

Universidad Internacional del Ecuador



Facultad de Ingeniería de Mecánica Automotriz

**Artículo Investigación para la obtención del Título de Ingeniero en Mecánica
Automotriz**

Tema:

Estudio de las emisiones de gases en vehículos a gasolina utilizando aditivos locales

Germán Alfredo Rojas Llumigusin

Edwin Antonio Tigse Catota

Director:

Msc. Ing. Gorky Reyes

Quito, abril del 2017

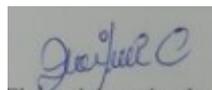
CERTIFICADO

Nosotros, Germán Alfredo Rojas Llumigusin y Edwin Antonio Tigse Catota declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

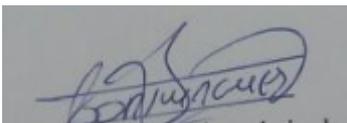


Firma del graduado
Germán Alfredo Rojas Ll.
C.I.: 171491229-0



Firma del graduado
Edwin Antonio Tigse Catota
C.I.: 050304317-6

Yo, Ing. Gorky Reyes, certifico que, conozco a los autores del presente trabajo, siendo el responsable tanto de su originalidad y autenticidad como de su contenido.



Firma del Director de trabajo de grado
Msc. Ing. Gorky Reyes

DEDICATORIA

Este Artículo de Investigación lo dedico a toda mi familia por el apoyo incondicional que me brindaron en el transcurso de mi carrera y en especial a mis hijos, ya que gracias a ellos al transmitirme fuerza y ánimo son el motor para continuar aun en los momentos de desmotivación producidos por la ardua labor diaria.

Gracias a la bendición continua de Dios hoy estoy consiguiendo una de mis metas, que me permitirá crecer profesionalmente en un mundo cada vez más competitivo.

A mis estimados Docentes, que con abnegación impartieron sus conocimientos hacia mí con responsabilidad y compromiso en esta prestigiosa Institución Educativa.

Germán Rojas

DEDICATORIA

Dedico este presente trabajo a mi madre con infinito amor, que desde el cielo se convirtió en mi ángel guardián durante mi etapa de preparación, a mi padre, a mis hermanos, y hermanas, ellos han sido un apoyo fundamental en mi formación como profesional, brindándome su comprensión, cariño, y su fortaleza quienes supieron plasmar en mí valiosos valores, guiándome por el camino de la honestidad y la verdad.

A mi novia gracias por estar siempre en esos momentos difíciles ofreciéndome su apoyo, paciencia y amor, y por último a esos verdaderos amigos con los que compartimos todos estos años juntos.

Edwin Tigse

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por darme Salud, que es pilar fundamental en la vida cotidiana.

Al Ing. Gorky Reyes a quien conozco muy poco pero se ha ganado mi admiración y confianza, que compartió sus amplios conocimientos con toda su voluntad y desinterés.

A mis padres quienes con su amor, confianza y dedicación me impartieron valores éticos y de moral, los cuales han servido para mi desenvolvimiento en el campo Laboral.

A mis hijos quienes varias ocasiones cambiaron el parque por acompañarme en este arduo camino y quienes son el motor para seguir cumpliendo objetivos.

Germán Rojas

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por brindarme la vida, la sabiduría y la confianza para enfrentar las adversidades de cada día y así culminar mis propósitos, también dar las gracias por proporcionarme una gran familia quienes estuvieron apoyándome en todo momento.

Quiero expresar mi gratitud a mi tutor Ing. Gorky Reyes, a quien debo muchas horas de amable dedicación y mucha paciencia, ya que sin su ayuda y conocimientos no hubiese sido posible la realización del presente trabajo.

Expresar mi inmenso reconocimiento a la prestigiosa Universidad Internacional del Ecuador por abrirme las puertas y formarme como un gran profesional en la prosperidad de la sociedad, a mis profesores por brindarme la paciencia que tuvieron al inculcarme sus valiosos conocimientos.

Edwin Tigse

ESTUDIO DE LAS EMISIONES DE GASES EN VEHICULOS A GASOLINA UTILIZANDO ADITIVOS LOCALES

Gorky Reyes¹, Germán Rojas², Edwin Tigse³

¹*Profesor tiempo completo, Coordinador Investigación, Facultad de Ingeniería Automotriz, Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador, gureyesca@internacional.edu.ec*

²*Facultad de Ingeniería automotriz, Universidad Internacional del Ecuador, gerojas_1923@hotmail.com,*

³*Facultad de Ingeniería Mecánica automotriz, Universidad Internacional del Ecuador, eddwin_friend@hotmail.com*

RESUMEN

Actualmente la contaminación del medio ambiente es uno de los problemas más importantes y que es un fenómeno que incide directamente en la salud del ser humano, el parque automotor crece de una manera vertiginosa, estudios realizados en Quito demuestran que la contaminación producida por los automotores rodea el 80 % del aire, es por ello que la investigación se basará en el estudio de las emisiones de gases en vehículos a gasolina, mediante la utilización de aditivos locales y herramientas tecnológicas y de esta manera comparar los gases que produce la combustión con y sin aditamentos, las pruebas de laboratorio proyectaron datos favorables para circular dentro del Distrito metropolitano en condiciones estáticas, las partículas por millón de hidrocarburos y Dióxido de Carbono redujeron considerablemente al colocar aditivo en el tanque de combustible.

