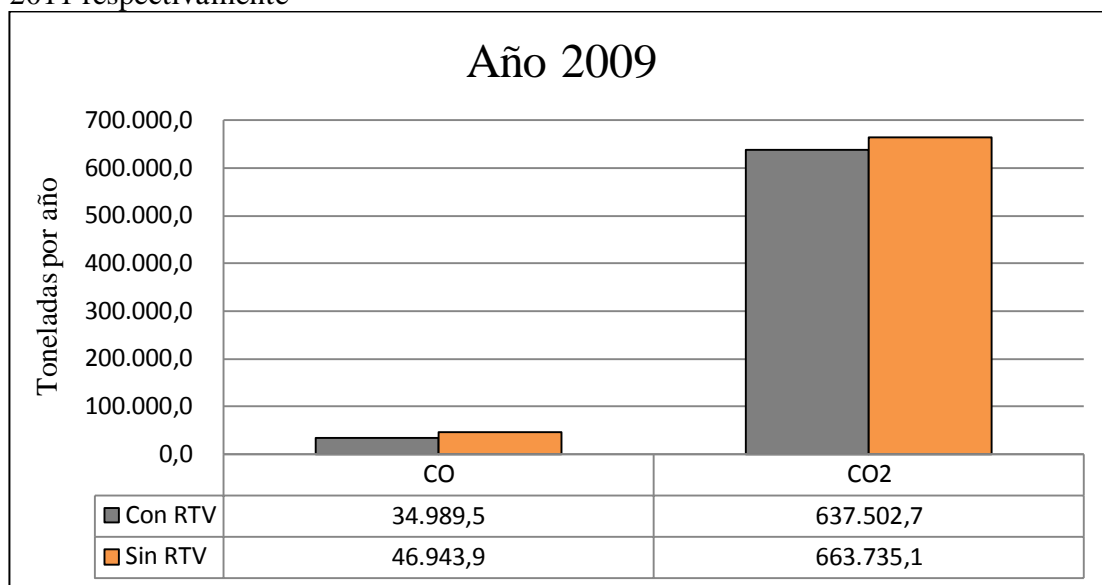
**Fuente:** El Autor

El logro obtenido en la reducción de metano es muy importante, debido a que este gas de efecto invernadero, calienta la Tierra 23 veces más que la misma masa de CO<sub>2</sub>, es por ello que los umbrales de restricción de metano deben ser cada vez más rigurosos para controlarlo.



Al analizar las gráficas del dióxido nitroso se evalúa un quebranto en torno a la proyección, es el único gas con resultados a pérdida, no muy significativa, sin embargo representa un tema de estudio. Los factores que intervienen en estas gráficas son la altitud de la zona y la tecnología de los vehículos con tendencia a obtener una mezcla estequiométrica.

**Figura 4.11.** Resultados de las emisiones de CO y CO<sub>2</sub> durante los períodos 2009 y 2011 respectivamente



**Fuente:** El Autor

Los resultados de la Figura 4.12 son los más sobresalientes de todo el proceso de RTV, en ambos períodos de evaluación.

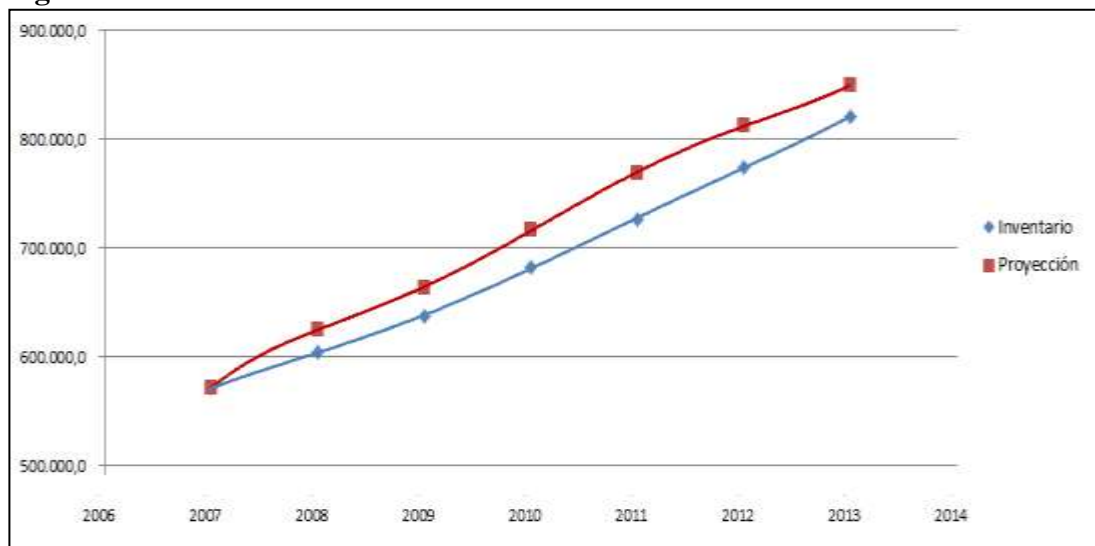
Para reducir los niveles de CO, se requiere una combustión completa, que concurre en el proceso de obtener un nivel de aire adecuado y evitar el enfriamiento de la llama, causado por un elevado exceso de aire y por el contacto con superficies frías, lo que se lleva a cabo es un control de umbrales que limiten el exceso de aire que entra a la cámara permitiendo la formación de este compuesto contaminante.

