UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE MECANICA AUTOMOTRIZ

Artículo de Investigación Previo A La Obtención Del Título En:

INGENIERO MECANICO AUTOMOTRIZ

"ESTUDIO DE LAS EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES CON VEHICULOS DIESEL UTILIZANDO ADITIVOS LOCALES"

AUTORES:

Kevin Armando Vargas Hidalgo

Francisco Javier Espinosa Villalta

TUTOR:

Ing. Edgar Cajas

Quito, febrero del 2017

CERTIFICADO

Nosotros, Francisco Javier Espinosa Villalta y Kevin Armando Vargas Hidalgo declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido presentado anteriormente por 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 y leyes.

Firma del graduado
Francisco Javier Espinosa Villalta Espinosa
C.I: 1719148122

Firma del graduado
Kevin Armando Vargas Hidalgo
C.I: 1720532132

Yo Ing. Edgar Cajas, 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
Ing. Edgar Cajas

CERTIFICADO

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Francisco Javier Espinosa Villalta con CI: 1719148122 y Kevin Armando Vargas Hidalgo con CI: 1720532132.

ING Edgar Cajas

DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primero a Dios por haberme dado la oportunidad de poder estar a en pie y luchar cada día por los sueños y haber llegado a mi objetivo principal, a mis padres por su apoyo incondicional valores y enseñanzas.

Mi sincero agradecimiento a la prestigiosa Universidad Internacional del Ecuador, por abrirme las puertas para tener más conocimiento y estar en el mundo de la competencia diaria.

Agradezco al Ing. Edgar Cajas docente de la Universidad Internacional del Ecuador mis sinceros agradecimientos por la paciencia, los consejos y poder guiarme en la culminación de este proyecto.

Francisco Javier Espinosa Villalta

AGRADECIMIENTOS

Por la culminación de este proyecto me gustar agradecer primero a Dios, que me ha bendecido en cada paso y por qué hizo realidad este sueño anhelado, a mis padres Armando y Susana quienes a lo largo de toda mi vida me han apoyado y motivado mi formación académica, creyeron en mí en todo momento y no dudaron de mis habilidades

A la Universidad Internacional del Ecuador por darme la oportunidad de prepárame y ser un profesional

De igual manera agradecer a mi director el Ing. Edgar Cajas por sus consejos que ayudaron a formarme como profesional, Y por último y no menos importante agradecer a mi compañero de investigación Francisco Espinosa por su dedicación y enorme aporte en la culminación de mi formación como persona y profesional.

Kevin Armando Vargas Hidalgo

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a toda mi Familia, Javier Espinosa y Cecilia Villalta mi padres, que me brindad conocimientos y valores diariamente, ya que pese a las dificultades siempre están presentes con su apoyo, a los amigos y compañeros de la prestigiosa Universidad Internacional del Ecuador, los cuales será la competencia diaria y colegas y al principal Dios por darme la fuerza y para seguir adelante siempre

Francisco Javier Espinosa Villalta

DEDICATORIA

Este proyecto lo dedico primeramente a Dios que me ha dado la fuerza necesaria cuando he estado a punto de rendirme.

De igual manera dedico este proyecto a mis padres Armando y Susana los cuales han sabido formarme como persona y buenos hábitos los cuales me han servido para salir adelante en los momentos más difíciles de mi vida

A mi hermana que ha sabido brindarme su apoyo, en varias ocasiones siendo como una madre.

A todo el resto de mi familia y amigos que de una u otra manera han llenado de sabiduría para terminar este proyecto.

Kevin Armando Vargas Hidalgo

ESTUDIO DE LAS EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES CON VEHICULOS DIESEL UTILIZANDO ADITIVOS LOCALES

Francisco Espinosa[1],Kevin Vargas.[2]

RESUMEN

Introducción: Aditivos para el combustible diesel fueron utilizados en un vehículo de marca Toyota modelo Hilux D4D, el objetivo fue determinar la efectividad de dicho aditivo para reducir las emisiones contaminantes .**Metodología:** Para esto se realizaron muestras del porcentaje de contaminación antes y después de usar el aditivo en el combustible, con la ayuda de un opacímetro automotriz, comparando los datos con las normas NTE INEN 2 207:2002. **Resultados:** Los resultados mostraron que la contaminación se vio reducida después del uso de los aditivos **Conclusión:** Los estudios y pruebas realizadas determinaron que los aditivos efectivamente ayudan al motor y rendimiento del vehículo, siempre y cuando estos se usen a tiempo con regularidad, debido a la cantidad de carbonilla que se concentra en los componentes internos del motor, de tal manera que exista un ahorro en combustible, y una reducción de las emisiones contaminantes.

Palabras clave: NTE INEN 2 207:2002,Emisiones Gaseosas, Diesel, Aditivo.

ABSTRACT

Introduction: Additives for diesel fuel were used in a vehicle Toyota brand model Hilux D4D, the objective was to determine the effectiveness of an additive to reduce pollutant emissions. **Methodology:** For this, samples of the percentage of contamination before and after the use of the additive in the fuel were carried out with the help of an automotive opacimeter, comparing the data with the standards NTE INEN 2 207: 2002. **Results:** The results showed that the contamination was reduced after the use of the additives. **Conclusion:** Studies and tests have determined that additives effectively help the engine and vehicle performance, as long as these are used on time regularly, due to the amount of carbon that is concentrated in the internal components of the engine, in such a way That there is a saving in fuel and a reduction of the pollutant emissions.

KEYWORDS: NTE INEN 2 207:2002, Pollutant Emissions, Diesel, Additives

1 INTRODUCCION

La principal problemática es el crecimiento continuo de los gases contaminantes emitidos por los vehículos, en este caso los que utilizan como combustible el diesel, puesto a que afectan directamente con los cambios climáticos[1], por esta razón la industria automovilística ha buscado desde aproximadamente 20 años opciones para contrarrestar estos efectos por lo que se ve reflejado como una solución la utilización de aditivos en el combustible según estudios realizados por[1][2], el objetivo de este estudio es el de determinar mediante pruebas reales de mediciones de contaminación la efectividad de los aditivos locales de marca MOTOREX para reducir las emisiones contaminantes en los motores diesel, dicho producto afirma que proporciona una limpieza en los componentes internos del motor, así también un aumento en el índice cetano del combustible, lo cual significaría un aumento en el rendimiento del motor [3], los estudios se realizaran específicamente en la ciudad de Quito a 2800 msnm, la altura de la ciudad tiene una importancia e influencia en las emisiones contaminantes que son producidas por los vehículos, debido a que existe una cantidad de oxigeno menor, elemento de vital importancia en la combustión de hidrocarburos, lo que se traduce en una disminución de potencia en los motores de combustión interna, por lo tanto dichos motores requieren trabajar a un mayor régimen de revoluciones a comparación de una ciudad a nivel del mar, donde sucedería lo contrario, por lo tanto cuando se requiere un mayor régimen de revoluciones para su óptimo funcionamiento, se obtendrá como resultado una mayor emisión de gases contaminantes al medio ambiente, es por esa razón que esta investigación está enfocada al estudio de la efectividad de los aditivos locales, con el fin de determinar si pueden ser tomados en cuenta como una alternativa al aumento de las contaminaciones emitidas por los vehículos, y a su vez analizar científicamente los beneficios que proporcionan los aditivos locales a los motores de combustión interna, específicamente los impulsados por combustible Diesel.