Palabras clave: emisiones de gases, aditivos, gasolina, INEN 2204.

SUMMARY

Nowadays pollution is one of the most important problems and it is a phenomenon that directly affects the human health, the car park grows vertiginously, studies realized in Quito show that pollution produced by automobiles surrounds the 80% of the air, this is why the investigation will be about the study of the gas release in gasoline vehicles, by using local additives and technological tools, and by this compare the gases that combustion produce with and without additives, lab tests projected favorable data to circulate inside te Metropolitan District in ecstatic conditions, the particles per million of hydrocarbons and carbon dioxide were considerably reduced by placing the additive in the gasoline tank.

Keywords: Emissions of gases, additives, gasoline, INEN 2204.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la contaminación del medio ambiente es uno de los problemas más importantes que afronta el mundo, este es un fenómeno que incide directamente sobre la salud del ser humano, debido a los gases contaminantes que emiten los motores de combustión interna, y que dependen del tipo de carburante [1].

El estudio realizado en la en el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, muestra que la contaminación del aire es uno de los problemas ambientales más importantes. Las emisiones de los automotores constituyen el principal factor de contaminación con un porcentaje del 80% en el aire, [2].

Todo debido al combustible de mala calidad, la gasolina es el principal generador de monóxido de carbono.

El monóxido de carbono se forma por una combustión incompleta y es considerado uno de los mayores contaminantes en la atmosfera terrestre, aproximadamente el 80% de las emisiones las producen los vehículos de combustión interna que utilizan gasolina o diesel, su toxicidad afecta considerablemente la salud del ser humano, la población que está directamente expuesta en forma crónica a niveles medios y bajos de monóxido de carbono, presenta efectos adversos en órganos de alto consumo de oxígeno como el cerebro y el corazón [3].

El incremento del parque automotor en los últimos 15 años es un factor determinante para la contaminación, es por ello que las autoridades municipales han tomado medidas para tratar de controlar las emisiones que producen los vehículos, La Corporación de Mejoramiento de la calidad de Aire en Quito ha implementado sistemas, para de alguna manera contrarrestar el impacto ambiental que esto conlleva.

Según datos de la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE) desde el año 2000 hasta el 2015 se han comercializado 1,438.437 vehículos, como se observa en la figura 1 [4].



Figura 1. Venta de Vehículos (2000 – 2015)

Fuente: [4] (AEADE, 2015)

A pesar que las ventas de los vehículos han reducido considerablemente en el 2015 y 2016, los niveles de contaminación van en aumento, esto se debe a la relación (habitantes/vehículos), según la AEADE en el país es 1:7 [4].

Sin embargo existen otros factores que influyen directamente en la generación de emisiones contaminantes tales como; el estado de las vías, la edad del parque automotor y la tecnología del vehículo [1].

Según el reportaje que realiza el diario el comercio, revela que el Ecuador importó gasolina de 95 octanos con la finalidad de mezclar con el combustible que se destila o se procesa obteniendo una gasolina extra de 81 a 87 octanos, súper de 90 a 92 octanos [5].

El octanaje determina la calidad y la capacidad de consumo de la gasolina, por lo que una gasolina con un alto nivel de octanaje mejora la potencia y el rendimiento del motor, también disminuye el consumo de combustible. Sin embargo con este tipo de mejoras el combustible sigue contaminando, tomando en cuenta que está elaborada con azufre a pesar que el porcentaje de emisiones de azufre se redujo de 2000 a 500 partículas por millón (ppm) [7].

En el reportaje manifiesta que la idea del gobierno de turno tiene como propósito desarrollar programas para aumentar la calidad del combustible en las refinerías del país, con el fin de cumplir las normativas de la calidad EURO 5 [7].

El gobierno también piensa en la reducción de las emisiones contaminantes como son, monóxido de carbono, dióxido de carbono e hidrocarburos, para que el combustible sea amigable con el medio ambiente [5].

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Combustibles

Los automotores en la actualidad funcionan en base a varios factores energéticos y combustibles. El combustible más popular en el medio local es la gasolina, seguido por el diésel, además existen combustibles alternativos amigables con el medio ambiente, como el GLP, al gas natural, al biodiesel, el metanol, al etanol, el hidrógeno, etc., ya que no provienen de fuentes fósiles, teniendo como finalidad menos emisiones contaminantes, en el Ecuador aún no se desarrolla potencialmente los combustibles alternativos [8].