En torno al CO<sub>2</sub>, la manera más efectiva para disminuir sus índices es mantener los motores con una mezcla eficaz, dependiendo de cada zona, el dióxido de carbono es un compuesto estable, inminente del proceso de combustión, siendo que el problema radica en la cantidad que se obtiene por la quema del combustible y por la cantidad de vehículos que realizan este proceso.

La diferencia obtenida entre todas las emisiones, son en definitiva el trabajo realizado por la RTV, ya sea en mayor o menor proporción, mantener el control de gases es primordial para evaluar las condiciones de la calidad del aire.

A continuación se presenta la Figura 4.13 que representa la diferencia total obtenida en la reducción de gases contaminantes.

**Figura 4.12.** Diferencia obtenida del control de emisiones contaminantes



**Fuente:** El Autor

La presente curva refleja la reducción obtenida del control de emisiones contaminantes. La curva de color rojo representa la estimación de lo proyectado al tiempo, sin embargo mediante la implementación de la RTV los resultados reales de mediciones se muestran en la curva celeste, en donde se puede apreciar los beneficios medio ambientales para el cantón.

#### **4.6. Procesos para reducir la cantidad de vehículos en circulación**

Al evidenciar el crecimiento automovilístico, uno de los objetivos de esta investigación es exponer las diferentes metodologías que se pueden aplicar para reducir la cantidad de vehículos en circulación y así mejorar los tiempos de movilización de la población. A continuación se explican cada una de las nuevas alternativas que se pueden aplicar.

##### Utilización de medios de transporte público.

El transporte público, al ser un medio de transporte masivo, resulta ser el mayor contribuyente a la reducción del congestionamiento. Al utilizar estos medios públicos de movilización (bus, tranvía, metro), también se contribuye a minimizar el daño ambiental provocado por las emisiones de gases de escape.

No obstante, hay que analizar la preferencia por parte de la población a llegar a sus destinos en un vehículo particular, o por un medio público de transporte. Actualmente en el cantón Cuenca, no funciona ningún medio de transporte público que garantice la hora de salida y llegada exacta entre una parada y otra. Tampoco existe un medio seguro y lo suficientemente confortable. Y a pesar de ello todavía existen conductores del transporte convencional “bus”, que no respetan las paradas o señalizaciones. Por estos y otros motivos la población prefiere salir en sus vehículos particulares sin considerar las distancias a recorrer.

El Municipio de Cuenca, con el apoyo del Gobierno Nacional, está implementando en la ciudad de Cuenca, un medio de transporte que pretende solventar los problemas de movilización, denominado “Tranvía Cuatro Ríos de Cuenca”. Este nuevo sistema transportará alrededor de 120.000 pasajeros al día y 39 millones al año, según un estudio realizado por el GAD Municipal del cantón en el 2014. Además cuenta con un sistema de recorrido monitoreado y controlado para que los tiempos de llegada a cada una de las paradas sean exactos y así se garantice que la gente llegue a tiempo a su destino.

El transporte público debe ser la manera, más eficiente, segura y barata de movilización, por ello se deben fijar costos o tarifas económicas para que la comunidad apruebe el uso de estos medios.

### Pico y placa.

Una medida para racionar el uso del transporte en vehículos particulares, frente a la escasez de vías de rápida y media circulación, se denomina “Pico y placa”. Inicialmente aplicado en Bogotá hacia el año de 1998 e implementado por otras ciudades de América Latina, una de ellas es la capital de la República, Quito. Esta norma de tránsito restringe la libre circulación a vehículos privados del tipo automóvil, entre los períodos de mayor afluencia vehicular, dependiendo del último dígito de la placa, evitando el colapso circulatorio.

En la ciudad de Quito, el sistema de pico y placa tiene sus comienzos en mayo de 2010, con una totalidad de vehículos en la ciudad de 414.788 unidades. Según EMPMMOP (2014), esta norma de tránsito reducirá en un 20 por ciento las cifras de vehículos que circulan por la capital.

Han transcurrido aproximadamente cuatro años desde la implementación de este sistema de restricción en la ciudad de Quito, y los índices de crecimiento del parque automotor se han desarrollado considerablemente. Es decir que existen resultados mayores a los que se obtuvieron antes del pico y placa. Esto es un indicio de que la población sigue adquiriendo automóviles y obviamente con una terminación numérica de la placa diferente a la de su primer vehículo.

El sistema de pico y placa tiene una validez y efectividad para períodos cortos de tiempo, sin medidas complementarias. Por lo tanto no se debe adoptar esta medida para planes de reducción en la circulación vehicular, porque resulta ser un factor contrario al objetivo principal de controlar el número de automotores para evitar el caos de circulación.

### Medios de transporte no motorizados (Bicicleta, caminar, trotar, patinar)

Una forma recreativa, deportiva y saludable para evitar la congestión vehicular, es el desplazamiento físico. Es uno de los proyectos que se desarrollan en Cuenca, con la incorporación de las ciclo vías (vías de uso exclusivo de bicicletas). Esta alternativa permite movilizarse distancias cortas, obteniendo diferencias significativas en la reducción del tráfico, emisiones contaminantes, y consumo de combustibles.

Esta forma de movilización es la que mayores logros representa en general para toda la población, sin embargo resulta un problema en el tema de los tiempos de traslado y seguridad que ofrece. Aún hay mucho trabajo por realizar para que la utilización de transportes no motorizados sea una tendencia, por lo que se requiere desarrollar planes y medidas que garanticen la seguridad de desplazamiento.

#### Retiro de los subsidios al combustible

El bajo costo de los combustibles en el país ha alentado a la compra de vehículos, por lo que resulta de un incremento en su pedido. Según el Ministerio Coordinador de la Producción (2013), se produce de manera interna en el país el 55 por ciento de la demanda, y el porcentaje restante se tienen que importar. El subsidio para el año 2013, fue de 1.758 millones de dólares, ocho veces más que en 2006.

