



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO MECÁNICO

TEMA:

“APLICACIÓN DE LA NORMA NTE INEN 2207: 2002 EN LA MEDICIÓN DE EMISIONES DE GASES EN VEHÍCULOS A DIESEL EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS HUACHI”

AUTOR: Christian Saúl Pérez Gavilanes

TUTOR: Ing. Alejandra Marlene Lascano Moreta, Mg

AMBATO - ECUADOR

2020

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico, con el tema “APLICACIÓN DE LA NORMA NTE INEN 2207: 2002 EN LA MEDICIÓN DE EMISIONES DE GASES EN VEHÍCULOS A DIESEL EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS HUACHI.”, realizado por el señor Christian Saúl Pérez Gavilanes, portador de la cédula de ciudadanía: 1850169689, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Mecánica. CERTIFICO que la presente investigación fue elaborada en su totalidad por el autor, revisado cada uno de sus capítulos y ha sido finalizado.

Ambato, agosto 2020



.....
Ing. Alejandra Lascano, Mg

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, Christian Saúl Pérez Gavilanes, portador de la C.I. 1850169689, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, declaro que las investigaciones realizadas en el presente proyecto técnico con el tema: “APLICACIÓN DE LA NORMA NTE INEN 2207: 2002 EN LA MEDICIÓN DE EMISIONES DE GASES EN VEHÍCULOS A DIESEL EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS HUACHI.”, Así como las ideas, análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones, son inéditos y de absoluta responsabilidad del autor.

Ambato, agosto 2020



.....
Christian Saúl Pérez Gavilanes

C.I. 1850169689

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Yo, Christian Saúl Pérez Gavilanes, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de él, una fuente aprovechable para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Universidad.

Concedo los derechos de mi Proyecto Técnico con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este Proyecto Técnico dentro de las regulaciones de la Institución, siempre y cuando esta reproducción sea sin fines de lucro y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, agosto 2020



.....
Christian Saúl Pérez Gavilanes

C.I. 1850169689

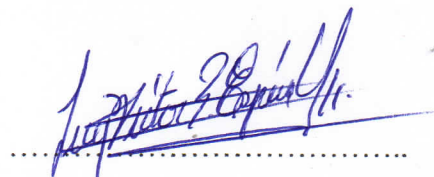
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

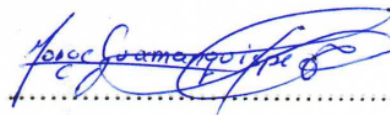
Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico realizado por el egresado Christian Saul Pérez Gavilanes de la carrera de Ingeniería Mecánica, bajo el tema: “APLICACIÓN DE LA NORMA NTE INEN 2207: 2002 EN LA MEDICIÓN DE EMISIONES DE GASES EN VEHÍCULOS A DIESEL EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS HUACHI.”

Ambato, 19 de agosto del 2020

Para constancia firman:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Victor Espin', written over a horizontal dotted line.

Ing. Víctor Espin

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jorge Guamanquispe', written over a horizontal dotted line.

Ing. Jorge Guamanquispe

DEDICATORIA

“Yo soy la vid, vosotros los pámpanos; el que permanece en mí, y yo en él, este lleva mucho fruto; porque separados de mí nada podéis hacer.”

S. Juan 15:5

Este trabajo está dedicado primero a Dios por darme la salud, sabiduría, y sobre todo las fuerzas para culminar con esta etapa de mi vida, porque no seríamos nada sin su voluntad.

Dedicado a mi compañera de vida, mi amiga, mi soporte, mi consejera y sobre todo mi madre Amparito Gavilanes por ser pilar fundamental de mi vida, que con sus palabras de aliento nunca me dejó desistir en este duro caminar, que estuvo conmigo en los buenos y malos momentos, con su apoyo incondicional, dándome el ejemplo de una mujer fuerte y luchadora, en donde su prioridad siempre fueron sus hijos. Nada de esto sería posible si no fuera por ti y a tu esfuerzo, mis éxitos son tus éxitos.

Todo este trabajo y mi esfuerzo es dedicado para ti, que veas reflejado en mí todo lo que soñaste en un hijo. Cada prueba, cada batalla, cada caída la he superado contigo, faltarían palabras de gratitud para expresarte mi sentir, y la vida no me alcanzaría para pagarte. Gracias Madre.

AGRADECIMIENTO

“Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.”

Filipenses 4:13

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Ing. Alejandra Lascano por ser parte fundamental para la culminación de este trabajo, por compartir sus conocimientos conmigo, por confiar en mí y en mis conocimientos.

Agradecer al Ing. Oscar Tène y todo el personal del Centro de Apoyo al Desarrollo Metalmecánico CADME, por abrirme las puertas de tan honorable Organismo de Inspección para apoyar el desarrollo del presente trabajo y permitirme formar parte de su personal técnico.

Mi agradecimiento a la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica carrera de Ingeniería Mecánica y a todo su personal docente por compartir sus conocimientos conmigo.

Un agradecimiento especial a mis padres, Amparito Gavilanes y Asdrúbal Pérez por darme la vida y el apoyo para hacer que este sueño posible, a mi hermana Verónica Pérez por su apoyo incondicional y enseñarme que la vida es una batalla de la cual hay que salir como un valiente soldado triunfante, a mi cuñado Vinicio Vargas que siempre ha sido un ejemplo a seguir en mi vida y que sus consejos me han ayudado en tiempos difíciles, a mi tía Patricia Pérez por estar siempre pendiente de mi ayudándome a cumplir con esta meta en mi vida y ser como una segunda madre para mí, a mis sobrinas Paulette y Doménica Vargas por impulsarme a ser siempre mejor y demostrarles que en la vida todo es posible si se desea con el alma, y a todas las personas amigos, amigas y familiares que hicieron que este duro camino sea más ligero y cumplir con uno de mis sueños.

Y agradecerle a una persona muy especial en mi vida que siempre confió en mí y en mi capacidad para seguir adelante, que con su apoyo y palabras llenas de amor me impulso a conseguir cosas grandes y a luchar para cumplir muchos más sueños juntos.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
RESUMEN EJECUTIVO	xv
ABSTRACT EXECUTIVE	xvi
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Tema	1
1.2. Antecedentes.....	1
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Fundamentación teórica.....	4
1.4.1. Motores diesel.....	4
1.4.2. Combustible diesel	5
1.4.3. Contaminantes producidos por el motor diesel	6
1.4.4. Opacidad.....	9
1.4.5. Opacímetro	9

1.4.6.	Límites máximos de opacidad permitidos en el Ecuador	11
1.4.7.	Delimitación del área de estudio	11
1.4.8.	Efectos perjudiciales en la salud de las emisiones de gases	12
1.4.9.	Control de emisiones	13
CAPÍTULO II		16
METODOLOGÍA		16
2.1.	Métodos	16
2.2.	Materiales	17
2.3.	Selección de alternativas	17
2.4.	Procedimiento para la medición de gases con el equipo MDO 2 LON.....	20
2.4.1.	Alcance	20
2.4.2.	Definiciones.....	20
2.4.3.	Disposiciones generales.....	20
2.4.4.	Condiciones ambientales	21
2.4.5.	Procedimiento de operación del medidor de gases MDO 2 LON	22
2.4.6.	Procedimiento de calibración del equipo MDO 2 LON	31
2.4.7.	Procedimiento de mantenimiento del equipo MDO 2 LON.....	35
2.5.	Especificaciones técnicas del analizador de gases MDO 2 LON	37
2.6.	Ficha técnica vehicular de resultados	41
2.7.	Población y muestra	41
CAPÍTULO III		43
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		43
3.1.	Recolección de datos de emisión de gases	43
3.2.	Determinación de los vehículos a diesel.....	46
3.3.	Correlación de Pearson	48
3.3.1.	Correlación de Pearson % de opacidad vs años de vehículos a diesel	49
3.3.2.	Correlación del valor k vs años de vehículos	50

3.3.3.	Análisis de camionetas por marca	52
3.3.4.	Análisis de camiones por marca	59
3.3.5.	Análisis de buses por marca	61
3.4.	Análisis de emisiones de gases camionetas	64
3.5.	Análisis de emisiones de gases camiones	67
3.6.	Análisis de emisiones de gases buses	68
CAPÍTULO IV		70
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		70
4.1.	Conclusiones	70
4.2.	Recomendaciones	72
4.3.	Bibliografía	73
ANEXOS.....		75
ANEXO 1: Límites máximos permitidos de opacidad		76
ANEXO 2: Características técnicas de opacímetro		76
ANEXO 3: Reporte de recaudación por tarjeta de parqueador 2015 al 2018.....		77
ANEXO 4: Certificado de calibración opacímetro MDO 2 LON.....		78
ANEXO 5: Ficha técnica vehicular de resultados.....		79
ANEXO 6: Evidencia fotográfica de mediciones realizadas		81