2.2. Gasolina

Es una mezcla de hidrocarburos alifáticos obtenida del petróleo por destilación fraccionada, la cual se usa en motores de combustión interna [8].

También considerado como una mezcla de hidrocarburos líquidos, inflamables y volátiles logrados tras la destilación del petróleo. Desde inicios de su elaboración se emplea como combustibles en los motores de explosión interna con encendido a chispa (bujía), o en su defecto por compresión. [9]

Es necesario que la gasolina cumpla estrictamente con una serie de condiciones requeridas para que el motor funcione en condiciones óptimas y por otra parte tiene que ver con la cuestión ambiental.

2.3. Poder calorífico

Es la cantidad de energía por unidad de masa o volumen de materia que se desprende al producir una reacción química de oxidación, capacidad del combustible para ceder calor. El poder calorífico expresa la energía que puede liberar la unión química entre un combustible y el comburente y es igual a la energía que mantenía unidos los átomos en las moléculas de combustible llamados energía de enlace, menos la energía utilizada en la formación de nuevas moléculas en las materias como son los gases,

formadas en la combustión, el poder calorífico se evalúa de varios modos tales como, energía/masa de combustible (kJ/kg), energía/volumen de combustible (kJ/m³), energía/mol de combustible (kJ/mol) [10].

2.3. Octanaje

Es la capacidad antidetonante que tiene el carburante cuando se comprime dentro del cilindro de un motor, ante mayor octanaje mejora la eficiencia del motor.

El índice de octano nos indica la presión y la temperatura a la cual es sometido un combustible carburado, o mezclado con aire, antes de llegar a auto detonarse al alcanzar la temperatura de auto ignición. Las gasolinas comerciales se encuentran clasificadas en función de su número de octanos [9].

El índice de octano se obtiene por comparación del poder antidetonante de la gasolina con el de una mezcla patrón compuesta de heptano e isooctano, al isooctano se le asigna un poder antidetonante de 100 muy poco detonante o altamente antidetonante y al heptano de 0 muy detonante o escasamente antidetonante, de modo que, por ejemplo, una gasolina de 95 octanos correspondería en su capacidad antidetonante a una mezcla con el 95 por ciento de isooctano (muy antidetonante) y el 5 por ciento de heptano (escasamente antidetonante) [11].

Las gasolinas que tienen un alto índice de octano producen una combustión más suave y efectiva, pero el exceso de octanaje por sobre lo requerido por el motor no agrega mayores beneficios ni en términos de potencia, suavidad o rendimiento.

2.4. Contaminación y la OMS

La mayoría de las fuentes de contaminación del aire exterior están más allá del control de las personas, y requieren medidas por parte de las ciudades, así como de las instancias normativas nacionales e internacionales en sectores tales como transporte, gestión de residuos energéticos, construcción y agricultura.

Existen numerosos ejemplos de políticas fructíferas relativas a los sectores de transporte,

planificación urbana, generación de electricidad e industria, que permiten reducir la contaminación del aire:

En el transporte se genera una adopción de métodos limpios de generación de electricidad; priorización del transporte urbano rápido, las sendas peatonales y de bicicletas en las ciudades, y el transporte interurbano de cargas y pasajeros por ferrocarril; utilización de vehículos pesados de motor diésel más limpios y vehículos y combustibles de bajas emisiones, especialmente combustibles con bajo contenido de azufre; [12].

Las principales fuentes de emisiones antropogénicas de NO₂ son los procesos de combustión como la calefacción, generación de electricidad y motores de vehículos y barcos.

La OMS desarrolla y elabora directrices sobre la calidad del aire en las que recomienda límites máximos de exposición a los principales contaminantes del aire.

En la serie *Health in the Green Economy*, publicada por la OMS, se evalúan los beneficios sanitarios asociados a las medidas relativas a mitigación del clima y eficiencia energética que permiten reducir la contaminación del aire derivada de la actividad doméstica, el transporte y otros sectores económicos principales. [12].

El Programa Paneuropeo de Transporte, Salud y Medio Ambiente copatrocinado por la OMS ha desarrollado un modelo de cooperación regional y multisectorial entre los Estados Miembros, con el fin de mitigar la contaminación del aire y las consecuencias sanitarias relacionadas con el sector del transporte, y ha elaborado instrumentos de evaluación de los beneficios sanitarios derivados de esas medidas de mitigación. [12].

3. MATERIALES Y METODOS

Se efectuó un estudio de las emisiones de gases en vehículos a gasolina utilizando aditivos locales, con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2204 realizando pruebas estáticas en el laboratorio a temperaturas normales de funcionamiento, en marcha mínima y a media carga, con el fin de reducir las emisiones

contaminantes que producen los combustibles, los límites máximos de emisiones permitidos se especifica en la tabla 1 [6].

Tabla 1: Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de gasolina. Marcha mínima o ralentí (prueba estática).