En el Ecuador el precio del galón de gasolina Extra está en 1.30 dólares, mientras que el Estado lo importa a 2.83 dólares, sin contar con los costos de comercialización y distribución.

A continuación se muestra una comparativa entre los precios de los combustibles en el Ecuador y el mundo.

**Tabla 4.6.** Precio de los combustibles

<b>Ecuador</b>			
Galones	Extra	Súper	Diésel
Precio en USD	1,30	1,68	0,90
Octanaje	85	90	
<b>EE.UU</b>			
Galones	Regular	Premium	Diésel
Precio en USD	4,99	4,89	5,25
Octanaje	89	96	
<b>Colombia</b>			
Galones	Corriente	Extra	Diésel
Precio en USD	5,03	5,75	S/D
Octanaje	81	87	
<b>España</b>			
Galones	Gasolina 95	Gasolina 98	Diésel
Precio en USD	7,48	8,05	6,8
Octanaje	95	98	

**Fuente:** El Autor.

El precio de la gasolina en el país se ha mantenido congelado por muchos años, logrando realizar solo ajustes anuales a su precio. No obstante, esta problemática le cuesta al Estado varios millones de dólares, por lo que se analiza la posibilidad de retirar el subsidio a los combustibles, a pesar de que ello implique costos políticos de gran repercusión.

Otra alternativa es la designación de un cupo límite para la adquisición de gasolina con la creación de tarjetas de combustibles, que permitan a los usuarios mantenerse dentro de un saldo y vender a quienes lo requieran.

En este punto se muestra la posibilidad del retiro del subsidio del combustible que conlleva a la reducción de la circulación. Si se necesita adquirir el combustible a un precio triple, los consumidores pensarán más en la no utilización de sus automotores para fines irrelevantes; más bien se concientizará que el vehículo debe ser utilizado solo en casos que sean necesarios y se analizará la posibilidad de viajar en transporte público para reducir los gastos que implica la movilización motorizada.

#### Jornadas de trabajo únicas

Hoy en día, tanto el sector público y privado realizan jornadas laborales que comprenden los espacios de la mañana y tarde respectivamente, es decir los trabajadores requieren por lo menos en cuatro instancias al día, utilizar los diferentes medios de transporte. Esto se traduce en una mayor congestión, por lo tanto se expresa la idea de aplicar jornadas únicas de trabajo en horarios acordes a las necesidades de los sectores productivos y de servicios, que agilicen la movilización y reduzcan a solamente dos veces por día la utilización de los servicios de transporte para el desplazamiento a cada una de las fuentes de empleo.

#### Tasa de ingreso a lugares de concurrencia masiva

El centro histórico de las ciudades son sectores claves de concurrencia masiva y tráfico vehicular, por sus condiciones de ubicación y comercio. Es por ello que se han implementado sistemas rotativos tarifados, con el objeto de permitir a los vehículos que ingresan a estos sectores, circular continuamente y poseer un tiempo de estancia máximo en los lugares destinados al parqueo.

Una medida alternativa para permitir una circulación más eficiente, es el cobro de tasas o impuestos por ingresar a los lugares de concurrencia masiva, este sistema ha sido aplicado por otras ciudades como Londres que cobra un peaje urbano de alrededor de 8 libras esterlinas, equivalente a 12 dólares aproximadamente, dando resultados positivos en torno a la movilidad y con tendencia a expandirse por el resto de la ciudad.

#### **4.7. Evaluación de la implementación de un sistema de Revisión Técnica Vehicular**

Existen muchas razones para evaluar los resultados que tiene el proceso de implementación de un centro de RTV. El verdadero impacto no es simplemente las instalaciones, ni la estructura física, sino las mejoras que crea en la vida de las personas, los resultados esperados y no esperados del sistema. Se evalúa también el efecto causado en: el tráfico vehicular, medio ambiente, desarrollo social, económico y urbano.

El proceso de evaluación permite mitigar los problemas que puedan existir en el transcurso de las operaciones y permite implementar iniciativas que mejoren el sistema de movilidad.

##### **4.7.1. Impacto sobre el tráfico vehicular**

El principal objetivo que tiene un proceso de inspección vehicular es reducir los accidentes de tránsito mediante la revisión de los sistemas que componen a un automóvil (propulsión, frenos, escape, iluminación, suspensión), precautelando la vida de los pasajeros y transeúntes.

Consecuentemente con la reducción de siniestros y daños automovilísticos, mejora la movilidad en la urbe especialmente, al disminuir la cantidad de vehículos parados en las vías por fallas mecánicas o eléctricas, lo cual obstaculiza el correcto movimiento del tránsito. La RTV es una medida preventiva, diseñada para conservar en buen estado de circulación a los automóviles, que mitiga los accidentes y al mismo tiempo mejora la movilidad.

### **4.7.2. Impacto económico**

El costo de una revisión vehicular no necesariamente es un gasto, más bien una inversión, esto si se analiza de la siguiente manera:

Al poseer un vehículo de cualquier tipo o clase, es necesario efectuar mantenimientos periódicos para conservarlo en buen estado de funcionamiento. Sin embargo, si no se llevan a cabo los mantenimientos, el vehículo puede representar un peligro para los ocupantes y el resto de la ciudadanía, ya que puede causar un accidente de tránsito o en el mejor de los casos tener un problema mecánico o eléctrico que impida su libre circulación. Es por ello que para aprobar la inspección vehicular es necesario estén en buen estado cada sistema que compone un vehículo o al menos con los umbrales por debajo de los permitidos según la ley.