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig 1. Motor diesel.....	4
Fig 2. Esquema de formación de partículas de hollín.....	8
Fig 3. Oxidación del hollín.....	8
Fig 4. Funcionamiento esquemático opacímetro.....	10
Fig 5. Dispersión de luz.....	10
Fig 6. Predios de la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi.....	11
Fig 7. Catalizador para motores diesel.....	13
Fig 8. Partes generales del catalizador para motores diesel.....	14
Fig 9. Catalizador metálico.....	15
Fig 10. Equipo MAHA MDO 2 LON.....	19
Fig 11. Cable de alimentación.....	22
Fig 12. Sonda de medición de gases.....	22
Fig 13. Cable de conexión de datos.....	23
Fig 14. Captador de revoluciones.....	23
Fig 15. Sensor de temperatura y varilla de medición de aceite.....	24
Fig 16. Sensor de temperatura.....	24
Fig 17. Arranque del programa EURO SYSTEM.....	25
Fig 18. Pantalla de reconocimiento de equipos.....	25
Fig 19. Menú principal EURO SYSTEM.....	26
Fig 20. Selección de analizadores.....	26
Fig 21. Pantalla de información.....	27
Fig 22. Menú principal opacímetro MDO 2 LON.....	27
Fig 23. Datos identificativos del vehículo.....	28

Fig 24. Características del vehículo a inspeccionar.....	28
Fig 25. Inspección visual del vehículo a inspeccionar.....	29
Fig 26. Ajuste MDO 2 LON.....	29
Fig 27. Medición de aceleración.....	30
Fig 28. Vehículos a diesel	46
Fig 29. Camionetas Universidad Técnica de Ambato campus Huachi.....	47
Fig 30. Camiones Universidad Técnica de Ambato campus Huachi.....	47
Fig 31. Buses Universidad Técnica de Ambato campus Huachi.....	48
Fig 32. Correlación de Pearson porcentaje de opacidad vs año de camionetas.....	49
Fig 33. Correlación de Pearson porcentaje de opacidad vs año de camiones.....	50
Fig 34. Correlación de Pearson porcentaje de opacidad vs año de buses.....	50
Fig 35. Correlación de Pearson valor k vs año de camionetas.....	51
Fig 36. Correlación de Pearson valor k vs año de camiones.....	52
Fig 37. Correlación de Pearson valor k vs año de buses.....	52
Fig 38. Temperatura de aceite en camionetas Chevrolet.....	53
Fig 39. Correlación de Pearson camionetas Chevrolet %.....	53
Fig 40. Correlación de Pearson camionetas Chevrolet valor k.....	54
Fig 41. Temperatura de aceite en camionetas Toyota.....	54
Fig 42. Correlación de Pearson camionetas Toyota %.....	55
Fig 43. Correlación de Pearson camionetas Toyota valor k.....	55
Fig 44. Temperatura de aceite en camionetas Great Wall.....	56
Fig 45. Correlación de Pearson camionetas Great Wall %.....	57
Fig 46. Correlación de Pearson camionetas Great Wall valor k.....	57
Fig 47. Temperatura de aceite en camionetas Mazda.....	58

Fig 48. Correlación de Pearson camionetas Mazda %.....	58
Fig 49. Correlación de Pearson camionetas Mazda valor k.....	59
Fig 50. Temperatura de aceite camiones HINO.....	59
Fig 51. Correlación de Pearson camiones HINO %.....	60
Fig 52. Correlación de Pearson camiones HINO valor k.....	60
Fig 53. Temperatura de buses International.....	61
Fig 54. Correlación de Pearson buses International %.....	62
Fig 55. Correlación de Pearson buses International valor k.....	62
Fig 56. Temperatura de aceite buses Chevrolet.....	63
Fig 57. Correlación de Pearson buses Chevrolet %.....	63
Fig 58. Correlación de Pearson buses Chevrolet valor k.....	64
Fig 59. Emisiones de opacidad camionetas.....	67
Fig 60. Emisiones de opacidad camiones.....	68
Fig 61. Emisiones de opacidad buses.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Límites máximo de opacidad permitidos en el Ecuador	11
Tabla 2. Metodología.....	16
Tabla 3. Materiales y recursos.....	17
Tabla 4. Ponderación de alternativas.....	17
Tabla 5. Selección de alternativas	18
Tabla 6. Procedimiento de operación del equipo MDO 2 LON.....	22
Tabla 7. Procedimiento de calibración del equipo MDO 2 LON.....	31
Tabla 8. Procedimiento de mantenimiento del equipo MDO 2 LON	35
Tabla 9. Partes del equipo MDO 2 LON.....	37
Tabla 10. Especificaciones Técnicas del equipo MDO 2 LON.	40
Tabla 11. Ficha de recolección de datos	43
Tabla 12. Correlación de Pearson % de opacidad y año de vehículos a diesel.....	49
Tabla 13. Correlación de Pearson valor k y año de vehículos a diesel	51
Tabla 14. Análisis de emisiones de gases camionetas	65
Tabla 15. Análisis de emisiones de gases camiones	68
Tabla 16. Análisis de emisiones de gases buses	69

RESUMEN EJECUTIVO

Tema:

“APLICACIÓN DE LA NORMA NTE INEN 2207: 2002 EN LA MEDICIÓN DE EMISIONES DE GASES EN VEHÍCULOS A DIESEL EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS HUACHI.”

Autor: Christian Saúl Pérez Gavilanes

Tutor: Ing. Alejandra Lascano, Mg.

El objetivo del presente proyecto técnico es determinar las emisiones de gases producidas por los vehículos a diesel que circulan en la Universidad Técnica de Ambato Campus Huachi, mediante la utilización del analizador de gases de escape de motores diesel MDO 2 LON, previamente escogido entre varios equipos y siendo el óptimo para el desarrollo del presente trabajo, específicamente se determinó el porcentaje de opacidad, entendiendo por este término al valor de la disminución de la magnitud de luz visible que origina un elemento al pasar por medio de la luz, además se determinó la temperatura del aceite, las RPM, y el valor k, siendo este un equivalente del porcentaje de opacidad con unidades diferentes como son los metros a la menos uno, para poder determinar si cumplen con los límites establecidos en la norma NTE INEN 2207:2002, que se subdividen en dos grupos de vehículos los del año 1999 y anteriores, y los del año 2000 y posteriores, tomando en cuenta que la norma específica vehículos automotores y no excluye a ningún vehículo, se sometieron al análisis 62 camionetas, 3 camiones y 6 buses. Se realizó un análisis global de toda la flota vehicular, determinando cual es el tipo de vehículo que más contamina el medio ambiente con un 79 por ciento de porcentaje de opacidad es el bus de marca Chevrolet del año 2008, además con la ayuda de la Correlación de Pearson se realizó un análisis individual por marca y tipo de vehículo, obteniendo en la todos casos una línea de tendencia negativa, es decir, que mientras disminuye el valor de una variable, la otra variable aumenta, esto se presentan a continuación en gráficas y tablas.

Descriptores: porcentaje de opacidad, valor k, temperatura de aceite, rpm, Correlación de Pearson, línea de tendencia.

ABSTRACT EXECUTIVE

Topic:

“APPLICATION OF THE NORM NTE INEN 2207: 2002 IN THE MEDITATION OF EMISSIONS OF GASES IN VEHICLES OF DIESEL IN THE UNIVERSITY TECHNICAL OF AMBATO CAMPUS HUACHI.”

Author: Christian Saúl Pérez Gavilanes

Tutor: Ing. Alejandra Lascano, Mg.

The objective of this technical project is to determine the gas emissions produced by diesel vehicles circulating at the Technical University of Ambato Campus Huachi, using the exhaust gas analyser of diesel engines MDO 2 LON, previously chosen among several teams and being the optimal for the development of this work, the percentage of opacity was specifically determined, this term is understood to mean the value of the decrease in the magnitude of visible light generated by an element when passing through the light, in addition the oil temperature, the RPM, and the value k were determined, being this an equivalent of the percentage of opacity with different units such as the meters at least one , in order to be able to determine whether they comply with the limits set out in NTE INEN 2207:2002, which are subdivided into two groups of vehicles, those of 1999 and earlier, and those of 2000 and later, Taking into account that the specific standard for motor vehicles does not exclude any vehicle, 62 vans, 3 trucks and 6 buses were submitted for analysis. A global analysis of the entire vehicle fleet was carried out, determining the type of vehicle that most pollutes the environment with 79 percent opacity percentage is the bus brand Chevrolet of the year 2008, In addition, with the help of the Pearson Correlation, an individual analysis was carried out by brand and type of vehicle, obtaining in all cases a negative trend line , that is, as the value of one variable decreases, the other variable increases, this is presented below in graphs and tables.

Descriptors: percentage opacity, k-value, oil temperature, rpm, Pearson Correlation, trend line

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Tema

Aplicación de la norma NTE INEN 2207: 2002 en la medición de emisiones de gases en vehículos a diesel en la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi.

1.2. Antecedentes

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, este tema ha sido de mucho interés para desarrollar varias investigaciones en las ciudades más importantes del Ecuador, con el fin de llevar un control para remediar el deterioro ambiental [1].

En el año 2017 en la ciudad de Quito en una investigación realizada por parte de la Universidad Técnica Equinoccial se realizó un estudio de emisiones de gases en vehículos a diesel comparando el combustible comercializado en el Ecuador y el combustible comercializado en Colombia, en donde después de analizar los valores de opacidad de la muestra determinada en dicha investigación [2].

Se determinó que el combustible comercializado en Colombia genera menor porcentaje de opacidad, al igual que produce mejores valores de rendimiento en el vehículo [2].