Año modelo		% CO*		ppm HC*	
		0 - 1500**	1500 - 3000**	0 - 1500**	1500 - 3000**
2000	y posteriores	1,0	1,0	200	200
1990	a 1999	3,5	4,5	650	750
1989	y anteriores	5,5	6,5	1000	1200

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

Fuente: [6] Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres de gasolina. Quito, Ecuador

Previo a la realización de pruebas se analizó los tipos de aditivos en el mercado local que se utilizó para los ensayos, las características de los combustibles, el equipo o herramienta tecnológica, también se detalla el vehículo para obtener los resultados cuantitativos según la Normativa INEN 2204 y las condiciones de altitud geográfica.

3.1. Normativa

En la fase experimental se realizó mediciones de los gases contaminantes basados en la normativa emitida por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) el cual es un organismo oficial de la Republica de Ecuador para la normalización, la certificación, y la metrología.

Mediante norma NTE INEN 2204:2202, la cual hace referencia al límite de emisiones contaminantes permitidas por vehículos automotores a gasolina, se realizará una prueba estática con el motor a temperatura normal de operación, al estar en funcionamiento aproximadamente 10 minutos, en ralentí en neutro para cajas manuales y en parking para cajas automáticas. La manera más eficaz de

comprobar que se alcanzado la temperatura ideal, es cuando el electroventilador inicia [6].

3.2. Combustibles

El combustible que se utilizó es la gasolina extra de 87 octanos, uno de los combustibles más usados en nuestro medio, además utilizaremos tres tipos de aditivos que ayudan a mejorar el rendimiento del motor por medio de un aumento en el octanaje y a reducir los gases nocivos, sin embargo este producto es perjudicial para su vida útil del motor, ya que los químicos con los que están fabricados generan reacciones negativas en los componentes, en la tabla 2 se aprecia las características de la gasolina.

Tabla 2: Características de la Gasolina

Característica	Unidad	Gasolina
Densidad	Kg/l	0,75
Volatilidad	Kg/cm ²	0,75
Autoignición	°C	367
Poder Calorífico	kJ/kg	42.900

Fuente: http://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/energia/Los_biocarburantes.asp

Al estar a 3000 msnm, Quito está expuesto a los cambios bruscos de temperatura provocando pérdidas de potencia y torque en los motores combustión interna, esto se debe a que la mezcla de combustible y aire no se mezcla correctamente por un deficiente oxígeno dentro de la cámara de combustión, provocando aumento en las emisiones contaminantes y consumo de gasolina, así mismo a más altura la densidad del aire es mayor, y a menor altura será menor.

3.3. Vehículo de Prueba

El vehículo de prueba para el estudio es un automóvil cuyo modelo es uno de los más vendidos en Ecuador, de marca Chevrolet modelo Sail 2015, la elección se realizó por ser una marca prestigiosa en el mercado y por la representación que tiene en el País, siendo uno

de los segmentos más comercializados en el a nivel local, además al ser un auto menor de cinco años los componentes como el convertidor catalítico, sistema de escape, asientos de válvulas, cañerías de combustible no estarán desgastados y de esta manera evitar variables dependientes.

Se toman en cuenta los parámetros de mantenimiento preventivo y correctivo en el sistema de alimentación de combustible hasta el momento y de seguridad tanto activa como pasiva, para garantizar el óptimo desempeño en las pruebas estáticas al realizarse.

3.4. Aditivos

Para realizar las pruebas estáticas se utilizó tres aditivos para gasolina, estos mejoran el octanaje sin perjudicar los componentes que intervienen en el sistema de escape como el convertidor catalítico y sensor de oxígeno y además reducirán los gases nocivos, se optó por estos aditivos debido a su reiterado uso en el mercado nacional.

STP

Es un elevador de octanaje y un limpiador completo del sistema de alimentación, que recupera el rendimiento, reduce las emisiones contaminantes, evita los arranque duros, el cascabeleo y ahorra el consumo de combustible, el fabricante recomienda utilizar 155 ml por cada 6500 [13].

BARDAHL

Es un aditivo elevador de octanaje y detergente limpiador de tipo enérgico, elaborado con componentes de tipo sintético para mantener limpio el sistema de inyección de combustible de vehículos automotrices a gasolina. Por su enérgica acción detergente es capaz de mantener limpios los inyectores, las válvulas, la cámara de combustión, disolver los residuos de tipo

resinoso y emulsionar el agua, se debe utilizar 155 ml en un tanque lleno cada 5000 a 6000 km [14].

MOTOREX

Es un mejorador de octanaje especialmente formulado para reducir el cascabeleo y mejora el nivel de octanaje del combustible con o sin plomo. Limpia el sistema de admisión de combustible y combate la corrosión en el tanque de gasolina, no contiene tetraetilo de plomo, evita dañar convertidores catalíticos en operación o sensores de oxígeno, el fabricante recomienda utilizar 300 ml cada 5000 km. [15].