2 FUNDAMENTO TEORICO

2.1 MATERIAL Y METODOLOGIA

2.1.1 SELECCIÓN DEL VEHICULO

La venta vehículos diesel aumentó por sus optimistas prestaciones y menor costo del combustible por lo que ha venido generando más compras en el mercado haciendo referencia [4].

Esta investigación se realizó en el segmento de mercado específico de vehículos tipo Camioneta “pickup” en el cual, Chevrolet domina el segmento de camionetas con su modelo D-Max con aproximadamente unas 14000 unidades comercializadas, seguido por Mazda con su modelo BT-50 con cerca de 8500 unidades y seguido por Toyota con su modelo Hilux con 4000 unidades comercializadas.

La investigación se realizó en el vehículo de marca Toyota modelo Hilux debido a sus prestaciones superiores, con respecto a las marcas de la competencia, además de poseer un sistema de inyección de combustible de riel común, lo que genera una mayor presión de combustible y una mejor pulverización siendo este sistema más efectivo que sistemas anteriores como los de bombas lineales.

TABLA 1. Características de los vehículos más vendidos en el segmento pickup en Ecuador.

Vehículo	**Hilux**	**D´max**	**BT50**
Cilindrada	2494cc	2999cc	2499cc
Inyección	Riel común	Directa	Riel común
Potencia	144 cv 3400 rpm	130 cv 3800 rpm	143 cv 3500rpm
Par Máximo	343 Nm	279 Nm	330Nm
Válvulas	16	8	16

Fuente: Coches Japoneses (2014-2015)

El modelo Hilux de la marca Toyota, presenta características superiores a vehículos de la competencia en cada aspecto analizado, siendo un vehículo, más potente y considerablemente menos ruidoso que los de la competencia.

Sin embargo la marca que lidera las ventas en el Ecuador es Chevrolet con su modelo D´max debido a su precio, y facilidad de adquisición de repuestos, de una variedad más extensa.

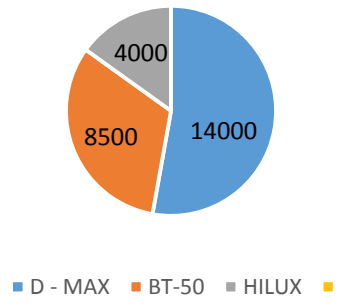

FIGURA 2. Segmentación de ventas de camionetas de modelos y marcas distintas
FUENTE: El Comercio (2016)

La figura 2 muestra gráficamente la participación de la marca y modelo del tipo de camioneta en el mercado, siendo el modelo D`max la más vendida, sin embargo el modelo Hilux proporciona una fiabilidad reconocida que la marca Toyota proporciona.

2.1.2 MATERIALES

Toyota Hilux a Diesel con motor 2.4L turbo intercooler. Será la que con aditivos locales mejorara , esta fue elegida por su sistema de alimentación de combustible tipo “Common Rail” es decir de riel común, este sistema utiliza una bomba de baja presión que lleva el combustible desde el tanque hasta la bomba de alta presión, después la bomba de alta presión la envía hacia un riel donde estarán acoplados los inyectores, la presión de la bomba oscilara entre 300bar hasta 2000 bar, dicha presión permite que la pulverización de combustible optima, la principal ventaja de este sistema es que permite controlar electrónicamente el suministro de combustible, lo que le permite realizar hasta 5 pre-inyecciones antes de la inyección principal, con lo que consigue una mejor preparación de la mezcla para una óptima combustión.[5]

Tabla 2. Características de los combustibles diesel ecuatorianos

REQUISITOS	**MINIMO**
Azufre	500ppm
Punto de inflamación	160 grados Fahrenheit
Agua y sedimento	0.05 %
Viscosidad cinemática	2.5 – 6 cst
Índice de cetano	45
Temperatura de destilación	360 grados Celsius

Fuente: Petroecuador (2015)

Una vez que se obtienen los datos de cada combustible se lo añade al tanque de combustible para determinar los cambios en el proceso de combustión, los resultados se determinaran por los datos que se obtengan después de medir la opacidad en el tubo de escape del vehículo seleccionado, y compararlo con los estándares de opacidad del centro de revisión vehicular, mismo departamento que regula la cantidad de contaminación permitida 60% de

opacidad para que un vehículo pueda circular en el distrito metropolitano de Quito.Existen varios elementos presentes en el Diesel, entre los más destacables está el azufre, el mismo que se lo toma en cuenta porque de este depende la cantidad de SOx, es decir óxidos de azufre que se producirá después de una combustión, los óxidos de azufre son culpables de afectar seriamente a la salud humana, deteriorando progresivamente los sistemas cardiacos, respiratorios, y la vista, en las personas que mantienen contacto con este compuesto haciendo referencia [7] El SOx es el causante de la lluvia acida al ser este compuesto higroscópico; es decir que tiene la característica de absorber la humedad. Se debe tomar en cuenta que el exceso de azufre en el combustible deteriora prematuramente los componentes internos del motor.

Otro aspecto a tomar en cuenta en este combustible es el Punto De Inflamación, es decir el conjunto de condiciones en el que una sustancia se encuentra lista para iniciar la combustión, siempre y cuando se le aplique una fuente de calor a suficiente temperatura, llegando así al llamado punto de inflamación.[8]

Elementos como el agua y sedimentos, se encuentran siempre presentes en los combustibles, aunque dependerá de cada gasolinera y calidad del combustible sus porcentajes, los sedimentos son nada más que material solido acumulado sobre la superficie terrestre y son perjudiciales para los componentes del motor de entrar en la línea de alimentación de combustible.

La viscosidad es un tema a tomar en cuenta, ya que es aquella que determina la resistencia de un fluido a desplazarse sobre sus propias moléculas, lo que en el motor puede definir en ciertos casos un exceso o una carencia de combustible inyectado.[9]

El índice de cetano por su lado se lo puede tomar como el tiempo de retraso de encendido del combustible desde que es inyectado en la cámara, mientras mayor es el índice de cetano menor será el tiempo transcurrido hasta que el combustible se encienda y genere energía térmica, los vehículos que utilizan combustibles con índices de cetano muy bajos, presentan comúnmente problemas de ruido excesivo y aumento en emisiones.[10]

En la fase experimental se utiliza la norma local del Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 017:2008 cuyo propósito es el control de emisiones contaminantes de fuentes móviles sean importados o de fabricación nacional y sus respectivos límites de emisiones.

La normativa de la CORPAIRE (Corporación Municipal de Mejoramiento de la Calidad de Aire de Quito), menciona que la opacidad que un vehículodiesel debe tener menos de (50%), dentro de este rango el vehículo podrá circular por las calles de Quito y aprobar la normativa dispuesta por el municipio de Quito. El cual se denomina revisión vehicular que se realiza una vez por año en vehículos que no presenten servicios.

El vehículo de pruebas a estudiar es una camioneta cuyo modelo es uno de los más reconocidas en Ecuador de marca Toyota Hilux ,cuya elección se realizó por la influencia de la marca y la representación que tiene en el país siendo el segmento de camionetas más comercializado a nivel local.