Entre los impactos económicos cabe resaltar que al no producir emisiones contaminantes en niveles elevados, no se implementarán políticas que demanden el pago de impuestos a la movilización motorizada.

La creación de centros e instalaciones donde se realice las mediciones vehiculares, y por ende la creación de nuevas fuentes de empleo es otro factor que mueve la economía interna de la región. Al igual que la transferencia de tecnologías, es decir adquirir vehículos nuevos y desechar los viejos, cambiando la tecnología, y con ello aportar a la seguridad y eficiencia de los vehículos.

### **4.7.3. Impacto ambiental**

Al reducir las emisiones de gases contaminantes se contribuye a reducir los efectos dañinos que estas producen en la salud y así evitar enfermedades respiratorias. También se aporta al equilibrio del medio ambiente reduciendo el efecto invernadero, por lo tanto contribuyendo a la reducción del calentamiento global.

La calidad del aire en el que vivimos será beneficiada de la reducción de gases de escape, mejorando la visibilidad y evitando la formación del smog fotoquímico, responsable de los humos contaminantes.



#### **4.7.4. Impacto social**

La transferencia de tecnologías trae como consecuencia la desaparición de vehículos de años anteriores, y por ende los sectores más pobres y de clase media resultan imposibilitados u obstaculizados de adquirir vehículos de agencia, por lo tanto no podrán circular por la región.

A pesar de ello todas las clases sociales deben cumplir con el proceso de RTV en caso de poseer un automotor.

El mayor impacto social se tiene en torno a la seguridad vial, esto se reproduce a toda la población. Se reducen los accidentes en las vías y por ende el número de funestos declina.

#### **4.7.5. Impacto urbano**

Los centros de RTV son también los responsables de la renovación del parque automotor, es decir vehículos de tecnologías anteriores van desapareciendo al no cumplir con las exigencias reglamentarias. Esta transformación provoca un impacto visual de desarrollo y evolución automovilística.

Otro impacto urbano es el crecimiento del comercio en la zona. Talleres automotrices, vendedores ambulantes y otros afines encuentran una oportunidad de obtener remuneraciones por sus servicios cerca de cada centro de revisión.

## **CONCLUSIONES:**

El estudio del fundamento teórico planteado en esta tesis demostró que la normativa que regula el proceso de inspección vehicular, está apegado a lo que dicta la norma INEN 2349, con respecto al procedimiento y herramientas empleadas para llevar a cabo el proceso de Revisión Técnica Vehicular (RTV).

Los resultados de aplicar una metodología de estudio para la elaboración y ejecución del plan de gestión ambiental, demuestran la necesidad que existió en el cantón Cuenca por implementar un sistema que regule la cantidad de gases provocados por los automotores en circulación.

Llevar a cabo el proceso de filtración y elaboración de cuadros de resultados, a partir de la base de datos de la RTV, desde el año 2008 al 2013, permitió determinar que la contaminación ambiental representa el 27% del total de defectos durante la RTV, razón por la cual los vehículos no obtienen la aprobación, siendo los de tipo liviano los que presentan la mayor cantidad de fallas por esta causa.

Las proyecciones realizadas durante todo este trabajo permiten visualizar los impactos sobre la demanda de combustibles, el aumento del parque automotor y la contaminación ambiental, demostrando que se requiere aplicar acciones inmediatas para evitar la generación del caos en el cantón.

Los logros conseguidos de la reducción de emisiones contaminantes, son en definitiva el trabajo realizado por la RTV, ya sea en mayor o menor proporción, mantener el control de gases es primordial para evaluar las condiciones de la calidad del aire.

La tasa de crecimiento poblacional es del 2,11% anual frente a la de vehículos que resulta en un 7% en el mismo periodo. Proyectando los resultados de cada una de estas tasas de crecimiento resulta que para el año 2.041 la cantidad de automóviles igualara a la población del cantón.

Los combustibles que se producen dentro del país abastecen al 50% de la demanda total, el porcentaje restante se importa a un costo mayor que al de su venta, representando pérdidas económicas.

El bajo costo de los combustibles en el Ecuador, ha alentado a la compra de vehículos sin importar el cilindraje de los mismos, este factor conduce al incremento en la demanda de combustibles y por ende el aumento de las emisiones contaminantes.

El dióxido de carbono, encabezando el grupo de gases de escape con valores mayores a las 500.000 toneladas anuales en el cantón, es el principal responsable del efecto invernadero, y por ende del calentamiento global.

Cada año las políticas medio ambientales son más estrictas, por lo tanto los límites de emisiones tienen a disminuir y demandar mejoras en la tecnología y eficiencia de los motores de combustión, de esta manera si se mantiene controlado el parque automotor, quizá se obtenga un descenso en la curva de gases, que hasta la actualidad tiene tendencia exponencial.

El verdadero impacto de la implementación de un sistema de RTV en el cantón, son las mejoras que crea en la vida de las personas, ello contempla los resultados positivos obtenidos en: la reducción de accidentes de tránsito, medio ambiente, desarrollo social, económico y urbano.

La manera más eficiente de contrarrestar los efectos negativos provocados por el tráfico vehicular es la implementación de un sistema de transporte público que sea: seguro, eficiente, puntual y económico, es decir que se adapte a las necesidades de la población.

## **RECOMENDACIONES:**

El sistema de RTV ha tenido efectos positivos tanto en el Distrito Metropolitano de Quito, como en Cuenca, por lo tanto, se sugiere aplicar al resto del país como medida preventiva para la disminución de los accidentes automovilísticos y reducción de las emisiones contaminantes.