3.5. EQUIPO

El equipo para las mediciones es un analizador de gases de marca Brainbee AGS-688, de fabricación italiana cumple estrictas normas de calidad de la Comunidad Europea (CE) y la Norma Alemana de Calidad (TUV), posee capacidad para realizar mediciones de cinco gases provenientes del motor que se analizan actualmente en la mayoría de los vehículos HC, CO, CO₂, O₂ y NO_x, además ostenta una impresora incorporada,

El AGS-688 posee componentes de calidad que lo califica para superar con creces la norma CE y la norma TUV alemana, además de otras normas tanto europeas como internacionales. Esto sienta las bases de confianza en la medición que debe Poseer todo técnico automotriz. [16].



Figura 2: Analizador de Gases Brainbee
Fuente: [16] automotrizenvideo.com/analizador-de-gases-brain-bee-ags-688

3.6. Características aditivo Bardahl

En la tabla 3 se aprecia las características más importantes del aditivo Bardahl.

Tabla 3: Características Aditivo Bardahl

Características	Método ASTM	Valores Típicos
Color	Visual	Verde
Apariencia	Visual	Clara y brillante
Punto de inflamación, °C	D92	49
Gravedad específica @ 15.6 °C	D4052	0,7950
Viscosidad @ 40° C, cSt	D445	1,30

Fuente: [15] Ficha técnica Bardahl

Se realizó pruebas de densidad en el laboratorio para comparar con las fichas técnicas de cada aditivo.

En la tabla 4 se evidencia las pruebas de densidad en laboratorio.

Tabla 4: Pruebas en Laboratorio densidad

Aditivo	Prueba Realizada	Método de Análisis	Resultado
STP	Densidad a 15° C	ASTM D-1298	862,1616 kg/m ³
Bardahl	Densidad a 15° C	ASTM D-1298	862,0253 kg/m ³
Motorex	Densidad a 15° C	ASTM D-1298	861,8890 kg/m ³

Fuente: [17] Laboratorio Sertinlab

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Para el estudio de este tema se realizó pruebas estáticas, es decir el vehículo no transmite potencia y las pruebas se realizan en neutro, sin que la transmisión ejerza movimiento.

La finalidad es determinar los gases contaminantes que produce el vehículo a diferentes regímenes de revoluciones. En la figura se observa que en el tubo de escape se instala una sonda, el mismo que tomó muestras

de los gases de escape, estos se procesa y proporciona los resultados digitales.



Figura 3: Instalación Sonda en sistema de Escape
Fuente: [15] automotrizenvideo.com/analizador-de-gases-brain-bee-ags-688

4.1. Resultados de las Pruebas Estáticas en Ralentí y a 2500 Rpm

Para el análisis y comparación se relacionó con los datos de la Ordenanza Metropolitana 038, como se evidencia en la tabla 5, esta indica los límites permitidos de emisiones contaminantes, para determinar cuáles son las variaciones al colocar aditivos en el tanque de combustible.

Tabla 5: Límite máximo permitido prueba Estática

Año modelo	CO	HC	O2 (máx.)	Dilución (CO+CO2)	
				Mín.	Máx.
2006 y posteriores	0,5	125	6	7	18

Fuente. [18] Ordenanza Metropolitana 038

4.2. Pruebas sin aditivos

El Monóxido de Carbono en ralentí se encuentra en 0.11 ppm, 2500 rpm en 0.06 ppm, los Hidrocarburos en ralentí 60 ppm, a 2500 rpm 32 ppm, el Oxígeno en ralentí y 2500 rpm 0,20, el dióxido de carbono en ralentí 13,7 ppm, a 2500 rpm 13,9 ppm.

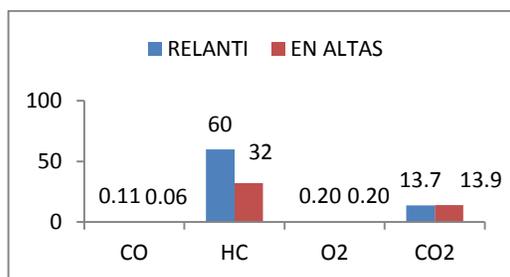


Figura 4: Medición sin Aditivo
Fuente: Autores

4.3. Pruebas con aditivos

En esta prueba se utilizó un aditivo de marca STP que detalla los siguientes datos:

El Monóxido de Carbono en ralentí se encuentra en 0.04 ppm y a 2500 rpm en 0.02 ppm, los Hidrocarburos en ralentí 36 ppm, a 2500 rpm 31 ppm, el Oxígeno en ralentí y 2500 rpm 0,00, el dióxido de carbono en ralentí 14.60 ppm, a 2500 rpm 14,17 ppm.