Se toma en cuenta los parámetros de seguridad y mantenimiento preventivo del vehículo en todos sus sistemas de alimentación de combustible y de seguridad tanto activa como pasiva, para garantizar el óptimo desempeño en las Pruebas dinámicas y estáticas en el Laboratorio. El rendimiento de potencia y sus emisiones contaminantes Al

medio ambiente En este caso el modelo de la Toyota Hilux a Diesel con motor 2.4L turbo intercooler. Será la que con aditivos locales mejorara

2.1.2.1 CARACTERISTICAS DEL ADITIVO DIESEL

El aditivo es un motorex ya que La característica del aditivo usado es la de Aumentar en índice de cetano del combustible Diesel, la fórmula del aditivo contiene para este fin nitratos los cuales son usados ya que tienen la facultad de descomponerse a una menor temperatura que el combustible antes mencionado, lo que se traduce en reacciones sucesivas de combustible que resultan en el inicio de una combustión a baja temperatura, así también contienen aditivos detergentes para quitar la carbonilla de los componentes internos del motor, su componente activo son los succinimidas de poliisobutileno debido a sus propiedades dispersantes que evitan la acumulación de carbonilla en los pistones, es usado en aditivos de limpieza de inyectores por su capacidad de eliminar las impurezas y limpiar el sistema, su uso es muy común también en los aditivos para el aceite por sus capacidades dispersantes antes mencionadas.

Tabla 6. Análisis del Aditivo Motorex

Pruebas Realizadas	**Resultados**
1.**Gravedad especifica**	**871.2531 kg/m3**
2. **Viscosidad**	**1.3985mm2/s (cSct)**
3.**Punto de inflamación**	**74ºC**
4. Índice de Cetano	**69.1**

Fuente: Sertin Lab

El aditivo de marca MOTOREX es el más común en el mercado de la ciudad de Quito, estos aditivos evitan que el motor funcione de manera inadecuada, prologa su vida útil y minimiza el deterioro propio del uso y el paso de los kilómetros[5], el gran poder de detergencia de los nuevos aditivos consigue preservar la eficiencia del motor, lo que facilita el mayor aprovechamiento del carburante y el ahorro en costes de mantenimiento. A su vez al mantener limpio el motor, es decir libre de carbón, produce que las combustiones sean controladas y se genere un frente de llama de manera eficiente, lo que se traduce en un aprovechamiento del combustible en lugar de un desperdicio[6][5].

Este tema antes mencionado está relacionado estrechamente con la reducción de la contaminación del medio ambiente, es decir que con un motor más limpio reducimos las emisiones contaminantes.

Tabla 3. Componentes de los aditivos utilizados.

Componente	**Función**
succinimidas de poliisobutileno	Dispersantes de carbón
Nitratos	Reducir la temperatura de descomposición del diesel
Éteres de glicol	Disolvente

Autor: Edward T. Jones, Richard Fisher (1998)

Los beneficios de dichos componentes activos mencionados en la figura 3, no son apreciables a menos que se realice la extracción de la culata del motor, y así comprobar visualmente el grado de limpieza que proporciona dicho aditivo, sin embargo es posible apreciar los resultados de la limpieza, mediante mediciones de opacidad, asumiendo así que las partículas de carbón, acumuladas por el tiempo de funcionamiento del motor han sido

removidas por la acción de las propiedades dispersantes y disolventes del aditivo. A largo plazo el efecto de limpieza en un motor de combustión interna significará un ahorro considerable, al prolongar el mantenimiento correctivo.[11][5]

Por otra parte al aumentar el grado cetano, se reduce la temperatura necesaria para que el combustible se descomponga, permitiendo que el Diesel se combustione en su totalidad, consiguiendo disminuir la cantidad de HC (hidrocarburos no combustionados), es decir cumpliendo con el objetivo planteado,

La limpieza de los inyectores que proporcionan los aditivos para Diesel garantiza un flujo constante de carburante en la cámara de combustión, por lo que la aceleración es continua y sin sacudidas, así también el aumento del índice de cetano proporcionara mayor potencia, a la vez que se reduce el ruido, el mejorador de cetano facilita una mejor combustión del gasóleo. Esto favorece las condiciones de arranque a baja temperatura y la reducción de ruido haciendo referencia a [12][4].Además, su efectividad es tan elevada que consiguen reducir considerablemente el tiempo de separación completa entre agua y carburante. Los antiespumantes cumplen una labor importante ya que están diseñados especialmente para reducir la espuma y su tiempo de desaparición durante el repostaje, lo que se traduce en un llenado del depósito más rápido, completo y sin salpicaduras. El cetano ayuda para facilitar el arranque en frio, el mejorador de cetano facilita la combustión del carburante, lo que reduce el ruido del motor y ayuda a la estabilización del ralentí.[13][14][15]

3. METODOLOGIA

Los ensayos se realizaron en la Universidad Internacional Del Ecuador (UIDE) que cuenta con equipos normados, quienes se dedican a temas de investigaciones referentes a la contaminación y emisiones vehiculares, está ubicado en la Simón Bolívar y a calle Jorge Fernández .Si bien este proyecto está dirigido a comprobar el uso de los aditivos diesel y medir su rendimiento y las pruebas de opacidad para entender el cambio que afecta a la contaminación.

Las pruebas realizadas con el opacímetro fueron realizadas siguiendo los pasos determinados en el reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 017:2008 el mismo que detalla que las aceleraciones deben ser realizadas a un mismo régimen de revoluciones y durante el mismo tiempo establecido cada una de ellas, debido a que a mayor tiempo transcurrido durante la aceleración mayor serán los datos con respecto a la opacidad, siguiendo este proceso se obtuvieron las mediciones más acertadas.

Para la medición de la opacidad se utilizó un opacímetro automotrizNDO-6000.

Es necesario establecer una temperatura media efectiva en el motor para realizar las mediciones de opacidad en el vehículo, esto debido a que las cantidades de suministro de combustible varían con respecto a la temperatura del motor, y de no tener la temperatura apropiada las lecturas de opacidad serán incorrectas.

Una vez que el motor se encuentra en una temperatura apropiada se coloca el sensor en el tubo de escape asegurándolo con pinzas para que este no pueda salir del lugar de medición.

Para realizar la toma de datos de opacidad se realizan 3 aceleraciones en un régimen de 4500 revoluciones por minuto, cada una enviará datos de porcentajes de opacidad, los mismos que al final serán promediados para determinar un porcentaje de contaminación general, y con esto saber si el vehículo está o no apto para la circulación en el distrito metropolitano de Quito.

Se realizó la medición de la opacidad en el vehículo, antes de añadir los aditivos de limpieza y aumentadores de cetano, para tener un punto de referencia el cual serviría de guía para determinar la efectividad de dichos aditivos, para realizar la prueba el vehículo debe estar en temperatura media efectiva para que los datos sean los idóneos.

Una vez añadido el aditivo se recorrió alrededor de 10 km a plena carga en el vehículo, esto debido a que los agentes detergentes del aditivo limpiaron los componentes internos del motor, provocando la salida de carbonilla e impurezas por el tubo de escape, de no haber recorrido dicha distancia, las medidas en el opacímetro hubieran sido incorrectas, e incluso contrarias a lo esperado, al tomar lecturas e el proceso de limpieza existirá una mayor cantidad de material particulado por lo que es necesario recorrer 10 km antes de tomar las mediciones de opacidad, en el vehículo.