Por lo cual, una las recomendaciones de la investigación es el análisis químico del combustible colombiano para mejorar la calidad del combustible ecuatoriano y así reducir los valores de opacidad en los vehículos [2].

Al igual, en la ciudad de Quito en el año 2016 con colaboración de la Secretaria de Ambiente, el Organismo de Inspección CCICEV realizó un análisis de pruebas estáticas de mediciones de opacidad y material particulado en varios modelos de vehículos a diesel de diferentes años de fabricación. En dicha investigación se encontró que el 80% de los vehículos analizados sobrepasan el límite referencial de la norma NTE INEN 2207:2002 (Valor referencial máximo 50%) [3].

Por otro lado, en la ciudad de Cuenca en el año 2008 la Universidad Politécnica Salesiana, realizó un 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 donde se determinó que la principal fuente emisora de gases contaminantes es el tráfico vehicular que aporta el 85% de las emisiones totales evaluadas y que el tráfico vehicular es el principal promotor de los gases de efecto invernadero por lo que afecta a la salud de las personas al estar expuestas a los gases contaminantes de las fuentes móviles por periodos considerables de tiempo [1].

Con la implementación de las Revisiones Técnicas Vehiculares, el Distrito Metropolitano de Quito y Cuenca, han tenido efectos positivos en cuanto a la reducción de las emisiones contaminantes e incluso han logrado reducir el número de accidentes de tránsito [1].

La provincia de Tungurahua actualmente no dispone de Revisiones Técnicas Vehiculares en cuanto a las mediciones de gases aun siendo la misma la cuarta ciudad en el país con más índice de compra de vehículos y su crecimiento vehicular es aproximadamente del 2% anual [4].

En un artículo técnico, realizado por la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra, en donde se realizó la identificación de las emisiones de gases de escape en motores diesel con normativa EURO 3, se encontraron datos en donde podemos observar que el diesel comercializado en el Ecuador para cumplir con los parámetros de dicha normativa necesita reducir un 40 % el contenido de azufre [5].

Los límites de emisiones de gases contaminantes producidos por fuentes móviles terrestres que usan diesel como combustibles están establecidos mediante la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2207 para cumplir el acuerdo sobre emisiones, fue modificada siguiendo los requisitos de emisión conforme la norma Euro 3 con el fin de que todos los vehículos ensamblados o importados en el país cumplan con la normativa. Es importante disponer de combustibles mejor refinados con el propósito de reducir el contenido de azufre del diesel Premium que posee 500 ppm. Mientras que la tecnología de motores Euro 3 está diseñada para funcionar con un combustible de 300 ppm, en estas condiciones la tecnología euro no será compatible con el gasóleo que se dispone en el país [5].

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Determinar las emisiones de gases producidas por los vehículos a diesel que circulan en la Universidad Técnica de Ambato Campus Huachi, mediante la utilización de un analizador de gases de escape de motores diesel.

1.3.2. Objetivos específicos

- Desarrollar un procedimiento para la medición de los gases que emiten los vehículos a diesel que circulan en la Universidad Técnica de Ambato Campus Huachi.

En base a lo descrito en la en la norma NTE INEN 2207 y el manual original de funcionamiento del analizador de gases, se realizará el procedimiento para la correcta utilización del equipo y toma de datos.

- Determinar mediante la utilización del analizador de gases de escape de motores diesel los porcentajes de emisiones de opacidad, coeficiente de absorción (K), número de revoluciones (RPM) y temperatura del aceite.

Con utilización del analizador de gases de escape de motores diesel y la ayuda de la interfaz con la que cuenta podremos visualizar los porcentajes de emisiones de opacidad, coeficiente de absorción (K), número de revoluciones (RPM) y temperatura del aceite, de cada vehículo que se someta al proceso de medición.

- Realizar fichas técnicas vehiculares para establecer tablas de límites máximos de emisiones de gases conforme el año del modelo de cada vehículo obtenido en la muestra.

Las fichas técnicas vehiculares se realizarán en una matriz de datos con la utilización de una hoja de cálculo, tomando en referencia los límites máximos que permite la norma NTE INEN 2207:2002 vigente.

- Determinar si las emisiones de gases producidas por los vehículos a diesel que circulan en la Universidad Técnica de Ambato, Campus Huachi se encuentran en el rango de los límites establecidos por las normativas nacionales vigentes.

Las fichas técnicas vehiculares conforme a los parámetros expuestos en la misma ayudarán a determinar si las emisiones de gases de los vehículos revisados se encuentran dentro del rango permitido en la norma NTE INEN 2207:2002 vigente.

1.4. Fundamentación teórica

1.4.1. Motores diesel

Este tipo de motores son denominados motores térmicos de combustión interna al igual que los motores a gasolina, en la figura 1 se puede observar un esquema de un motor diesel, con la diferencia que los motores diesel no necesitan de una chispa para provocar su encendido, estos motores se encienden gracias a la compresión de la mezcla aire-combustible a temperaturas elevadas en el interior del cilindro lo que causa la combustión [6].

El proceso de combustión se lo realiza en el interior del motor de acuerdo a un ciclo cerrado, en donde se utiliza aire, que al ser comprimido por el pistón que sube hasta alcanzar el punto muerto genera grandes presiones y temperaturas, en conjunto con la inyección de combustible, éste logra encenderse, lo que provoca que el pistón descienda, terminando así el ciclo que nos entrega el trabajo, posteriormente cuando el pistón sube nuevamente elimina los gases residuales del proceso de combustión, y el proceso vuelve a iniciar con un nuevo ciclo [6].

A diferencia de los motores a gasolina, los motores diesel necesitan una gran cantidad de aire para que ocurra el proceso de combustión, recompensando así, las malas condiciones que se dan en la mezcla, lo que le permite tener un mayor rendimiento térmico a cargas bajas [6].

Algunas de las ventajas más destacables que posee el motor a diesel son: inferior consumo de combustible, porcentaje menor de contaminación, larga duración del motor, sistema de inyección de combustible directa a presiones altas, y un gran rendimiento [6].

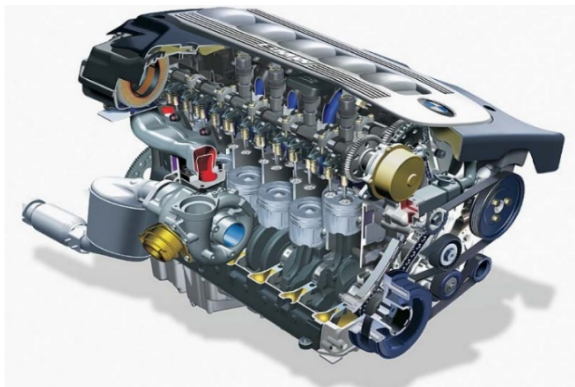


Fig 1. Motor diesel [6]

1.4.2. Combustible diesel

El combustible diesel es un líquido de tono verde claro cuya densidad es de 0.85 g/cm³, utilizado como combustible en motores a diesel. Este es originalmente destilado del petróleo, sin embargo, también existe el denominado biodiesel que se obtiene de aceites vegetales [7].

El mismo que, en los motores diesel ha sido un punto clave para lograr una eficiencia térmica de hasta 48%, motivo por el cual se lo ha empleado en varios campos donde el trabajo para un motor es exigente. Además, de lograr una eficiencia mayor a la que un motor a gasolina puede brindar, el precio del diesel en Ecuador tiene un costo inferior a la gasolina tanto en extra y super, también se puede tomar en cuenta que los motores diesel son diseñados para trabajar con altas cargas y tienen una larga vida útil gracias a su buena durabilidad. Sin embargo, existen algunas desventajas al momento del funcionamiento de este tipo de motores, entre ellas se tiene un ruido alto debido a que la cámara de combustión trabaja a gradientes de presión altas, las emisiones de gases tóxicos son las principales desventajas que estos motores presentan [7].

En definitiva, los motores diesel juegan un papel muy importante, ya que los mismos son usados en vehículos de transporte pesado, buses, barcos, camiones, maquinaria agrícola, energía eléctrica, minería, maquinaria industrial entre otras [7].

1.4.2.1. Propiedades del diesel

- **Cetanaje:** es un indicador del porcentaje de cetano que lleva el combustible, mientras este sube el proceso de ignición es más rápido lo que permite mejorar el proceso de combustión, si el porcentaje de cetano es bajo retrasa el proceso de ignición, lo que da paso a obtener grandes niveles de presión y generar ruido excesivo afectando el correcto funcionamiento del motor, lo que conlleva a emitir más gases contaminantes [7].
- **Volatilidad:** se refiere a la rapidez en que el combustible pasa de estado líquido a estado de vapor. En cuanto al combustible diesel, se puede observar la volatilidad del mismo en la temperatura al cual una muestra está el 90% de destilado, que aproximadamente va de 160°C a 190°C y una temperatura máxima de 370°C. Mientras más baja sea la temperatura mayor será la volatilidad del combustible [7].

- **Azufre:** es un componente que se encuentra en el petróleo, el mismo debe ser eliminado en el proceso de refinación, ya que puede contaminar el combustible, hoy en día se pretende tener un límite de azufre de 0,05% mejorando así la calidad del combustible. Este componente es uno de los causantes de la emisión de gases contaminantes al medio ambiente [7].