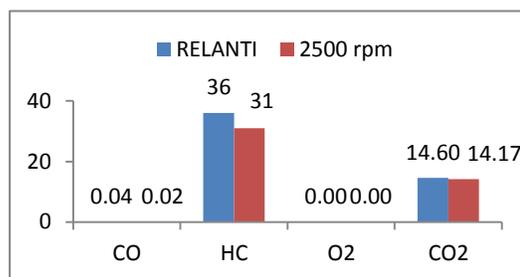


Figura 5: Medición con aditivo STP

Fuente: Autores

Medición con aditivo Motorex:

El Monóxido de Carbono en ralentí se encuentra a 0.05 ppm y a 2500 rpm en 0.00, los Hidrocarburos en ralentí 47 ppm, a 2500 rpm 31 ppm, el Oxígeno en ralentí y 2500 rpm 0,00, el dióxido de carbono en ralentí 14.50 ppm, a 2500 rpm 13,70 ppm.

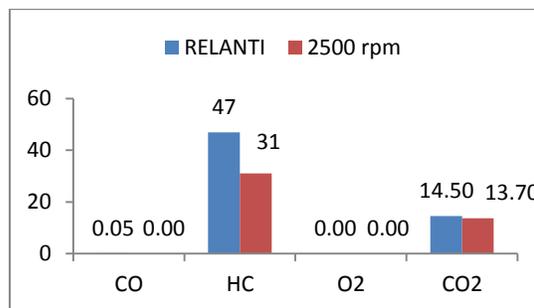


Figura 6: Medición con aditivo Motorex

Fuente: Autores

Medición con aditivo Bardahl:

El Monóxido de Carbono en ralentí 0.01 ppm y a 2500 rpm en 0.02 ppm, los Hidrocarburos en ralentí 20 ppm, a 2500 rpm 54 ppm, el Oxígeno en ralentí 0,02, a 2500 rpm 0,00, el dióxido de

carbono en ralentí 14.60 ppm, a 2500 rpm 14,50 ppm.

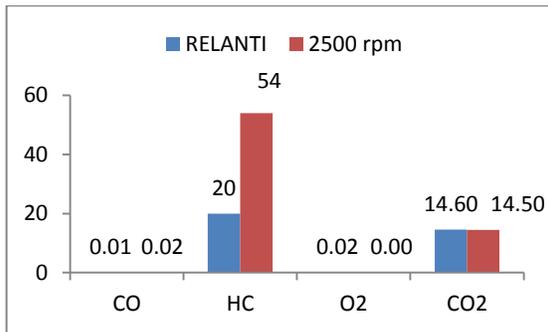


Figura 7: Medición con aditivo Bardahl
Fuente: Autores

4.4. COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Para analizar los resultados y efectuar una comparación se añadió aditivo en el tanque de combustible, así mismo se realizó mediciones de gases, en ralentí y a 2500 revoluciones por minuto, tomando en consideración la normativa municipal 038 que establece los límites máximos permitidos dentro del Distrito Metropolitano de Quito para vehículos de combustión interna a gasolina.

Como se observa en la figura 8 se realizó mediciones de los gases emitidos por la combustión, además se añadió tres aditivos diferentes y de acuerdo a la normativa municipal 038, se comparó los datos.

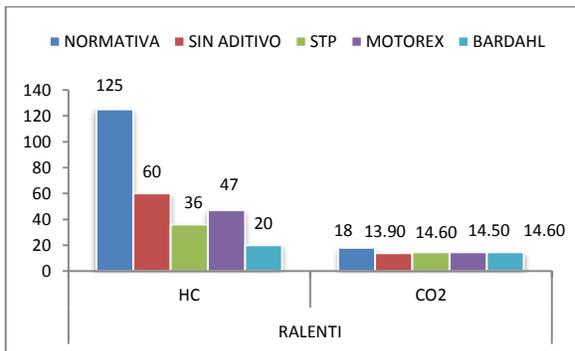


Figura 8: Análisis de resultados en ralentí
Fuente: Autores

En Ralentí, los gases contaminantes disminuyen considerablemente, además se observa que con

aditivo Bardahl los hidrocarburos reducen notablemente con respecto al STP y Motorex, el Dióxido de Carbono aumentó sin embargo el porcentaje no es considerable.

En la figura 9 se observa los resultados a 2500 revoluciones por minuto sin aditivo, con aditivo, comparando con las mediciones en ralentí y con la normativa municipal.