Así también se realizaron pruebas prácticas de la autonomía del vehículo, con el tanque de combustible totalmente lleno, constatando por nuestra cuenta la diferencia de kilómetros que se puede recorrer con y sin el uso del aditivo MOTOREX.

Al mantener el motor limpio las emisiones se reducen considerablemente, eliminando en su mayoría los puntos incandescentes en la cámara de combustión.

4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Después de realizar las pruebas científicas y de campo se logró recolectar una serie de datos, demostrando los beneficios de los aditivos locales para los motores diesel en la ciudad de Quito, cabe recalcar que las mediciones y pruebas fueron realizadas a una altura de 2800 msnm, y sus resultados pueden variar, de ser realizados en otra ciudad.

Tabla 4. Medición de opacidad en el vehículo previa a la utilización del aditivo potenciador de cetano.

Aceleraciones	Opacidad
1. 4500 RPM	45.6
2. 4500 RPM	42.3
3. 4500 RPM	42.8

Fuente: Autores

Resultados obtenidos producto de las mediciones con el combustible, en su composición original, dichas mediciones fueron usadas como referencia, para ser comparadas con los resultados de las mediciones una vez añadido el aditivo y determinando cuantitativamente la diferencia en el funcionamiento del motor en lo que a contaminación respecta.

Figura 7. Diferencia de consumo de combustible traducida en recorrido en kilómetros

Fuente: Autores

La cantidad de kilómetros que el vehículo recorre por cada galón sin aditivo se muestra de color azul que equivale a 45 kilómetros, después de añadir el aditivo se realizó la misma prueba midiendo el consumo de combustible, dando como resultado un aumento del 24% aproximadamente, lo que se ve reflejado en la figura de color naranja que equivale a 56 kilómetros.

Se realizó el análisis práctico de la misma manera de la que se hizo cuando el vehículo tenía en su tanque,

combustible convencional, para definir cuanta diferencia existe con la utilización de estos dos tipos de combustibles, en el tema de contaminación.

Tabla 5. Medición de opacidad en el vehículo después de la utilización del aditivo potenciador de cetano**.**

Aceleraciones	**Opacidad**
1. **4500 RPM**	**27.3**
2. **4500 RPM**	**28.2**
3. **4500 RPM**	**30.6**

Fuente: Autores

5 CONCLUSIONES

Como resultado de la investigación, se determina que existe una reducción de gases contaminantes con el uso del aditivo, debido a las características de dicho aditivo que permite limpiar las cámaras de combustión, eliminando los puntos incandescentes, que ocasionan combustiones descontroladas.

A partir de los resultados obtenidos y el análisis de las pruebas, los datos específicos como 45.6 antes del uso del aditivo y 30.6 después del uso de aditivo siendo estos datos los máximos obtenidos en las mediciones, se determina la efectividad del aditivo en la disminución de emisiones contaminantes en un 32 %.
En conclusión a las pruebas reales realizadas en el vehículo es posible afirmar que existe un ahorro en el consumo de combustible teniendo como datos 45 km por galón antes de ser usado el aditivo y 56km por galón después de ser usado el aditivo local MOTOREX.

Fue posible determinar, la eficiencia de los aditivos locales mediante pruebas reales, y con la ayuda de instrumentos de uso automotriz, por lo que una vez concluida esta investigación es viable afirmar que el aditivo Motorex Diesel Treatment, el mismo que es común en el mercado local proporciona un decremento en las emisiones contaminantes, convirtiéndose en una alternativa para reducir el daño realizado por los vehículos a combustión interna, volviendo a los vehículos impulsados por combustible diesel mas amigables con el medio ambiente.

6 REFERENCIAS

[1] R. y. H. E. Garcia, «el impacto del transporte automotoren el medio ambiente,» *Ingenieria del transporte,* vol. X, nº 1, pp. 12-13, 1989.

[2] J. Rodriguez, La contaminacion atmosferica, Salamanca: Puerto Marin, 1986.

[3] E. Contreras, mantencion de motores a diesel, Inacap, 2001.

[4] D. Agudo, «Revista Motor,» 2015. [En línea]. Available: https://revistamotor.eu/index.php/de-calle/mecanica/259-gasolina-vs-diesel. [Último acceso: 27 noviembre 2016].

[5] S. Figueroa, Mantenimiento de motores Diesel, Merida, 1997.

[6] E. Narvaez, «ups.edu.ec,» 2011. [En línea]. Available: http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1557/13/UPS-CT002153.pdf.

[7] M. Ortiz, «Repositorio UIDE,» [En línea]. Available: http://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/610/1/T-UIDE-0560.pdf.

[8] «Instituto de seguridad en el Trabajo,» 2005. [En línea]. Available: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/FI

SQ/Ficheros/401a500/1561.pdf.

[9] M. A. L. y. N. R. Martinez, «PEMEX,» [En línea]. Available: http://www.ref.pemex.com/octanaje/24DIESEL.htm.

[10] M. G. Orozco, «prueba de ruta,» 2015. [En línea]. Available: http://www.pruebaderuta.com/octanos-y-cetanos.php. [Último acceso: 20 noviembre 2016].

[11] A. C. Sisalima, 2011. [En línea]. Available: http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1557/13/UPS-CT002153.pdf. [Último acceso: 20 noviembre 2016].

[12] I. A. D. Cantillo, «Auto Soporte,» 01 abril 2014. [En línea]. Available: http://www.autosoporte.com/blog-automotriz/item/314-aditivos-para-limpieza-de-inyectores. [Último acceso: 22 noviembre 2016].

[13] G. Hernandez, «Gustato.com,» [En línea]. Available: http://gustato.com/petroleo/aditivos.html. [Último acceso: 23 noviembre 2016].

[14] SENATI, «Tecnologia Especifica opacidad de los humos de escape,» de *Afinamiento Diesel*, Lima, La Victoria, 2011.

[15] Bosch, tecnica de gases de escape para motores diesel, ROBERT BOSCH GMBH , 2005.