Al tener un combustible de mayor calidad, no resuelve el problema de contaminación en su totalidad, por lo que se recomienda tener exhaustivos programas de inspección para los vehículos a diesel, tanto en su mantenimiento como en el control de emisiones [7].

- **Aromáticos:** son partículas que contiene el combustible, el contenido de influye en el proceso de combustión y la creación de partículas contaminantes. Además, el porcentaje tiene que ver en la emisión de óxido de nitrógeno y de hidrocarburos al ambiente [7].

- **Densidad:** el combustible diesel tiene una densidad de $0,87 \text{ g/cm}^3$ a una temperatura de 15°C según la ASTM D-1298 [8], este factor es importante al momento que se inyecta diesel en el motor, este proceso está controlado por el volumen o también por el tiempo de una válvula que se denomina solenoide.

La variación de esta propiedad del diesel influye directamente en la potencia que nos entrega el motor, las emisiones contaminantes que produce y el consumo de combustible, debido a que si la densidad cambia el tiempo de inyección de combustible cambia [7].

- **Lubricidad:** esta propiedad es importante para la correcta operación de los motores diesel, este combustible tiene muy buenas propiedades de lubricidad natural, sin embargo, el proceso de refinación para disminuir el porcentaje de azufre ocasiona que los componentes naturales de este combustible empiecen a reducirse, mientras más se baja el nivel de azufre, el riesgo de no tener una lubricación adecuada aumenta [7].

1.4.3. Contaminantes producidos por el motor diesel

- **Óxidos de Nitrógeno:** está compuesto principalmente por monóxido y dióxido de nitrógeno, además de óxido nitroso. Entre las características de este contaminante se puede mencionar un olor particular y color rojo. Se manifiesta al medio ambiente como oxidación atmosférica y temperaturas altas [9].

Efectos: lluvia, smog, enfermedades infecciosas, disminución de la capa de ozono [9].

- **Monóxido de Carbono:** esta entre los principales contaminantes del medio ambiente, no posee olor tampoco color y se manifiesta en la generación de elevadas temperaturas y la oxidación [9].

Efectos: disminución del oxígeno en la sangre, puede llegar a producir la muerte en altas cantidades, molestias en general como cansancio y dolores de cabeza [9].

- **Azufre:** éste se lo puede hallar comúnmente en los combustibles líquidos, y genera los llamados Sox. Además de la formación de material particulado, tiene un olor específico profundo y de color amarillo, produce altas temperaturas de combustión [9].

Efectos: problemas en el sistema respiratorio, afectaciones pulmonares, cambio de metabolismo, dolores de cabeza y en algunos casos puede casuar también ansiedad [9].

- **Hidrocarburos:** en este tipo de emisiones los componentes con mayor presencia son los alcaenos, alcanos y los aromáticos. Se presentan en una composición, heterogénea y a temperatura ambiente en estado sólido, la volatilidad es baja y se los puede encontrar en el aire, tierra y agua que provienen de fuentes naturales [9]. Principalmente, los hidrocarburos son producto de la combustión incompleta, sin embargo, existen otros factores que pueden influir en la formación de los mismos, como la incompleta evaporación del combustible, fugas en el sistema y combustible retenido [9].

Efectos: puede causar tos, cansancio, ojos rojizos, formación de hollín, pueden producir cáncer, mutaciones, enfermedades pulmonares, en algunos casos problemas cardiacos [9].

- **Hollín:** está formado por partículas de carbono compuestas en redes cristalinas. En la figura 2 se puede observar un esquema de cómo se forman las partículas de hollín y la estructura en la que una red nace del proceso, cuando un átomo de hidrógeno se aparta, mientras la deshidrogenación enciende a otra molécula logrando que éste crezca. La formación de hollín se produce en un proceso largo, que viene desde donde cuando el combustible se inflama debido a la compresión existente en la cámara de combustión, hasta el sistema de escape.

A continuación, se describe rápidamente este proceso:

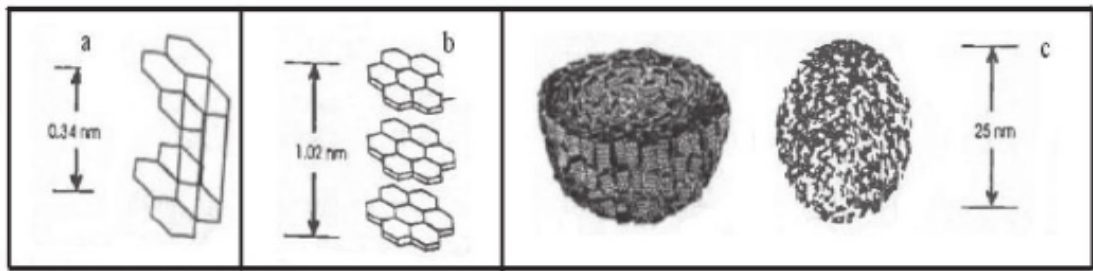


Fig 2. Esquema de formación de partículas de hollín [9]

Nucleación: este proceso se da a altas temperaturas, inicia desde una fase de vapor localizada en regiones abundantes de combustible, dando como resultado la formación de partículas de hollín [9].

Superficial: en esta etapa, lo que se logra es el aumento de masa en la partícula una vez que ya está nucleada y se agregan hidrocarburos en fase de gas [9].

Coagulación: es un fenómeno que se produce por el choque de dos partículas esféricas, da como resultado una sola partícula manteniendo su forma esférica. Su masa es la suma de las dos masas primeras de las partículas que estaban inmersas en el choque [9].

Oxidación: es el proceso mediante el cual se generan los productos de combustión, es decir, el carbono se convierte a hidrocarburo, que generalmente genera el monóxido de carbono cuando es oxidación parcial y dióxido de carbono cuando es oxidación completa. La oxidación de las partículas empieza a temperaturas que superan los 1000 °C, ya que las microestructuras con la que cuentan estas partículas le otorgan una alta resistencia a la oxidación. A continuación, en la figura 3 se puede observar el proceso de oxidación del hollín [9].

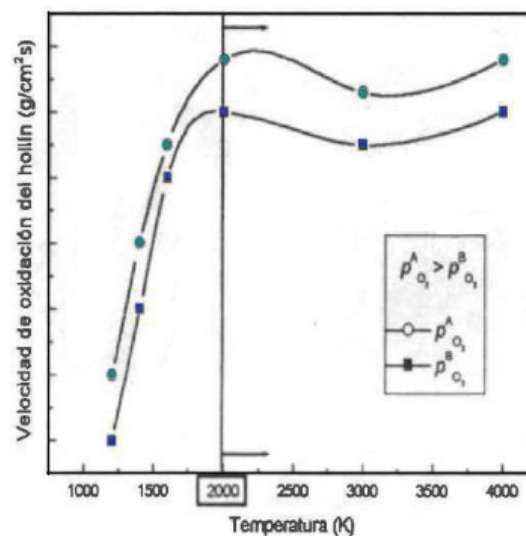


Fig 3. Oxidación del hollín [9]

Adsorción: en este proceso, las moléculas de gas se pegan a las partículas sólidas. En cuanto a los gases emitidos por los vehículos, este proceso se da en los compuestos orgánicos que se adjuntan a las partículas que existen en las emisiones, por lo tanto, el tamaño y la masa del material particulado son afectados [9].

Aglomeración: este proceso se da cuando por medio de fuerzas de cohesión débiles se unen las partículas, un claro ejemplo de esto es la tensión superficial [9].

Condensación: este proceso se da cuando existen altos niveles de saturación y las partículas que se encuentran presentes son estables, esto se da gracias a la nucleación y adsorción. Este proceso puede llegar a influir en el tamaño y la masa del material particulado [9].

1.4.4. Opacidad

En la norma NTE INEN 2207:2002 se define a la opacidad como el valor de la disminución de la magnitud de luz visible que origina un elemento al atravesar este por medio de esta. Es un parámetro que afecta directamente en la calidad del aire y que se lo puede medir fácilmente [10].

1.4.5. Opacímetro

El opacímetro es un instrumento de medición, que nos ayuda determinar el porcentaje de la opacidad de una muestra de humo. La principal emisión contaminante que produce los motores a diesel es el hollín y con la utilización de este equipo se puede estimar el valor de la cantidad de hollín que pueden emitir los motores diesel. En la figura 4 se puede observar un esquema grafico del funcionamiento de este instrumento [9].

Este equipo se compone de tres partes básicamente que son: el terminal, un analizador y la cámara de medición. El proceso de medición empieza cuando los gases entran a un tubo y con la ayuda de un sensor se realiza la medición de la intensidad de luz, para posteriormente determinar la densidad de las partículas [9].

Este tubo cuenta en un extremo con una fuente de luz halógena y en el otro extremo un receptor, funcionan de tal manera que cuando existe una falta gas dentro del tubo, estabiliza la fuerza de la luz para que no se encuentre desfavorecida.

Los valores que entrega este equipo se los puede visualizar en porcentaje de opacidad, cuando está totalmente nublado es 100% y cuando no hay presencia de gas 0%, también en un número proporcional llamado valor k en m^{-1} [9].