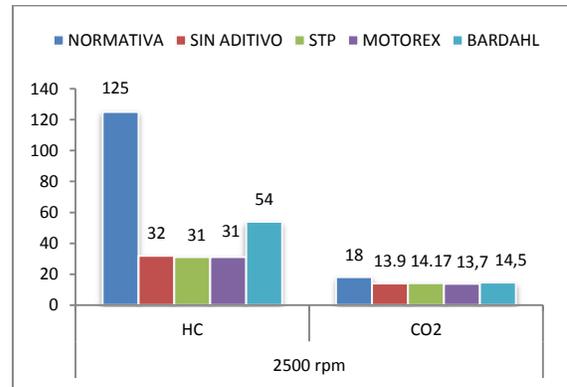


Figura 9: Análisis de resultados a 2500 rpm
Fuente: Autores

La disminución de hidrocarburos no es considerable en relación a las mediciones en ralentí, de acuerdo a la normativa los gases están dentro de los parámetros, sin embargo se aprecia que con el aditivo Bardal los HC aumentaron con respecto a la prueba sin aditivo. El Dióxido de Carbono se mantiene estable y por debajo de las especificaciones de la norma.

Se aprecia en la figura 10 los resultados del Monóxido de Carbono y del Oxígeno en ralentí comprando con la normativa y las mediciones sin aditivo, se puede apreciar que los valores no varían considerablemente.

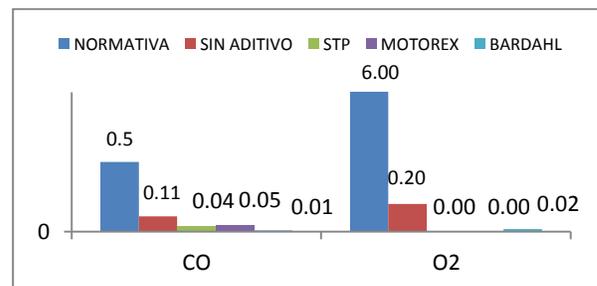


Figura 10: Análisis de resultados CO, O2
Fuente: Autores

Los dos factores son medidos en porcentaje de volumen, los gases se observan estables y redujeron en relación a la prueba sin aditivo, con respecto a la normativa estos gases están dentro de lo normal.

Se aprecia en la figura 11 los resultados del Monóxido de Carbono y del Oxígeno a 2500 rpm comprando con la normativa y las mediciones sin aditivo.

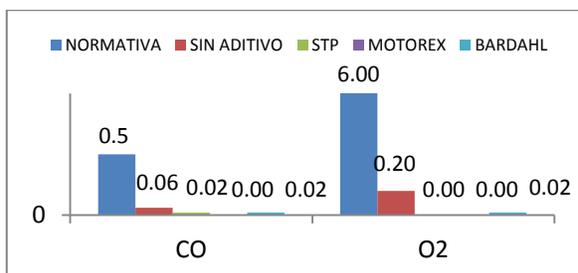


Figura 11: Análisis de resultados CO, O2
Fuente: Autores

Los índices de volumen de los gases de acuerdo a las pruebas con aditivo redujeron, en relación a la normativa municipal están dentro de los parámetros.

En la figura 12 se aprecia el factor lambda se evidencia que los valores se encuentran dentro de los parámetros normales y en comparación de la normativa municipal.

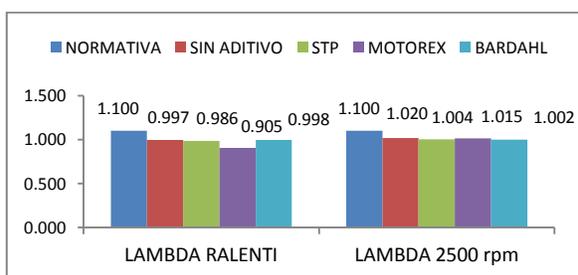


Figura 12: Medición factor Lambda
Fuente: Autores

5. CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis y las mediciones realizadas, los gases que produce el motor del vehículo se encuentra dentro de los parámetros requeridos para circular en el Distrito

Metropolitano de Quito, por lo que no es necesario la aplicación de aditivos para presentarse a la revisión de la Corporación Municipal de Mejoramiento de la calidad de Aire de Quito, CORPAIRE, sin embargo es necesario realizar un mantenimiento preventivo periódico de acuerdo a las recomendaciones del fabricante de cada marca.

Según las pruebas realizadas con el medidor de gases, los contaminantes redujeron considerablemente añadiendo un aditivo en el tanque de combustible, en comparación de las evaluaciones sin aditivo, y comparando con la normativa municipal, las mediciones no superaron los límites permitidos.

6. REFERENCIAS

- [1] J. Antamba, G. Reyes y M. Granja “Estudio comparativo de gases contaminantes en un vehículo M1, utilizando gasolina de la Comunidad Andina”.
- [2] C. Escalante, R. Chavez “Calidad del aire en la ciudad de Quito”.
- [3] J. Téllez, A. Rodriguez, A. Fajardo. “Contaminación por monóxido de carbono: un problema de Salud Ambiental”.
- [4] Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, Anuario 2015.
- [5] <http://especiales.elcomercio.com/2012/04/gasolina/>
- [6] NTN INEN 2204:2002 Gestión ambiental, aire, vehículos automotores.
- [7] Contaminación del Aire en la ciudad de Quito
- [8] S. Ortiz “Buscando combustibles alternativos. Bioetanol”
- [9] Revista definición abc. <http://www.definicionabc.com/medio-ambiente/gasolina.php>