ANEXOS

Diesel
Treatment

492

BOSCH
FSA 740

TURBO

HILUX

Vehículo descatalogado

Carrocería: **Pick-up**
Puertas: **2**
Plazas: **5**

Combustible:	**DIESEL**
Núm. Cilindros:	**4**
Situación cilindros:	**Delantero**
Orientación Cilindros:	**Transversal**
Cilindrada:	**2494** cc
Gestión:	◦ **4 v/cil.** ◦ **Rail común de admisión** ◦ **Inyección directa**
Potencia:	**144** CV a **3400** rpm
Par máximo:	**343** Nm a **2000** rpm
Rel. peso/potencia:	**13.0** kg/CV

Chevrolet

LUV D-Max CD 3.0L TDi FE 4x4

Ficha técnica

Motor

Combustible: **Diésel**
Cilindrada: **2999**
Potencia: **130/3800 hp/rpm**
Torque: **279/2000 N-m/rpm**
Alimentación: **inyección directa turbo diesel intercooler**
Cilindros: **4 en línea**
Válvulas: **8**

Performance

Aceleración 0-100 km/h: **N/D**
Consumo en ciudad: **N/D**
Consumo en ruta: **N/D**
Consumo mixto: **N/D**
Velocidad máxima: **N/D**

Características técnicas Mazda BT-50 Active 2.5TD DC

Número de cilindros	4 en línea
Posición del motor	Delantera - longitudinal
Cilindrada (cc)	2499
Diámetro x Carrera (mm)	93.0 x 92.0
Relación de compresión	18.0 : 1
Válvulas por cilindro	4
Distribución	Doble árbol de levas en culata.
Alimentación	Inyección directa con admisión variable. Conducto común, turbocompresor de geometría variable e intercooler.
Potencia (CV) / rpm	143 / 3500
Par (Nm) / rpm	330 / 1800
Tracción	Total

INEN

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA **NTE INEN 2 202:2000**

GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES. DETERMINACIÓN DE LA OPACIDAD DE EMISIONES DE ESCAPE DE MOTORES DE DIESEL MEDIANTE LA PRUEBA ESTÁTICA. MÉTODO DE ACELERACIÓN LIBRE.

Primera Edición

ENVIRONMENTAL MANAGENMENT. AIR. MOTOR VEHICLES. DETERMINATION OF OPACITY OF EXHAUST EMISSIONS OF DIESEL MOTORS BY STATIC TEST. METHOD OF FREE ACCELERATION.

First Edition

5.3.4.1 En el caso de que esas especificaciones no estén disponibles, la calibración se debe realizar por lo menos cada tres meses.

5.3.4.2 Adicionalmente, calibrar el equipo luego de cada mantenimiento correctivo. Esta calibración es independiente de la autocalibración automática que realiza el equipo cada vez que es encendido.

5.4 Procedimiento de medición

5.4.1 *Antes de la prueba.*

5.4.1.1 Verificar que el sistema de escape del vehículo se encuentre en perfectas condiciones de funcionamiento y sin ninguna salida adicional a las del diseño, que provoque dilución de los gases de escape o fugas de los mismos. Las salidas adicionales a las contempladas en el diseño original no deben ser aceptadas, aunque éstas se encuentren bloqueadas al momento de la prueba.

5.4.1.2 Verificar que el nivel de aceite en el cárter del motor del vehículo esté entre el mínimo y el máximo recomendado por el fabricante del vehículo, con el motor apagado y el vehículo en posición horizontal.

5.4.1.3 Verificar que el motor del vehículo se encuentre en la temperatura normal de operación.

5.4.1.4 Verificar que la transmisión del vehículo se encuentre en neutro (transmisión manual) o en parqueo (transmisión automática).

5.4.1.5 Si el vehículo no cumple con las condiciones determinadas anteriormente, la prueba no se debe realizar, hasta que se corrijan las fallas correspondientes.

5.4.1.6 Someter al equipo de medición a un período de calentamiento y estabilización, según las especificaciones del fabricante.

5.4.1.7 Verificar que se haya realizado el proceso de autocalibración en el equipo.

5.4.1.8 Verificar que el opacímetro marque cero en la lectura.

5.4.2 *Medición*

5.4.2.1 Verificar que no exista ningún impedimento físico para el libre movimiento del acelerador.

5.4.2.2 Con el motor funcionando en " ralentí", realizar por lo menos tres aceleraciones consecutivas, desde la posición de "ralentí" hasta la posición de máximas revoluciones, con el fin de limpiar el tubo de escape.

5.4.2.3 Conectar la sonda de prueba a la salida del sistema de escape del vehículo.

5.4.2.4 Aplicar aceleración libre al vehículo y permitir que el motor regrese a condición de "ralentí".

5.4.2.5 Repetir lo indicado en el numeral 5.4.2.4, por lo menos seis veces, consecutivamente.

5.4.2.6 En cada ciclo, registrar el valor del porcentaje de opacidad máximo obtenido. No se deben tener en cuenta los valores leídos mientras el motor está en marcha mínima, después de cada aceleración.

5.4.2.7 Para el resultado final, considerar como mínimo tres lecturas tomadas en estado estable, es decir, cuando al menos estas tres lecturas consecutivas se sitúen dentro de un rango del 10 %, y no formen una secuencia decreciente.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 Los importadores y distribuidores de opacímetros deben obtener una certificación de cumplimiento, expedida por la casa fabricante o propietaria del diseño del equipo o de un laboratorio autorizado por ella y avalada por la autoridad competente del país de origen. El procedimiento de evaluación base para certificar los opacímetros a ser utilizados debe cumplir con la Norma ISO 11614.

4.2 Los importadores y distribuidores, están obligados a suministrar copia de la certificación establecida en el numeral 4.1, a quienes adquieran los opacímetros.

4.3 La autoridad competente, podrá en cualquier momento verificar la legalidad de las certificaciones presentadas por los importadores y distribuidores, sobre el cumplimiento de los requisitos establecidos en esta norma, así como las características de funcionamiento de los equipos y procedimientos utilizados para medir la opacidad en aceleración libre.

5. MÉTODO DE ENSAYO

5.1 Fundamento.

5.1.1 Este método de ensayo se basa en la determinación del porcentaje de luz visible que se absorbe y refleja cuando un haz de ésta atraviesa la corriente de las emisiones provenientes del sistema de escape.

5.2 Equipos

5.2.1 Ver numeral 4, Disposiciones Generales.

5.2.2 *Capacidad de autocalibración.* Los opacímetros deben tener incorporada esta función propia, la cual se debe realizar automáticamente cada vez que el opacímetro es encendido, o manualmente, cada vez que el usuario lo requiera.

5.2.3 Los opacímetros deben contar con un dispositivo de impresión directa de los resultados y de la identificación del vehículo automotor medido.

5.2.4 El equipo debe disponer de las características de seguridad que garanticen la protección del operador.

5.3 Calibración

5.3.1 *Calibración del 0 %.* El circuito eléctrico de la fuente de luz y del receptor deben ser ajustados de tal manera que la lectura de salida marque cero cuando el flujo de luz pase a través de la zona de medición en ausencia de emisiones de escape.

5.3.2 *Calibración del 100 %.* Utilizar un filtro de densidad óptica neutral y colocar éste perpendicularmente al haz de luz, con un valor que corresponda al 100 % de opacidad, o una pantalla que permita bloquear completamente la fuente de luz, en ausencia de emisiones de escape.

5.3.3 *Calibración intermedia.* Utilizar por lo menos tres filtros calibrados de densidad neutra, con valores representativos en el rango de 0 a 100 %, en ausencia de emisiones de escape.

5.3.3.1 Insertar los filtros en la trayectoria de la luz, perpendicularmente al haz emitido.

5.3.3.2 El error de lectura no deberá superar a ± 1 % del valor conocido.

5.3.4 La calibración del opacímetro se debe realizar siguiendo estrictamente las especificaciones de frecuencia del fabricante del equipo.

5.5 Informe de resultados

5.5.1 El resultado final será la media aritmética de los valores de las tres lecturas obtenidas en el numeral 5.4.2.7

5.5.2 La institución que realiza la prueba debe emitir un informe técnico con los resultados de la misma, adjuntado el documento de impresión directa del opacímetro.