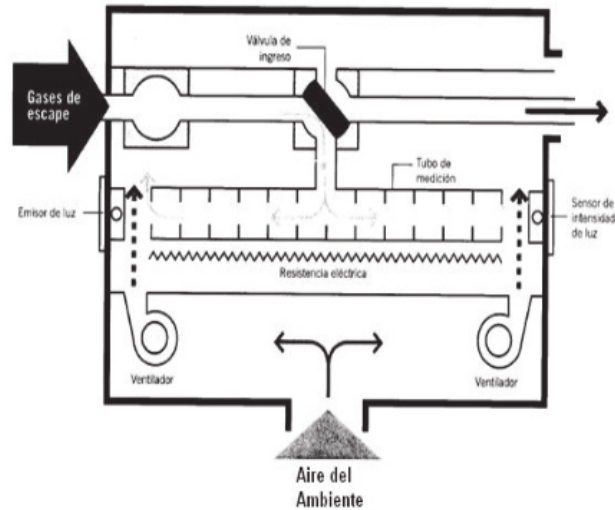


Fig 4. Funcionamiento esquemático opacímetro [9]

1.4.5.1. Medición por dispersión

La dispersión de la luz es un fenómeno y se da cuando la luz se impacta en partículas de polvo como se puede observar en la figura 5, la extensión de la luz se da principalmente por este fenómeno.

Los equipos que realizan el proceso de medición con este método de dispersión por lo general trabajan por muestras, tomando aire del exterior que envuelto en una capa de aire limpio pasa por un sensor de medida, el cual se encarga de medir la dispersión de luz. Los equipos que se basan en este método nos arrojan un valor directo que corresponde a la opacidad del aire medido.

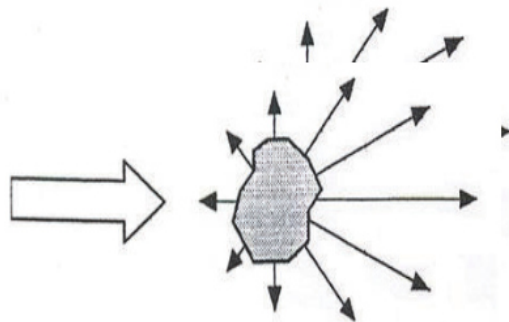


Fig 5. Dispersión de luz [9]

1.4.6. Límites máximos de opacidad permitidos en el Ecuador

Los límites máximos permitidos de opacidad en fuentes móviles con motor a diesel en el Ecuador, se lo puede visualizar en la siguiente tabla 1 tomada de la norma NTE INEN 2207:2002.

Tabla 1. Límites máximo de opacidad permitidos en el Ecuador [10]

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

1.4.7. Delimitación del área de estudio

El área de estudio del presente trabajo se puede observar en la figura 6 y se dio en el interior de los predios de la Universidad Técnica de Ambato Campus Huachi, debido a que existe un gran porcentaje de vehículos y personas que circulan diariamente por los predios, diariamente expuestos a la contaminación de los gases que emiten los vehículos a diesel y a contraer enfermedades graves, ya que existe grandes cantidades de emisiones diarias. El presente trabajo ayudará a determinar el grado de afectación a la comunidad universitaria y las enfermedades que pueden contraer.



Fig 6. Predios de la Universidad Técnica de Ambato Campus Huachi [11]

1.4.8. Efectos perjudiciales en la salud de las emisiones de gases

El material particulado producido por los motores a diesel pueden provocar graves consecuencias en la salud, muchas de ellas desencadenan enfermedades crónico-degenerativas, de manera particular en el sistema respiratorio y cardiovascular [9].

El grado de afectación que producen estas emisiones pueden ser moderadas o severas y dependen del estado de salud, la edad y los hábitos de la persona expuesta, a ello se suma el tiempo, y la cantidad de material particulado generado por el motor diesel [9].

Los motores diesel emiten material particulado, con una superficie característica que absorbe compuestos orgánicos y pueden llegar a ser cancerígenos, estas micropartículas penetran profundamente en el sistema respiratorio determinando un inadecuado intercambio gaseoso entre los pulmones y el torrente sanguíneo. Además, generan alteraciones externas como irritación ocular, nasal, orofaríngeas [9].

1.4.8.1. Efectos a largo plazo

La constante exposición a estas emisiones que producen los vehículos a diesel pueden llegar a causar daños irreversibles principalmente a nivel pulmonar y cardíaco, más frecuente en adultos mayores y con enfermedades a nivel respiratorio. [12].

- **Cáncer:** las emisiones de gases de los vehículos a diesel han sido catalogados por la Organización Mundial de la Salud como agentes cancerígenos, principalmente tumores pulmonares [12].
- **Problemas respiratorios:** las micropartículas y gases generados por motores diesel, representan a los carburantes de biomasa más tóxicos y contaminantes del medio ambiente, en tal virtud dicha contaminación genera alteraciones severas en personas con enfermedades crónicas como el asma, bronquitis crónica, fibrosis quística, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), enfermedad pulmonar intersticial difusa (EPID), etc [12].
- **Problemas cardíacos:** la mencionada exposición a carburantes de biomasa, y las complicaciones pulmonares generan de forma secundaria hipertensión pulmonar y con ello insuficiencia cardíaca derecha, esto condiciona limitación en las actividades de la vida diaria y generan un costo importante en el tratamiento y seguimiento de dichas enfermedades [12].

1.4.9. Control de emisiones

Las emisiones contaminantes que un vehículo genera a la atmósfera, principalmente se da cuando el combustible se inflama debido a la compresión existente en la cámara de combustión del motor y los gases que se producen en el escape aportan en un 70% sobre los demás [13].

Los convertidores catalíticos o más conocidos como catalizadores tienen como finalidad transformar los gases contaminantes, para lo cual hacen uso de varios metales nobles como el platino, el paladio y el rodio, gracias a sus propiedades permiten que se dé la reacción química de reducción y oxidación, proceso necesario para que estos gases contaminantes sean convertidos [13].

La forma que tiene el catalizador es similar a un silenciador y se coloca en el sistema de escape. Dispone de una carcasa metálica y en su interior se encuentra ubicado el bloque del catalizador monolítico como se puede observar en la figura 7 [13].

El bloque del catalizador específicamente para motores diesel que se puede observar en la figura 8, pueden estar hechos de cerámica o metálicos y aseguran neutralizar la mayor parte de elementos tóxicos, en este caso son el material particulado y el monóxido de carbono, convirtiéndolos en dióxido de carbono y agua, esto es posible gracias al gran porcentaje de oxígeno que varía en un rango 4% al 18%, disponible en los gases que emanan los motores a diesel [13].

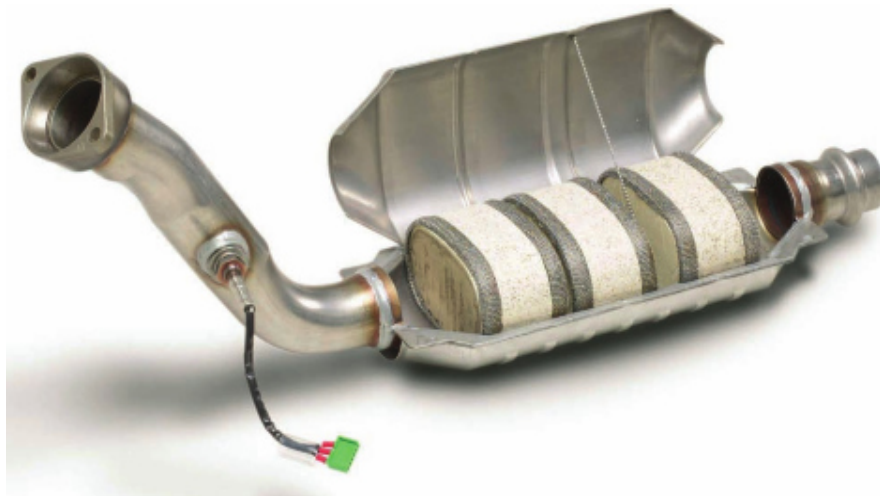


Fig 7 .Catalizador para motores diesel [13]

Los gases de escape que generan los motores diesel trabajan a bajas temperaturas, este factor puede afectar la eficiencia del catalizador, debido a que la temperatura necesaria para la transformación catalítica muchas veces es mayor a la que se obtiene [13].

Los catalizadores para motores diesel para resolver el problema de temperaturas bajas, incorporan en la carcasa del catalizador separadores de moléculas, más conocidos como zeolitas [13].

Lo que hacen estos separadores de moléculas es que guardan los hidrocarburos cuando el catalizador se encuentra a temperaturas inferiores, entonces cuando los gases de escape aumentan la temperatura son soltados los hidrocarburos que fueron atrapados en la carcasa interna del catalizador y los procesa. Gracias a este proceso que realizan las zeolitas del catalizador generan pequeñas cantidades de emisiones de hidrocarburos cuando la temperatura es baja, además de controlar el olor que emana el combustible [13].