Al presente trabajo se sugiere dar seguimiento para futuras investigaciones acerca de los índices obtenidos, tanto en el incremento poblacional, automotriz y expendio de combustibles, para con ello verificar si las políticas de control y gestión ambiental consiguen los resultados esperados.

También se sugiere desarrollar un software, capaz de filtrar los datos existentes en la central de almacenamiento de la información de la RTV, para con ello obtener fácilmente los resultados de cada vehículo, ya sea por marca, modelo o motor. De esta manera se podría evaluar el comportamiento de los automotores de forma minuciosa y determinar qué tipo o familia de vehículos están o no aptos para circular en el cantón.

Se debe mejorar el sistema que contiene la información acerca de la cantidad de vehículos existentes en cada cantón, y que se proporcione la información eficaz de los vehículos matriculados y no matriculados para mejor control.

Al evidenciar el crecimiento automovilístico, uno de los objetivos de esta investigación es exponer las diferentes metodologías que se pueden aplicar para reducir la cantidad de vehículos en circulación. Por ello se sugiere el estudio de las siguientes propuestas: utilización de medios de transporte público, pico y placa, medios de transporte no motorizados, retiro de los subsidios al combustible, jornadas de trabajo únicas, y la aplicación de tasas de ingreso a lugares de concurrencia masiva.

Se recomienda realizar el estudio de los accidentes de tránsito a partir de la implementación de la RTV, para con ello determinar si se ha conseguido reducir los niveles de accidentes en las vías del cantón a causa de los controles desarrollados tanto mecatrónicos como visuales.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

### Libros

Alcaldía de Cuenca, R. d. (2012). *Informe de la calidad del aire*. Cuenca.

Blair, G. P. (1999). *Design simulation of four stroke engines*. Society of Automotive Engineers.

Bosch, R. (2005). *Manual de la técnica del automóvil*. Alemania: Reverté.

Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y descentralización COOTAD (2010). *Primer Suplemento. Registro Oficial N° 306*

Dirección General de Salud Ambiental. (2005). Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos.

El Ilustre Concejo Cantonal de Cuenca. (2005). Ordenanza 210. *Ordenanza que norma el establecimiento del sistema de revisión técnica vehicular de Cuenca y la delegación de competencias a cuencaire*. Cuenca.

El Ilustre Consejo Cantonal de Cuenca. (2006). Ordenanza 234 . *Codificación de la ordenanza que norma el establecimiento del sistema de revisión técnica vehicular de Cuenca y la delegación de competencias a cuencaire, corporación para el mejoramiento del aire en Cuenca*. Cuenca.

Empresa de Movilidad Transito y Transporte. (2012). Instructivo Revisión Técnica Vehicular. Cuenca.

Halderman, J., & Linder, J. (2011). *Fuel and emissions control systems*.

Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2012). Norma 2349. *Revisión Técnica Vehicular. Procedimientos*. Cuenca, Azuay, Ecuador.

Murray, S (1998). Estadística. Segunda Edición. Colombia

Payri & Desantes. (2011). *Motores de combustión interna alternativos*. Valencia: Reverté.

Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Cuenca de la EMOV EP. (2007). *Resumen del Inventario de Emisiones Atmosféricas del Cantón Cuenca*. Cuenca, Ecuador.

Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Cuenca de la EMOV EP. (2009). *Resumen del Inventario de Emisiones Atmosféricas del Cantón Cuenca*. Cuenca, Ecuador.

Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Cuenca de la EMOV EP. (2011). *Resumen del Inventario de Emisiones Atmosféricas del Cantón Cuenca*. Cuenca, Ecuador.

#### Páginas Web

Academia Educativa (2014). *Métodos de proyección de población*. Recuperado el 12 de Enero de 2015, de [http://www.academia.edu/1471987/M%C3%89TODO\\_de\\_proyeccion\\_de\\_poblacion.html](http://www.academia.edu/1471987/M%C3%89TODO_de_proyeccion_de_poblacion.html)

Aficionados a la Mecánica. (2014). *Gases de Escape y Sistemas Anticontaminación*. Recuperado el 5 de Septiembre de 2014, de <http://www.aficionadosalamecanica.net/emision-gases-escape.htm>

Universidad Nacional Abierta y a Distancia. (2012). *Lección 7. Fuentes de contaminantes atmosféricos: fuentes móviles, fijas, puntuales y de área*. Recuperado el 5 de Septiembre de 2014, de [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358007/Contenido\\_en\\_linea\\_Caracterizacion/leccion\\_7\\_fuentes\\_de\\_contaminantes\\_atmosfricos\\_fuentes\\_mviles\\_fijas\\_puntuales\\_y\\_de\\_rea.html](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358007/Contenido_en_linea_Caracterizacion/leccion_7_fuentes_de_contaminantes_atmosfricos_fuentes_mviles_fijas_puntuales_y_de_rea.html)