PARÁGRAFO V
DE LOS MÉTODOS DE CONTROL DE LA EMISIÓN DE GASES CONTAMINANTES

Art. II.375.20.- El control de la emisión de gases contaminantes o de opacidad se realizará conforme a la normativa que para el efecto ha sido dictada por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN); para ello se declaran expresamente incorporadas a este capítulo:
a) La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 202:99 "Gestión Ambiental, Aire, Vehículos Automotores. Determinación de la Opacidad de Emisiones de Escape de Motores de Diesel Mediante la Prueba Estática. Método de Aceleración Libre", publicada en el Suplemento al Registro Oficial número 115 de 7 de julio del 2000, en su última versión; y,
b) La Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 203:99 "Gestión Ambiental, Aire, Vehículos Automotores. Determinación de la Concentración de Emisiones de Escape en Condiciones de Marcha Mínima o "Ralentí". Prueba Estática", publicada en el Suplemento al Registro Oficial número 115 de 7 de julio del 2000, en su última versión.

Art. II.375.21.- Los límites permitidos para las emisiones provenientes de vehículos a gasolina son los que constan en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 204:98 "Gestión Ambiental, Aire, Vehículos Automotores. Límites permitidos de Emisiones Producidas por Fuentes Móviles Terrestres de Gasolina", publicada en el Registro Oficial No.100 de 4 de enero de 1999, con las modificaciones que la Corporación para el Mejoramiento del Aire de Quito CORPAIRE estime necesarias hasta que la situación del parque automotor del Distrito Metropolitano de Quito permita su total aplicación.

Art. II.375.22.- Los Límites permitidos para las emisiones provenientes de vehículos a diesel son los que constan en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2207:98 "Gestión Ambiental, Aire, Vehículos Automotores, Límites Permitidos de Emisiones Producidas por Fuentes Móviles Terrestres de Diesel", publicada en el Registro Oficial No.100 de 4 de enero de 1999.

Art. II.375.23.- El combustible diesel que se comercialice en el Distrito metropolitano de Quito para uso automotor deberá sujetarse en forma estricta a los requerimientos de calidad detallados en la tabla siguiente:

REQUISITOS	UNIDAD	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
Punto de inflamación	OC	51	-	NTE INEN 1047
Agua y Sedimento	% volumen	-	0.05	NTE INEN 1494
Residuo Carbonoso sobre el 10% del residuo de la destilación	% peso	-	0.15	NTE INEN 1491
Cenizas	% peso	-	0.01	NTE INEN 1492
Temperatura de destilación del 90%	OC	-	360	NTE INEN 926
Viscosidad cinemática a 37.8 ºC	Ost	2.5	6.0	NTE INEN 810
Azufre	% peso	-	0.05	NTE INEN 1490
Corrosión a la lámina de cobre	-	-	No.3	NTE INEN 927
Índice de cegato calculado	-	45	-	NTE INEN 1495

Art. II.375.24.- Se prohíbe, por tanto, en el Distrito Metropolitano de Quito, el expendio de diesel para uso automotor que no cumpla con las características contenidas en la tabla precedente.

CDU 75:662.94
ICS: 13.040.50

INEN

CIIU: 3530
MC 08.06-402

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES. LIMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES DE DIESEL.	NTE INEN 2 207:2002 (Primera revisión) 2002-09

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3999 - Baquerizo 454 y Avs. 6 de Diciembre - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los límites permitidos de emisiones de contaminantes producidas por fuentes móviles terrestres (vehículos automotores) de diesel.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica a las fuentes móviles terrestres de más de tres ruedas o a sus motores, según lo definido en los numerales 3.26 y 3.27.

2.2 Esta norma no se aplica a las fuentes móviles que utilicen combustible diferentes a diesel.

2.3 Esta norma no se aplica a motores de pistón libre, motores fijos, motores náuticos, motores para tracción sobre rieles, motores para aeronaves, motores para tractores agrícolas, maquinarias y equipos para uso en construcciones y aplicaciones industriales.

3. DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

3.1 Aceleración libre. Es el aumento de revoluciones del motor de la fuente móvil, llevado rápidamente a máxima aceleración estable, sin carga y en neutro (para cajas manuales) y en parqueo (para cajas automáticas).

3.2 Año modelo. Año que identifica el de producción del modelo de la fuente móvil.

3.3 Área frontal. Área determinada por la proyección geométrica de las distancias básicas del vehículo sobre su eje longitudinal el cual incluye llantas pero excluye espejos y deflectores de aire a un plano perpendicular al eje longitudinal del vehículo.

3.4 Certificación de la casa fabricante. Documento expedido por la casa fabricante de un vehículo automotor en el cual se consignan los resultados de la medición de las emisiones de contaminantes del aire (por el escape y evaporativas) provenientes de los vehículos prototipo seleccionados como representativos de los modelos nuevos que saldrán al mercado.

3.5 Ciclo. Es el tiempo necesario para que el vehículo alcance la temperatura normal de operación en condiciones de marcha mínima o ralentí. Para las fuente móviles equipadas con electroventilador, es el período que transcurre entre el encendido del ventilador del sistema de enfriamiento y el momento en que el ventilador se detiene.

3.6 Ciclos de prueba. Un ciclo de prueba es una secuencia de operaciones estándar a las que es sometido un vehículo automotor o un motor, para determinar el nivel de emisiones que produce. Para los propósitos de esta norma, los ciclos que se aplican son los siguientes:

3.6.1 *Ciclo ECE-15 + EUDC.* Es el ciclo de prueba dinámico establecido por la Unión Europea para los vehículos livianos y medianos, de gasolina o diesel, definidos en la directiva 93/59/EEC.

3.6.2 *Ciclo ECE-49.* Es el ciclo de prueba estacionario establecido por la Unión Europea para los vehículos pesados de diesel, definido en la directiva 88/77/EEC.

3.6.3 *Ciclo FTP-75.* Es el ciclo de prueba dinámico establecido por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA), para los vehículos livianos y medianos, de gasolina o diesel, y publicado en el Código Federal de Regulaciones, partes 86 a 99.

DESCRIPTORES. Emisión de gases, límites, contaminación atmosférica, protección del medio ambiente, calidad del aire, requisitos.

3.6.4 *Ciclo transiente pesado*). Es el ciclo de prueba de estado transitorio establecido por la Agencia de Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos (EPA), para la medición de emisiones de motores diesel y gasolina utilizados en vehículos pesados y el cual se encuentra especificados en el Código Federal de Regulaciones de ese país, CFR, título 40, partes 86 a 99, subparte N.

3.7 Dinamómetro. Aparato utilizado para medir la potencia generada por un vehículo automotor o motor solo, a través de aplicaciones de velocidad y torque.

3.8 Equipo de medición. Es el conjunto completo de dispositivos, incluyendo todos los accesorios, para la operación normal de medición de las emisiones.

3.9 Emisión de escape. Es la descarga al aire de una o más sustancias, en estado sólido, líquido o gaseoso o, de alguna combinación de estos, proveniente del sistema de escape de una fuente móvil.

3.10 Fuente móvil. Es la fuente de emisión que por razón de su uso o propósito es susceptible de desplazarse propulsado por su propia fuente motriz. Para propósitos de esta norma, son fuentes móviles todos los vehículos automotores.