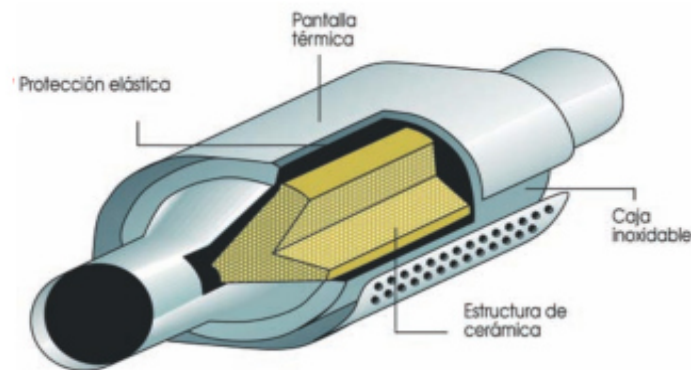


Fig 8. Partes generales del catalizador para motores diesel [13]

1.4.9.1. Catalizadores de material cerámico

Los catalizadores de tipo cerámicos están constituidos por una carcasa cilíndrica de acero y en el interior células cuadradas, los mismos tienen una gran caída de presión en comparación con los catalizadores metálicos de igual dimensión, gracias al grosor superior de sus paredes y gran tamaño, como del área de frente que posee [13].

En los catalizadores de tipo cerámicos, se debe tomar en cuenta la pérdida de material por porosidad, los poros pueden llegar a penetrar el revestimiento del catalizador causando daños significativos [13].

En los catalizadores metálicos no se producen este tipo de pérdida de material, ya que no son porosos el revestimiento no se ve afectado. Por lo tanto, al momento de aplicar el material catalítico simultáneamente a los dos con una capa voluminosa de revestimiento, se puede ver una mayor cantidad de impedimento de flujo en el catalizador metálico [13].

1.4.9.2. Catalizador de material metálico

Los catalizadores de tipo metálico están constituidos por una plancha de acero inoxidable corrugado resistente a temperaturas altas, que genera una serie de conductos en forma de estructura celular y con láminas envueltas en cajas del mismo material y reforzadas con anillos de acero inoxidable, como se puede observar en la figura 9 [13].

El funcionamiento del catalizador metálico consiste en forzar el paso de los gases de escape en el interior del mismo, logrando así que el gas y el catalizador tenga un mejor contacto, lo que nos brinda una mayor eficiencia en el proceso de conversión.

Ventajas del catalizador de material metálico

- Ofrece alta duración mecánica y térmica, sin importar las duras condiciones de operación no se descomponen ni se rompen.
- Los catalizadores metálicos, gracias a sus paredes delgadas y área frontal no disponen bajas de presión.



Fig 9. Catalizador metálico [13]

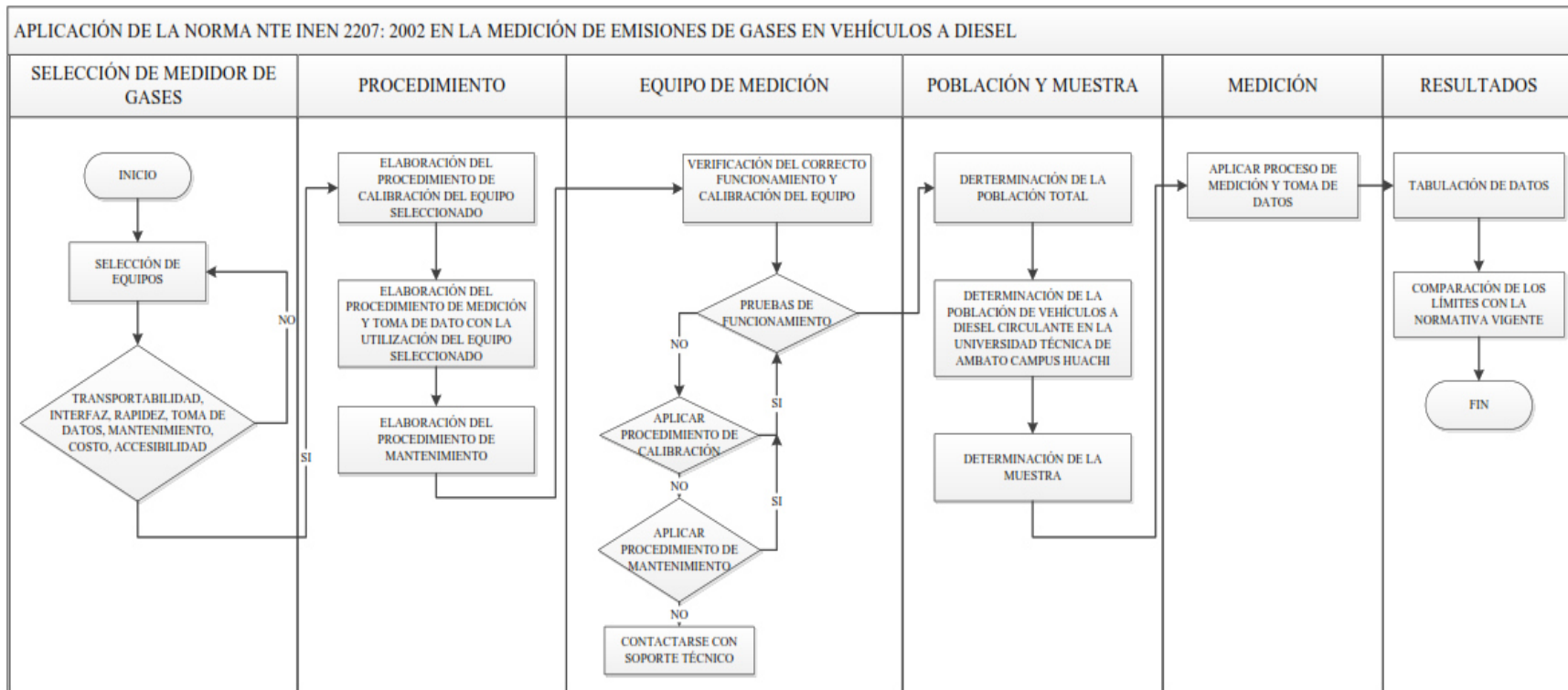
CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Métodos

Para la realización del presente proyecto técnico se ha determinado una secuencia de pasos detallados en la tabla 2.

Tabla 2. Metodología



2.2. Materiales

Los materiales y recursos que se utilizaron para la realización del presente proyecto se los puede observar detallados en la tabla 3.

Tabla 3. Materiales y recursos

Recursos		Costo
Recursos Humanos	Ing. Alejandra Lascano	\$0,00
	Sr. Christian Pérez	\$0,00
Recursos Institucionales	Biblioteca	\$0,00
	Laboratorios	\$0,00
	Internet	\$0,00
Materiales	Impresiones	\$30,00
	Anillados	\$30,00
	Material de oficina	\$20,00
	Empastados	\$50,00
	Calibración de equipos	\$250,00
	Equipo de protección personal	\$20,00
	Alquiler de equipos	\$900,00
TOTAL		\$1.300,00

2.3. Selección de alternativas

Con la utilización de la tabla 4 de ponderación se seleccionará el equipo analizador de gases, en base a seis aspectos importantes, que ayudaran a la recolección de datos, con el fin de que todas las mediciones se realicen de una manera consistente, rápida y con datos correctos.

Todos los aspectos seleccionados son importantes, sin embargo, se los ha colocado en orden de relevancia de derecha a izquierda empezando por el más relevante. Además, para la ponderación del costo se lo hará a la inversa, considerando que mientras más bajo es el costo del equipo mejor es la alternativa.

Tabla 4. Ponderación de alternativas

BAJO	1
MEDIO	5
ALTO	10
PONDERACIÓN A LA INVERSA	

Tabla 5. Selección de alternativas

ANALIZADOR DE GASES		TRANSPORTABILIDAD	INTERFAZ	RAPIDEZ	TOMA DE DATOS	MANTENIMIENTO	COSTO	ACCESIBILIDAD	TOTAL
MAHA MDO 2 LON		10	10	10	10	5	5	10	60
BOSCH BEA 750 UNI		5	5	5	10	10	5	1	41
TEKBER KE 3400		1	5	5	5	5	10	1	33
BRAIN BEE OPA 300		10	5	10	5	10	1	1	42
CONSINO FTY-100		10	1	5	1	5	5	5	32
MAHA MET 6.2		10	10	10	10	5	1	5	51

Por tener un mayor puntaje de ponderación y cumplir con los requerimientos necesarios se seleccionó el equipo MAHA MDO 2 LON, que se puede observar en la figura 10 para la realización de las mediciones de gases en los vehículos a diesel. En cuanto a las dos características en donde se le colocó una ponderación de 5 (medio), se tomó en cuenta que tanto el mantenimiento y el costo del equipo tienen un valor moderadamente alto en comparación con los otros equipos. Además, que solicitar el mantenimiento toma tiempo, ya que se necesita de personal capacitado que conozca del equipo para realizarlo y dicho personal no se encuentra dentro de la ciudad.



Fig 10. Equipo MAHA MDO 2 LON

También se tomó en cuenta otros equipos con precios más económicos como el modelo TEKBER KE 3400, que comparado con el equipo seleccionado es bajo, sin embargo, este modelo es bastante antiguo de medidas grandes y difícil de movilizar, motivos por el cual no se seleccionó dicho modelo.

El equipo MAHA MET 6.2 al igual que el equipo seleccionado cumple con todas las características que se necesita para la realización del presente proyecto, incluso con mejores características que el equipo MAHA MDO 2 LON.

Sin embargo, en comparación del costo de un equipo con el otro el MAHA MET 6.2 es bastante más costoso que el equipo seleccionado, por lo tanto, no se tomó en cuenta el mismo, además que la accesibilidad de este al igual es más compleja que el otro modelo, ya que el mismo no tiene existencia aun en el país.