## ANEXO 1

Lista de umbrales que rigen las pruebas de contaminación ambiental

### UMBRALES QUE RIGEN LA RTV AÑO 2008-2009-2010

EMISIONES					
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$x \geq 2000$	0	$0 \leq x \leq 200$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$x \geq 2000$	1	$200 < x \leq 300$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$x \geq 2000$	2	$300 < x \leq 400$	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$x \geq 2000$	3	$x > 400$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$1990 \leq x \leq 1999$	0	$0 \leq x \leq 750$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$1990 \leq x \leq 1999$	1	$750 < x \leq 850$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$1990 \leq x \leq 1999$	2	$850 < x \leq 1000$	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$1990 \leq x \leq 1999$	3	$x > 1000$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$x \leq 1989$	0	$0 \leq x \leq 1200$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$x \leq 1989$	1	$1200 < x \leq 1400$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$x \leq 1989$	2	$1400 < x \leq 1800$	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$x \leq 1989$	3	$x > 1800$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA - MOTO	Todos	0	$0 \leq x \leq 2000$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA - MOTO	Todos	1	$2000 < x \leq 4000$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA - MOTO	Todos	2	$x > 4000$	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \geq 2000$	0	$0 \leq x \leq 200$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \geq 2000$	1	$200 < x \leq 300$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \geq 2000$	2	$300 < x \leq 400$	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \geq 2000$	3	$x > 400$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$1990 \leq x \leq 1999$	0	$0 \leq x \leq 750$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$1990 \leq x \leq 1999$	1	$750 < x \leq 850$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$1990 \leq x \leq 1999$	2	$850 < x \leq 1000$	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$1990 \leq x \leq 1999$	3	$x > 1000$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \leq 1989$	0	$0 \leq x \leq 1200$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \leq 1989$	1	$1200 < x \leq 1400$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \leq 1989$	2	$1400 < x \leq 1800$	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \leq 1989$	3	$x > 1800$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA - MOTO	Todos	0	$0 \leq x \leq 2000$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA - MOTO	Todos	1	$2000 < x \leq 4000$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA - MOTO	Todos	2	$x > 4000$	(ppm)	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	$x \geq 2000$	0	$0 \leq x \leq 1$	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	$x \geq 2000$	1	$1 < x \leq 1,2$	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	$x \geq 2000$	2	$1,2 < x \leq 1,5$	%	9150105

## UMBRALES QUE RIGEN LA RTV AÑO 2008-2009-2010

DESCRIPCIÓN UMBRAL	AÑO MODELO	CALIFIC. TIPO	UMBRAL / RANGO	UNIDAD	CÓDIGO DEL DEFECTO DUAL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	x>=2000	3	X >1,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	1990<=X<=1999	0	0<= X <=4,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	1990<=X<=1999	1	4,5< X <=5,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	1990<=X<=1999	2	5,5< X <=7	%	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	1990<=X<=1999	3	X >7	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	x<=1989	0	0<= X <=6,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	x<=1989	1	6,5< X <=7,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	x<=1989	2	7,5< X <=10	%	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	x<=1989	3	X >10	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA - MOTO	Todos	0	0<= X <=4	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA - MOTO	Todos	1	4< X <=8	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA - MOTO	Todos	2	X >8	%	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x>=2000	0	0<= X <=1	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x>=2000	1	1< X <=1,2	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x>=2000	2	1,2< X <=1,5	%	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x>=2000	3	X >1,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	1990<=X<=1999	0	0<= X <=4,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	1990<=X<=1999	1	4,5< X <=5,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	1990<=X<=1999	2	5,5< X <=7	%	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	1990<=X<=1999	3	X >7	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x<=1989	0	0<= X <=6,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x<=1989	1	6,5< X <=7,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x<=1989	2	7,5< X <=10	%	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x<=1989	3	X >10	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA - MOTO	Todos	0	0<= X <=4	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA - MOTO	Todos	1	4< X <=8	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA - MOTO	Todos	2	X >8	%	9150105
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x>=2000	0	0< X <=30	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x>=2000	1	30< X <=40	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x>=2000	2	40< X <=50	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x>=2000	3	X >50	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x<=1999	0	0< X <=40	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x<=1999	1	40< X <=50	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x<=1999	2	50< X <=60	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x<=1999	3	X >60	%	NULL



## UMBRALES QUE RIGEN LA RTV AÑO 2012

DESCRIPCIÓN UMBRAL	AÑO MODELO	CALIFIC. TIPO	UMBRAL / RANGO	UNIDAD	CÓDIGO DEL DEFECTO DUAL
<b>EMISIONES</b>					
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$x \geq 2000$	0	$0 \leq x \leq 200$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$x \geq 2000$	1	$200 < x \leq 250$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$x \geq 2000$	2	$250 < x \leq 300$	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$x \geq 2000$	3	$x > 300$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$1990 \leq x \leq 1999$	0	$0 \leq x \leq 750$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$1990 \leq x \leq 1999$	1	$750 < x \leq 850$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$1990 \leq x \leq 1999$	2	$850 < x \leq 900$	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$1990 \leq x \leq 1999$	3	$x > 900$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$x \leq 1989$	0	$0 \leq x \leq 1200$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$x \leq 1989$	1	$1200 < x \leq 1300$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$x \leq 1989$	2	$1300 < x \leq 1400$	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	$x \leq 1989$	3	$x > 1400$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA - MOTO	Todos	0	$0 \leq x \leq 1500$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA - MOTO	Todos	1	$1500 < x \leq 3000$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA - MOTO	Todos	2	$3000 < x \leq 12000$	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA - MOTO	Todos	3	$x > 12000$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \geq 2000$	0	$0 \leq x \leq 200$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \geq 2000$	1	$200 < x \leq 250$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \geq 2000$	2	$250 < x \leq 300$	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \geq 2000$	3	$x > 300$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$1990 \leq x \leq 1999$	0	$0 \leq x \leq 750$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$1990 \leq x \leq 1999$	1	$750 < x \leq 850$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$1990 \leq x \leq 1999$	2	$850 < x \leq 900$	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$1990 \leq x \leq 1999$	3	$x > 900$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \leq 1989$	0	$0 \leq x \leq 1200$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \leq 1989$	1	$1200 < x \leq 1300$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \leq 1989$	2	$1300 < x \leq 1400$	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	$x \leq 1989$	3	$x > 1400$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA - MOTO	Todos	0	$0 \leq x \leq 1500$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA - MOTO	Todos	1	$1500 < x \leq 3000$	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA - MOTO	Todos	2	$3000 < x \leq 12000$	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA - MOTO	Todos	3	$x > 12000$	(ppm)	NULL