3.11 Humo. Residuo resultante de la combustión incompleta, que se compone en su mayoría de carbón, cenizas, y de partículas sólidas visibles en el medio ambiente.

3.12 Homologación. Es el reconocimiento de la autoridad ambiental competente a los procedimientos de evaluación de emisiones o a los equipos o sistemas de medición o de inspección de emisiones, que dan resultados comparables o equivalentes a los procedimientos, equipos o sistemas definidos en esta norma.

3.13 Informe técnico. Documento que contiene los resultados de la medición de las emisiones del motor, operando en las condiciones contempladas en esta norma.

3.14 Marcha mínima o ralentí. Es la especificación de velocidad del motor establecidas por el fabricante o ensamblador del vehículo, requeridas para mantenerlo funcionando sin carga y en neutro (para cajas manuales) y en parqueo (para cajas automáticas). Cuando no se disponga de la especificación del fabricante o ensamblador del vehículo, la condición de marcha mínima o ralentí se establecerá en un máximo de 1 100 r.p.m.

3.15 Masa máxima. Es la masa equivalente al peso bruto del vehículo.

3.16 Motor. Es la principal fuente de poder de un vehículo automotor que convierte la energía de un combustible líquido o gaseoso en energía cinética.

3.17 Opacidad. Grado de reducción de la intensidad de la luz visible que ocasiona una sustancia al pasar aquella a través de esta.

3.18 Partículas. Son sustancias sólidas emitidos a través del escape de un vehículo automotor o de un motor en prueba, producto de una combustión incompleta o de la presencia de elementos extraños en el combustible.

3.19 Peso bruto del vehículo. Es el peso neto del vehículo más la capacidad de carga útil o de pasajeros, definida en kilogramos.

3.20 Peso neto del vehículo. Es el peso real solo del vehículo en condiciones de operación normal con todo el equipo estándar de fábrica, más el combustible a la capacidad nominal del tanque.

3.21 Peso de referencia. Es el peso neto del vehículo más 100 kg.

3.22 Peso del vehículo cargado. Es el peso neto del vehículo más 136,08 kg (300 lb).

3.23 Porcentaje de opacidad. Unidad de medición que define el grado de opacidad del gas de escape de una fuente móvil emisora.

3.24 Prueba dinámica. Es la medición de emisiones que se realiza con el vehículo o motor sobre un dinamómetro, aplicando los ciclos de prueba descritos en la presente norma.

3.25 Temperatura normal de operación. Es aquella que alcanza el motor después de operar un mínimo de 10 minutos en marcha mínima (ralentí), o cuando en estas mismas condiciones la temperatura del aceite en el cárter del motor alcance 75°C o más. En las fuentes móviles equipadas con electroventilador esta condición es confirmada después de operar un ciclo.

3.26 Vehículo automotor. Vehículo de transporte terrestre, de carga o de pasajeros, que se utiliza en la vía pública, propulsado por su propia fuente motriz.

3.27 Vehículo o motor prototipo o de certificación. Vehículo o motor de desarrollo o nuevo, representativo de la producción de un nuevo modelo.

4. CLASIFICACIÓN

Para los propósitos de esta norma, se establece la siguiente clasificación de los vehículos automotores:

4.1 Según la agencia de protección ambiental de los estados unidos (EPA), la siguiente clasificación se aplica únicamente para los ciclos de prueba FTP-75 y ciclo transiente pesado.

4.1.1 *Vehículo liviano.* Es aquel vehículo automotor tipo automóvil o derivado de éste, diseñado para transportar hasta 12 pasajeros.

4.1.2 *Vehículo mediano.* Es aquel vehículo automotor cuyo peso bruto vehicular es menor o igual a 3 860 kg, cuyo peso neto vehicular es menor o igual a 2 724 kg y cuya área frontal no exceda de 4,18 m^2. Este vehículo debe estar diseñado para:

4.1.2.1 Transportar carga o para convertirse en un derivado de vehículos de este tipo

4.1.2.2 Transportar más de 12 pasajeros

4.1.2.3 Ser utilizado u operado fuera de carreteras o autopistas y contar para ello con características especiales.

4.1.3 *Vehículo pesado.* Es aquel vehículo automotor cuyo peso bruto del vehículo sea superior a 3 860 kg, o cuyo peso neto del vehículo sea superior a 2 724 kg, o cuya área frontal excede de 4,18 m^2.

4.2 Según la Unión Europea, estas definiciones se aplican únicamente para los ciclos de prueba ECE- 49 y ECE-15 + EUDC.

4.2.1 Categoría M. Vehículos automotores destinados al transporte de personas y que tengan por lo menos cuatro ruedas.

4.2.1.1 *Categoría M1.* Vehículos automotores destinados al transporte de hasta 8 personas más el conductor.

4.2.1.2 *Categoría M2.* Vehículos automotores destinados al transporte de más de 8 personas más el conductor y cuya masa máxima no supere las 5 toneladas.

4.2.1.3 *Categoría M3.* Vehículos destinados al transporte de más de 8 personas más el conductor y cuya masa máxima supere las 5 toneladas.

4.2.2 *Categoría N.* Vehículos automotores destinados al transporte de carga, que tengan por lo menos cuatro ruedas.

4.2.2.1 *Categoría N1.* Vehículos automotores destinados al transporte de carga con una masa máxima no superior a 3,5 toneladas.

4.2.2.2 *Categoría N2.* Vehículos automotores destinados al transporte de carga con una masa máxima superior a 3,5 toneladas e inferior a 12 toneladas.

4.2.2.3 *Categoría N3.* Vehículos automotores destinados al transporte de carga con una masa máxima superior a 12 toneladas.

5. DISPOSICIONES GENERALES

5.1 Los importadores y ensambladores de vehículos deben obtener la certificación de emisiones expedida por la casa fabricante o propietaria del diseño del vehículo y avalada por la autoridad competente del país de origen, o de un laboratorio autorizado por ella. Los procedimientos de evaluación base para las certificaciones serán los ciclos FTP-75, ciclo transiente pesado ECE 15 + EUDC o ECE 49, según las características del vehículo.

5.2 Los importadores y ensambladores están obligados a suministrar copia de la certificación de emisiones a quienes adquieran los vehículos.

5.3 La autoridad competente podrá en cualquier momento verificar la legalidad de las certificaciones presentadas por los importadores y ensambladores sobre el cumplimiento de los requisitos establecidos en esta norma, así como las características de funcionamiento de los equipos y procedimientos utilizados para la medición de la opacidad en aceleración libre.

6. REQUISITOS

6.1 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de diesel. Ciclos FTP-75 y ciclo transiente pesado (prueba dinámica).

6.1.1 Toda fuente móvil de diesel que se importe o se ensamble en el país no podrá emitir al aire monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOx) y partículas en cantidades superiores a las indicadas en la tabla 1.