2.4. Procedimiento para la medición de gases con el equipo MDO 2 LON

El procedimiento se basa en la norma NTE INEN 2202: 2013 [14] y el manual original de funcionamiento del analizador de gases MDO 2 LON [15]. El mismo se subdivide en tres partes: operación (tabla 6), calibración (tabla 7), mantenimiento (tabla 8).

2.4.1. Alcance

El alcance de este procedimiento está determinado para todos los vehículos con motores cuyo combustible sea el diesel.

2.4.2. Definiciones

- **Aceleración libre:** es el incremento de RPM del motor del vehículo, encaminando apresuradamente desde una marcha inferior al límite de revoluciones en neutro y sin peso (para la caja de transmisión manual) y en parking (para la caja de transmisión automática) [14].
- **Densidad del humo:** este término también se le conoce con el nombre de coeficiente de absorción o extensión de luz, es el medio esencial para medir la posibilidad que tiene un torrente o un patrón de humo para nublar la luz. La densidad del humo tiene la unidad de m^{-1} por convención, es decir, la densidad del humo está en función de la cantidad de partículas de humo contenidas en una unidad de volumen gas [14].
- **Marcha mínima o ralentí:** velocidad del motor requerida para mantenerlo funcionando en neutro y sin peso (para la caja de transmisión manual) y en parking (para la caja de transmisión automática) [14].
- **Opacidad (N):** fracción de la luz expresada en porcentaje (%) [14].
- **Opacímetro:** tipo de medidor de humo, elaborado para cuantificar la opacidad de un torrente o un patrón de humo conforme al fundamento de extinción de luz [14].
- **Temperatura de trabajo regular:** temperatura del aceite para el desarrollo normal del motor del vehículo, determinado por el fabricante del mismo.

2.4.3. Disposiciones generales

- El vehículo de transmisión manual debe colocarse en neutro con el pedal del embrague libre [14].

- El vehículo de transmisión automática debe colocarse en parqueo [14].
- Verificar que todos los pedales en especial el acelerador estén libres de obstáculos, nada debe impedir el recorrido completo de los mismos [14].
- Durante las pruebas las ruedas del vehículo no se pueden mover [14].
- Se debe apagar el aire acondicionado [14].
- En el caso del que el vehículo cuente con freno de motor o de escape no deben estar activos [14].
- No se pueden activar dispositivos ajenos a los del motor original, que puedan alterar la velocidad normal del vehículo. Además de todos aquellos dispositivos que alteren los resultados de la prueba y su ejecución [14].
- El motor del vehículo tiene que estar en condiciones óptimas, no puede presentar algún daño en el mismo, ni condiciones inseguras para el equipo o personal [14].
- Verificar que en el vehículo no se presente fugas en el sistema de escape, por donde se evacua los gases [14].
- Verificar que el aceite del motor se encuentre en los rangos de temperatura normal de operación, la temperatura de trabajo regular en el momento en el que el aceite del motor llega a lograr al menos los 60°C, en el caso de no cumplir con este requerimiento se tomara en cuenta el procedimiento descrito en el punto 5.2.1.13 de la norma NTE INEN 2202:2013 que nos dice:

“Si el motor no cumple con los requisitos de temperatura de operación, se pone en marcha el motor/vehículo bajo carga durante al menos 15 min, o hasta que la temperatura del aceite indique que se han alcanzado dichas temperaturas normales de operación del motor” [14].

2.4.4. Condiciones ambientales

- No se recomienda realizar las mediciones cuando algún factor climático intervenga en la alteración de los resultados, especialmente en la noche y madrugadas.
- La temperatura ambiente al momento de la medición debe estar por arriba de los 5 °C y hasta los 40 °C [16].
- La humedad relativa debe estar en el rango de 0 – 90% [16].
- La altitud del lugar de medición debe estar en un máximo de 3000 msnm [16]

2.4.5. Procedimiento de operación del medidor de gases MDO 2 LON

Tabla 6. Procedimiento de operación del equipo MDO 2 LON

PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN DEL MEDIDOR DE GASES MDO2 LON		
DESCRIPCIÓN	IMAGEN	DIAGRAMA
<p>A</p> <p>Posicionar el equipo en el lugar en el cual se vaya a utilizar y conectarlo a la fuente eléctrica de 110 V, en el conector que muestra la figura 11.</p>	 <p>Fig 11. Cable de alimentación</p>	<pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> A[Posicionar el equipo en el lugar que se vaya utilizar] A --> B[Conectar el equipo base a la fuente eléctrica de 110 V] B --> C[Conectar la sonda de medición de gases al equipo] C --> D[Conectar la sonda de medición de gases al tubo de escape del vehículo a inspeccionar] </pre>
<p>B</p> <p>Conectar un extremo de la sonda de medición de gases al equipo y el otro extremo de la misma en el tubo de escape del vehículo a inspeccionar, en el conector que se muestra en la figura 12.</p>	 <p>Fig 12. Sonda de medición de gases</p>	<p>Conectar la sonda de medición de gases al tubo de escape del vehículo a inspeccionar</p>

Tabla 6. Continuación



PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN DEL MEDIDOR DE GASES MDO2 LON			
	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	DIAGRAMA
C	<p>El cable de conexión de datos consta de tres pasos para instalarlo : primero hay que conectar el extremo de alimentación al equipo base, posteriormente conectar el otro extremo al cable de conversión serial a USB y por último el extremo USB a la PC, como se muestra en la figura 13.</p>	 <p>Fig 13. Cable de conexión de datos</p>	<pre> graph TD A[Conectar el extremo de alimentación al equipo base] --> B[Conectar el cable de conversión serial a USB] B --> C[Conectar el USB a la PC] </pre>
D	<p>Conectar el captador de revoluciones al equipo base con la utilización del cable de alimentación y datos en el conector que se muestra en la figura 14, a su vez también conectar el un extremo del detector al captador de revoluciones y el otro extremo al motor del vehículo .</p>	 <p>Fig 14. Captador de revoluciones</p>	<pre> graph TD A[Conectar el extremo de alimentación al equipo base] --> B[Conectar el cable de conversión serial a USB] B --> C[Conectar el USB a la PC] C --> D[Conectar el equipo captador de revoluciones al equipo base con la utilización del cable de alimentación y datos] D --> E[Conectar el detector de revoluciones al equipo captador de revoluciones] E --> F[Conectar el detector de revoluciones al motor del vehículo] </pre>

Tabla 6. Continuación


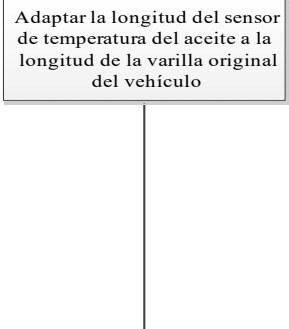

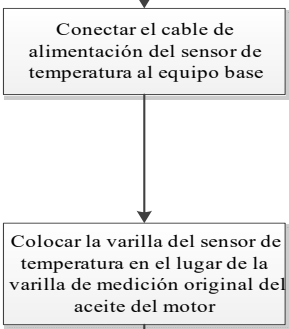
PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN DEL MEDIDOR DE GASES MDO2 LON		
DESCRIPCIÓN	IMAGEN	DIAGRAMA
<p>E</p> <p>Adaptar la longitud del sensor de temperatura del aceite a la longitud de la varilla original con la ayuda del desplazamiento del tapón, como se muestra en la figura 15.</p>	 <p>Fig 15. Sensor de temperatura y varilla de medición de aceite</p>	 <pre> graph TD A[Adaptar la longitud del sensor de temperatura del aceite a la longitud de la varilla original del vehículo] </pre>
<p>F</p> <p>Conectar el un extremo de sensor de temperatura al equipo base, en el conector que se muestra en la figura 16 y el otro extremo en el lugar de la varilla de medición original del aceite del motor retirando la misma .</p>	 <p>Fig 16. Sensor de temperatura</p>	 <pre> graph TD B[Conectar el cable de alimentación del sensor de temperatura al equipo base] --> C[Colocar la varilla del sensor de temperatura en el lugar de la varilla de medición original del aceite del motor] </pre>