- [10] Web Wikipedia.
[https://es.wikipedia.org/wiki/Poder_calor
%C3%ADfico](https://es.wikipedia.org/wiki/Poder_calor%C3%ADfico)
- [11] Revista profesor en línea.
[http://www.profesorenlinea.cl/Ciencias/
Gasolina.html](http://www.profesorenlinea.cl/Ciencias/Gasolina.html)
- [12] Revista Organización Mundial de la salud “Calidad del aire ambiente (exterior) y salud”
- [13] [http://www.stp.eu/es-
es/productos/aditivos-para-
gasolina/limpiador-completo-del-
sistema-de-alimentacion-gasolina](http://www.stp.eu/es-es/productos/aditivos-para-gasolina/limpiador-completo-del-sistema-de-alimentacion-gasolina)
- [14] [http://dinogas.com.mx/doctos/05-
TopOilInyectores.pdf](http://dinogas.com.mx/doctos/05-TopOilInyectores.pdf)
- [15] [http://www.conauto.com.ec/index.php/m
otorex-octane-booster-2/](http://www.conauto.com.ec/index.php/motorex-octane-booster-2/)
- [16] [http://automotrizenvideo.com/analizador-
de-gases-brain-bee-ags-688/](http://automotrizenvideo.com/analizador-de-gases-brain-bee-ags-688/)
- [17] Resultados análisis de densidad en laboratorio
- [18] Ordenanza municipal 038

ÍNDICE DE CONTENIDO

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR	i
CERTIFICADO	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
MARCO TEÓRICO.....	3
Combustibles.....	3
Gasolina	3
Poder calorífico	3
Octanaje	3
Contaminación y la OMS	3
MATERIALES Y METODOS.....	4
Normativa.....	4
Combustibles.....	5
Vehículo de Prueba	5
Aditivos.....	5
STP	5
BARDAHL	5
MOTOREX.....	6
EQUIPO.....	6
Características aditivo Bardahl	6
RESULTADOS Y DISCUSION.....	6
Resultados de las Pruebas Estáticas en Ralentí y a 2500 Rpm.....	7
Pruebas con aditivos	7
COMPARACIÓN DE RESULTADOS.....	8
CONCLUSIONES	9
REFERENCIAS	9

INTRODUCCIÓN

Anexo 1 J. Antamba, G. Reyes y M. Granja “Estudio comparativo de gases contaminantes en un vehículo M1, utilizando gasolina de la Comunidad Andina”.....	11 - 20
Anexo 2 C. Escalante, R. Chavez “Calidad del aire en la ciudad de Quito”.....	21 - 26
Anexo 3 J. Téllez, A. Rodríguez, A. Fajardo. “Contaminación por monóxido de carbono: un problema de Salud Ambiental”.....	27 - 36
Anexo 4 Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, Anuario 2015.....	37 - 91
Anexo 5 http://especiales.elcomercio.com/2012/04/gasolina/	92 - 93
Anexo 6 NTN INEN 2204:2002 Gestión ambiental, aire, vehículos automotores.....	94 – 102
Anexo 7 Contaminación del Aire en la ciudad de Quito.....	103 - 133

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Anexo 8 S. Ortiz “Buscando combustibles alternativos. Bioetanol”.....	134 - 141
Anexo 9 Revista definición abc. http://www.definicionabc.com/medio-ambiente/gasolina.php	142 - 143
Anexo 10 Web Wikipedia. https://es.wikipedia.org/wiki/Poder_calor%C3%ADfico	144 - 145
Anexo 11 Revista profesor en línea. http://www.profesorenlinea.cl/Ciencias/Gasolina.html ...	146 - 147
Anexo 12 Revista Organización Mundial de la salud “Calidad del aire ambiente (exterior) y salud”.....	148 - 154

MATERIALES Y METODOS

Anexo 13 http://www.stp.eu/es-es/productos/aditivos-para-gasolina/limpiador-completo-del-sistema-de-alimentacion-gasolina	155
Anexo 14 http://dinogas.com.mx/doctos/05-TopOilInyectores.pdf	156 - 157
Anexo 15 http://www.conauto.com.ec/index.php/motorex-octane-booster-2/	158
Anexo 16 http://automotrizenvideo.com/analizador-de-gases-brain-bee-ags-688/	159 - 162
Anexo 17 Resultados análisis de densidad en laboratorio.....	163 - 165
Anexo 18 Ordenanza municipal 038.....	166 - 177

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Procedimiento para la toma de datos.....	178 - 183
Análisis de datos.....	183 - 188
Comparativa de Resultados.....	188 - 195
Discusión.....	195 - 196
CONCLUSIONES.....	196
RECOMENDACIONES.....	196
BIBLIOGRAFIA.....	197