## UMBRALES QUE RIGEN LA RTV AÑO 2012

DESCRIPCIÓN UMBRAL	AÑO MODELO	CALIFIC. TIPO	UMBRAL / RANGO	UNIDAD	CÓDIGO DEL DEFECTO DUAL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	x>=2000	0	0<= X <=1	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	x>=2000	1	1< X <=1,15	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	x>=2000	2	1,15< X <=1,30	%	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	x>=2000	3	X >1,30	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	1990<=X<=1999	0	0<= X <=4,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	1990<=X<=1999	1	4,5< X <=5,0	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	1990<=X<=1999	2	5,0< X <=6,0	%	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	1990<=X<=1999	3	X >6,0	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	x<=1989	0	0<= X <=6,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	x<=1989	1	6,5< X <=7,0	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	x<=1989	2	7,0< X <=8,0	%	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	x<=1989	3	X >8,0	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA - MOTO	Todos	0	0<= X <=4	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA - MOTO	Todos	1	4< X <=6	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA - MOTO	Todos	2	6< X <=10	%	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA - MOTO	Todos	2	X >10	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x>=2000	0	0<= X <=1	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x>=2000	1	1< X <=1,15	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x>=2000	2	1,15< X <=1,30	%	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x>=2000	3	X >1,30	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	1990<=X<=1999	0	0<= X <=4,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	1990<=X<=1999	1	4,5< X <=5,0	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	1990<=X<=1999	2	5,0< X <=6,0	%	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	1990<=X<=1999	3	X >6,0	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x<=1989	0	0<= X <=6,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x<=1989	1	6,5< X <=7,0	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x<=1989	2	7,0< X <=8,0	%	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x<=1989	3	X >8,0	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA - MOTO	Todos	0	0<= X <=4	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA - MOTO	Todos	1	4< X <=6	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA - MOTO	Todos	2	6< X <=10	%	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA - MOTO	Todos	2	X >10	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x>=2000	0	0< X <=30	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x>=2000	1	30< X <=40	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x>=2000	2	40< X <=50	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x>=2000	3	X >50	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x<=1999	0	0< X <=40	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x<=1999	1	40< X <=50	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x<=1999	2	50< X <=60	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x<=1999	3	X >60	%	NULL

## UMBRALES QUE RIGEN LA RTV AÑO 2014

DESCRIPCIÓN UMBRAL	AÑO MODELO	CALIFIC. TIPO	UMBRAL / RANGO	UNIDAD	CÓDIGO DEL DEFECTO DUAL
<b>EMISIONES</b>					
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	x>=2000	0	0<= x <=200	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	x>=2000	1	200< x <=250	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	x>=2000	2	250 < X <=300	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	x>=2000	3	X >300	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	1990<=X<=1999	0	0<= X <=750	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	1990<=X<=1999	1	750< X <=850	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	1990<=X<=1999	2	850< X <=900	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	1990<=X<=1999	3	X >900	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	x<=1989	0	0<= X <=1000	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	x<=1989	1	1000< X <=1100	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	x<=1989	2	1100< X <=1200	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	x<=1989	3	X > 1200	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA - MOTO	Todos	0	0<= X <=1500	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA - MOTO	Todos	1	1500< X <=3000	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA - MOTO	Todos	2	3000< X <=12000	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA - MOTO	Todos	3	X >12000	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	x>=2000	0	0<= x <=200	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	x>=2000	1	200< x <=250	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	x>=2000	2	250< X <=300	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	x>=2000	3	X >300	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	1990<=X<=1999	0	0<= X <=750	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	1990<=X<=1999	1	750< X <=850	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	1990<=X<=1999	2	850< X <=900	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	1990<=X<=1999	3	X >900	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	x<=1989	0	0<= X <=1000	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	x<=1989	1	1000< X <=1100	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	x<=1989	2	1100< X <=1200	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	x<=1989	3	X > 1200	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA - MOTO	Todos	0	0<= X <=1500	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA - MOTO	Todos	1	1500< X <=3000	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA - MOTO	Todos	2	3000< X <=12000	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA - MOTO	Todos	3	X >12000	(ppm)	NULL