TABLA 1. Límites máximos de emisiones permitidos para fuentes móviles con motor de diesel (prueba dinámica)* a partir del año modelo 2000 (ciclos americanos)

Categoría	Peso bruto del vehículo kg	Peso del vehículo cargado kg	CO g/km	HC g/km	NOx g/km	Partículas g/km	CICLOS DE PRUEBA
Vehículos Livianos	Todos	Todos	2,10	0,25	0,62	0,12	FTP - 75
Vehículos Medianos	≤ 3 860	≤ 1 700	6,2	0,5	0,75	0,16	
		> 1 700 ≤ 3 860	6,2	0,5	1,1	0,28	
Vehículos Pesados**	> 3 860	Todos	15,5	1,3	5,0	0,10***	Transiente pesado

* prueba realizada a nivel del mar
** en g/bHP-h (gramos / brake Horse Power-hora)
*** para buses urbanos el valor es 0,07 g/bHP-h

6.2 Límites máximos de emisiones para fuentes móviles de diesel. Ciclos ECE-15+ EUDC o ECE-49 (prueba dinámica).

6.2.1 Toda fuente móvil con motor de diesel no podrá emitir al aire monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOx) y partículas, en cantidades superiores a las indicadas en la tabla 2.

TABLA 2. Límites máximos de emisiones para fuentes móviles con motor de diesel (prueba dinámica)* a partir del año modelo 2000 (ciclos europeos).

Categoría	Peso bruto del vehículo kg	Peso de Referencia kg	CO g/km	HC g/km	NOx g/km	Partículas g/km	CICLOS DE PRUEBA
M1 [1]	≤ 3 500	Todos	2,72	0,97 [4]		0,14	ECE -15 + EUDC
M1 [2], N1		≤ 1 250	2,72	0,97 [4]		0,14	
		> 1 250 ≤ 1 700	5,17	1,4 [4]		0,19	
		> 1 700	6,9	1,7 [4]		0,25	
N2, N3, M2 M3 [3]	> 3 500	Todos	4,0	1,1	7,0	0,15	ECE - 49

* Prueba realizada a nivel del mar

[1] Vehículos que transportan hasta 5 pasajeros más el conductor y con un peso bruto del vehículo menor o igual a 2,5 toneladas.

[2] Vehículos que transportan más de 5 pasajeros más el conductor o cuyo peso bruto del vehículo exceda de 2,5 toneladas.

[3] Unidades g/kWh

[4] HC + NOx

6.3 Requisitos máximos de opacidad de humos para fuentes móviles de diesel. Prueba de aceleración libre.

6.3.1 Toda fuente móvil con motor de diesel, en condición de aceleración libre, no podrá descargar al aire humos en cantidades superiores a las indicadas en la tabla 3.

TABLA 3. Límites máximos de opacidad de emisiones para fuentes móviles con motor de diesel (prueba de aceleración libre)

Año modelo	% Opacidad
2000 y posteriores	50
1999 y anteriores	60

7. MÉTODO DE ENSAYO

7.1 Determinación de la opacidad de gases de motores diesel mediante la prueba estática en aceleración libre.

7.1.1 Seguir el procedimiento descrito en la NTE INEN 2 202.

SERVICIOS TÉCNICOS Y LABORATORIOS PARA LA INDUSTRIA
Calle N71H Oe5-251 y Catón Cárdenas (Sector El Condado) • Teléfono: 602 0027
Telefax: 249 0600 / Cel.: 09 294 6828 • Email: sertinlab@yahoo.com

INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICOS

Nº 7750 - 17

Cliente: *Ing. Francisco Espinosa* ***Central:*** -

Dirección: *Las Casas, Conjunto Selva Alegre, Casa 32.*

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

Fecha Recepción:	8 de febrero de 2017	***Fecha Inicio Análisis:***	8 de febrero de 2017
Código Muestra:	7750 -17	***Fecha de Fin Análisis:***	9 de febrero de 2017
Identificación:	Motorex	***Placa:***	-
Observaciones:	-		

Muestreado por el **CLIENTE:** SI ***Muestreado por SERTINLAB:*** -

Fecha Muestreo:	-	***Tipo de Muestra:***	Tratamiento para diesel
Punto de Muestreo:	-	***Observaciones:***	-
Muestreado por:	-	T_{Amb} **:**	- °C H_R: -

Cond. Laboratorio: *Presión:* ***546,6*** *mmHg* *Temperatura:* **21** °C H_R: **57%**

RESULTADOS

ITEM	PRUEBAS REALIZADAS	MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADOS
1	(*) Contenido de Agua	ASTM D-95	%v	-
2	(*) BS&W	ASTM D-4007	%v	-
3	(*) Densidad a 15 °C	ASTM D-1298	kg/m^3	-
4	(*) Densidad a 20 °C	ASTM D-1298	kg/m^3	871,2531
5	Gravedad Específica	ASTM D-1298	60/60 °F	-
6	(*) Gravedad API	ASTM D-1298	°API	-
7	Viscosidad a 80 °F	PEE/SERT/08 Ref.: ASTM D-445	mm^2/s (cSt)	-
8	Viscosidad a 40 °C	PEE/SERT/08 Ref.: ASTM D-445	mm^2/s (cSt)	1,3985
9	Viscosidad a 50 °C	PEE/SERT/08 Ref.: ASTM D-445	mm^2/s (cSt)	-
10	Punto de inflamación copa abierta	PEE/SERT/05 Ref.: ASTM D-92	°C	74
11	(*) Número de Base (TBN)	ASTM D-2896	mg KOH/g	-
12	(*) Punto de Fluidez	ASTM D-97	°C	-
13	(*) Índice de Cetano	ASTM D-976	nº	69,1
14	(**) Contenido de Azufre	ASTM D-4294	%p	-
15	(**) Poder Calórico Superior	ASTM D-240	kJ/kg	-
16	(**) Poder Calórico Inferior	ASTM D-240	kJ/kg	-
17	(**) Contenido de Cenizas	ASTM D-482	%p	-
18	(**) Residuo de Carbón Conradson	ASTM D-189	%p	-
19	(**) Residuo de Carbón Ramsbottom	ASTM D-524	%p	-

Los ítems 5, 7, 8, 9 y 10 se encuentran amparados por la acreditación No. OAE LE C 10-014.
Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE.
NOTA: Los valores de incertidumbre de los resultados para los métodos acreditados están disponibles en los archivos de SERTINLAB S.A., y el cliente puede solicitarlos si lo requiere.
(**) Éstos análisis fueron realizados en un laboratorio nacional subcontratado, evaluado y aprobado por SERTINLAB

Realizado por: ***Revisado y Aprobado por:***

CERTIFICACIÓN ELECTRÓNICA — Firmado Digitalmente por: CHRISTIAN FABRICIO GOMEZ PEREZ — Razon Social: SERVICIOS TECNICOS Y LABORATORIOS PARA LA INDUSTRIA — SERTINLAB SA — Cargo: TECNICO ANALISTA — Hora local: 09/02/2017 12:38

SertinLab SERVICIOS TÉCNICOS Y LABORATORIOS PARA LA INDUSTRIA

CERTIFICACIÓN ELECTRÓNICA — Firmado Digitalmente por: RUBEN ALEJANDRO FELIX MENA — Razon Social: SERVICIOS TECNICOS Y LABORATORIOS PARA LA INDUSTRIA — SERTINLAB SA — Cargo: GERENTE TECNICO — Hora local: 09/02/2017 12:39

AC2105-02

- Los resultados contenidos en este informe corresponden a la muestra analizada bajo las condiciones de prueba.
- Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento sin autorización previa escrita.