## UMBRALES QUE RIGEN LA RTV AÑO 2014

DESCRIPCIÓN UMBRAL	AÑO MODELO	CALIFIC. TIPO	UMBRAL / RANGO	UNIDAD	CÓDIGO DEL DEFECTO DUAL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	x>=2000	0	0<= X <=1	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	x>=2000	1	1< X <=1,15	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	x>=2000	2	1,15< X <=1,30	%	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	x>=2000	3	X >1,30	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	1990<=X<=1999	0	0<= X <=3,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	1990<=X<=1999	1	3.5< X <=4,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	1990<=X<=1999	2	4,5< X <=5,5	%	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	1990<=X<=1999	3	X >5,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	x<=1989	0	0<= X <=4,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	x<=1989	1	4,5< X <=5,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	x<=1989	2	5,5< X <=6,5	%	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	x<=1989	3	X >6,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA - MOTO	Todos	0	0<= X <=4	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA - MOTO	Todos	1	4< X <=6	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA - MOTO	Todos	2	6< X <=10	%	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA - MOTO	Todos	2	X >10	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x>=2000	0	0<= X <=1	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x>=2000	1	1< X <=1,15	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x>=2000	2	1,15< X <=1,30	%	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x>=2000	3	X >1,30	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	1990<=X<=1999	0	0<= X <=3,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	1990<=X<=1999	1	3.5< X <=4,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	1990<=X<=1999	2	4,5< X <=5,5	%	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	1990<=X<=1999	3	X >5,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x<=1989	0	0<= X <=4,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x<=1989	1	4,5< X <=5,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x<=1989	2	5,5< X <=6,5	%	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x<=1989	3	X >6,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA - MOTO	Todos	0	0<= X <=4	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA - MOTO	Todos	1	4< X <=6	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA - MOTO	Todos	2	6< X <=10	%	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA - MOTO	Todos	2	X >10	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x>=2000	0	0< X <=30	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x>=2000	1	30< X <=40	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x>=2000	2	40< X <=50	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x>=2000	3	X >50	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x<=1999	0	0< X <=40	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x<=1999	1	40< X <=50	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x<=1999	2	50< X <=60	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x<=1999	3	X >60	%	NULL

## UMBRALES QUE RIGEN LA RTV AÑO 2015

DESCRIPCIÓN UMBRAL	AÑO MODELO	CALIFIC. TIPO	UMBRAL / RANGO	UNIDAD	CÓDIGO DEL DEFECTO DUAL
<b>EMISIONES</b>					
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	x>=2000	0	0<= x <=200	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	x>=2000	1	200< x <=250	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	x>=2000	2	250 < X <=300	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	x>=2000	3	X >300	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	1990<=X<=1999	0	0<= X <=550	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	1990<=X<=1999	1	550< X <=650	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	1990<=X<=1999	2	650< X <=750	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	1990<=X<=1999	3	X >750	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	x<=1989	0	0<= X <=1000	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	x<=1989	1	1000< X <=1100	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	x<=1989	2	1100< X <=1200	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA	x<=1989	3	X > 1200	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA - MOTO	Todos	0	0<= X <=1500	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA - MOTO	Todos	1	1500< X <=3000	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA - MOTO	Todos	2	3000< X <=10000	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) BAJA - MOTO	Todos	3	X >10000	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	x>=2000	0	0<= x <=200	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	x>=2000	1	200< x <=250	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	x>=2000	2	250< X <=300	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	x>=2000	3	X >300	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	1990<=X<=1999	0	0<= X <=550	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	1990<=X<=1999	1	550< X <=650	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	1990<=X<=1999	2	650< X <=750	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	1990<=X<=1999	3	X >750	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	x<=1989	0	0<= X <=1000	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	x<=1989	1	1000< X <=1100	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	x<=1989	2	1100< X <=1200	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA	x<=1989	3	X > 1200	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA - MOTO	Todos	0	0<= X <=1500	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA - MOTO	Todos	1	1500< X <=3000	(ppm)	NULL
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA - MOTO	Todos	2	3000< X <=10000	(ppm)	9150105
HIDROCARBUROS NO COMBUSTIONADOS (HC) ALTA - MOTO	Todos	3	X >10000	(ppm)	NULL

## UMBRALES QUE RIGEN LA RTV AÑO 2015

DESCRIPCIÓN UMBRAL	AÑO MODELO	CALIFIC. TIPO	UMBRAL / RANGO	UNIDAD	CÓDIGO DEL DEFECTO DUAL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	x>=2000	0	0<= X <=1	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	x>=2000	1	1< X <=1,15	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	x>=2000	2	1,15< X <=1,30	%	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	x>=2000	3	X >1,30	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	1990<=X<=1999	0	0<= X <=2,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	1990<=X<=1999	1	2,5< X <=3,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	1990<=X<=1999	2	3,5< X <=4,5	%	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	1990<=X<=1999	3	X >4,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	x<=1989	0	0<= X <=4,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	x<=1989	1	4,5< X <=5,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	x<=1989	2	5,5< X <=6,5	%	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA	x<=1989	3	X >6,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA - MOTO	Todos	0	0<= X <=4	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA - MOTO	Todos	1	4< X <=6	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA - MOTO	Todos	2	6< X <=10	%	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) BAJA - MOTO	Todos	2	X >10	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x>=2000	0	0<= X <=1	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x>=2000	1	1< X <=1,15	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x>=2000	2	1,15< X <=1,30	%	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x>=2000	3	X >1,30	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	1990<=X<=1999	0	0<= X <=2,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	1990<=X<=1999	1	2,5< X <=3,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	1990<=X<=1999	2	3,5< X <=4,5	%	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	1990<=X<=1999	3	X >4,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x<=1989	0	0<= X <=4,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x<=1989	1	4,5< X <=5,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x<=1989	2	5,5< X <=6,5	%	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA	x<=1989	3	X >6,5	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA - MOTO	Todos	0	0<= X <=4	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA - MOTO	Todos	1	4< X <=6	%	NULL
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA - MOTO	Todos	2	6< X <=10	%	9150105
MONOXIDO DE CARBONO (CO) ALTA - MOTO	Todos	2	X >10	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x>=2000	0	0< X <=30	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x>=2000	1	30< X <=40	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x>=2000	2	40< X <=50	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x>=2000	3	X >50	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x<=1999	0	0< X <=40	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x<=1999	1	40< X <=50	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x<=1999	2	50< X <=60	%	NULL
OPACIDAD - VEHI. DIESEL	x<=1999	3	X >60	%	NULL