Tabla 6. Continuación

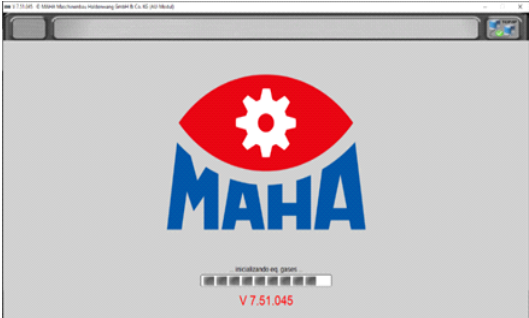
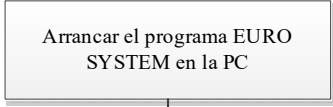
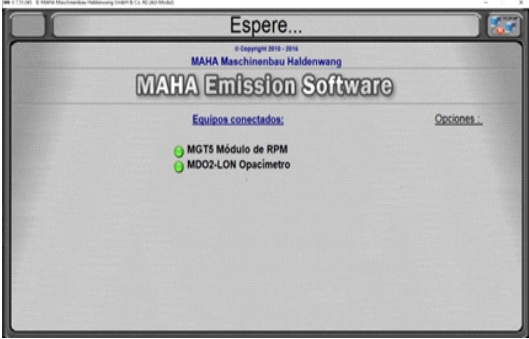
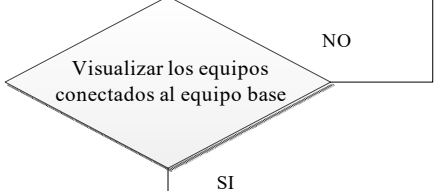
PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN DEL MEDIDOR DE GASES MDO2 LON		
DESCRIPCIÓN	IMAGEN	DIAGRAMA
<p>C</p> <p>Arrancar el programa de EURO SYSTEM en la PC en donde se desplegara una pantalla como se muestra en la figura 17.</p>	 <p>Fig 17. Arranque del programa EURO SYSTEM.</p>	
<p>H</p> <p>En la siguiente pantalla como se muestra en la figura 18, se visualizará los equipos conectados al equipo base , en el caso que no reconozca algún equipo conectado, verificar el buen estado de los cables de conexión y si se encuentran conectados de una manera correcta, una vez realizado esto cerrar el programa y volver abrirlo nuevamente.</p>	 <p>Fig 18. Pantalla de reconocimiento de equipos</p>	

Tabla 6. Continuación


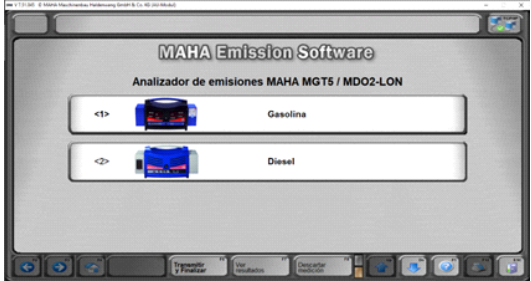
PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN DEL MEDIDOR DE GASES MDO2 LON		
DESCRIPCIÓN	IMAGEN	DIAGRAMA
<p>A continuación, aparecerá el menú principal, para comprobar un vehículo nuevo se elegirá el punto 7 PRUEBA, y después la opción medición de gases como se muestra en la figura 19.</p>	 <p>Fig 19. Menú principal EURO SYSTEM.</p>	<p>En el menú principal elegir el punto 7 “PRUEBA”</p> <p>En el menú de procesos elegir medición de gases</p>
<p>La siguiente pantalla nos mostrará los dos modelos de analizador de gases tanto a gasolina como a diesel , como se muestra en la figura 20 y se escogerá el punto 2 modelo MDO 2 LON analizador de gases de vehículos a diesel.</p>	 <p>Fig 20. Selección de analizadores</p>	<p>Seleccionar el punto2 modelo MDO 2 LON</p>

Tabla 6. Continuación

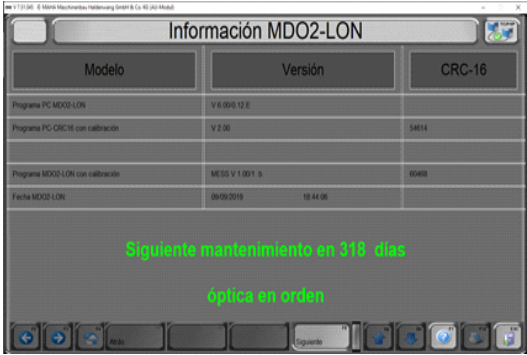

PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN DEL MEDIDOR DE GASES MDO2 LON		
DESCRIPCIÓN	IMAGEN	DIAGRAMA
<p>K</p> <p>Después se presentará una pantalla con un resumen del equipo tanto del software y hardware que se están utilizando, además ofrece información acerca de los días restantes para el próximo periodo de mantenimiento del equipo, como se muestra en la figura 21. Por recomendaciones del fabricante el mantenimiento se lo realizará cada año .</p>	 <p>Fig 21. Pantalla de información .</p>	<p>Revisar resumen del equipo tanto en software como en hardware</p>
<p>L</p> <p>Presionar el botón siguiente y se desplegará el segundo menú principal como se puede observar en la figura 22 en donde se podrá visualizar las opciones: Control de Emisiones, Prueba de Diagnóstico, Diagnóstico del Opacímetro, en este caso se escogerá la opción Control de Emisiones.</p>	 <p>Fig 22. Menú principal Opacímetro MDO 2-LON</p>	<p>Seleccionar la opción Control de Emisiones</p>

Tabla 6. Continuación


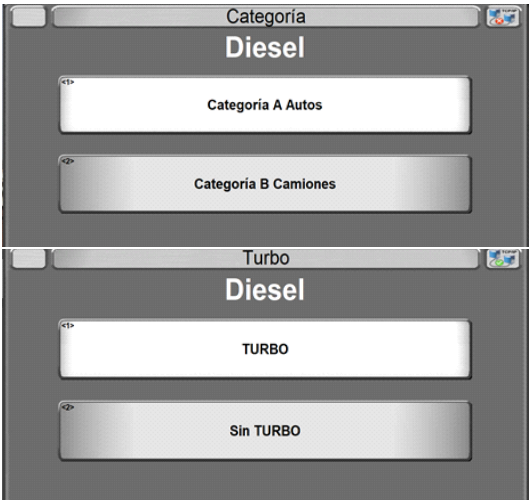
PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN DEL MEDIDOR DE GASES MDO2 LON			
	DESCRIPCIÓN	IMAGEN	DIAGRAMA
M	<p>Posteriormente en la siguiente pantalla que se muestra en la figura 23 se procederá a llenar los datos de identificación del vehículo, tomando en cuenta que solo el dato de la matrícula por motivos de almacenamiento será obligatorio para continuar, los demás datos que nos solicita el programa son datos opcionales.</p>	 <p>Fig 23. Datos identificativos del vehículo</p>	<p>Llenas los datos de identificación del vehículo</p>
N	<p>Luego se escogerá el tipo de vehículo al cual se realizará la medición, además si el mismo lleva turbo o no lleva turbo, como se puede observar en la figura 24.</p>	 <p>Fig 24. Características del vehículo a inspeccionar</p>	<p>Escoger la categoría del vehículo a realizar la medición</p> <p>Escoger si el vehículo lleva turbo</p>

Tabla 6. Continuación


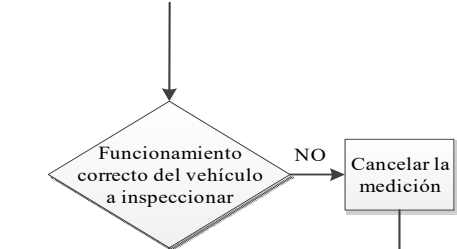

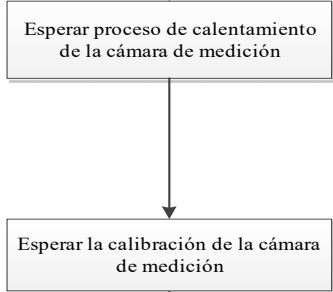

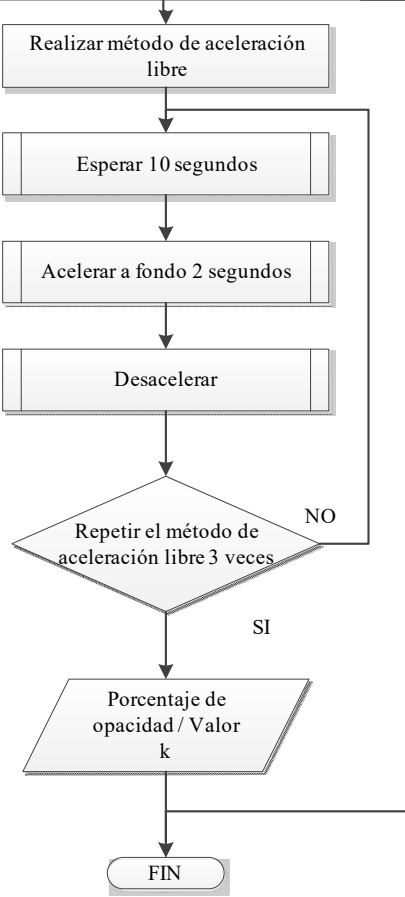
PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN DEL MEDIDOR DE GASES MDO2 LON		
DESCRIPCIÓN	IMAGEN	DIAGRAMA
<p>O</p> <p>Verificar por inspección visual si el motor a diesel funciona de manera correcta o incorrecta como se muestra en la figura 25, si se verifica alguna anomalía en el vehículo se cancelará la medición ya que los datos a obtener van hacer erróneos.</p>	 <p>Fig 25. Inspección visual del vehículo a inspeccionar</p>	
<p>P</p> <p>Ahora se tomará unos minutos para que la cámara de medición se caliente y posteriormente se auto calibre en la pantalla se podrá monitorear la temperatura del aceite del motor y las RPM, como se muestra en la figura 26. En este punto es recomendable esperar un periodo de tiempo hasta que las RMP del vehículo lleguen a su régimen de relantí y que la temperatura del aceite del motor sobrepase los 60°C.</p>	 <p>Fig 26. Ajuste MDO-LON</p>	

Tabla 6. Continuación

PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN DEL MEDIDOR DE GASES MDO2 LON		
DESCRIPCIÓN	IMAGEN	DIAGRAMA
<p>Por último, en la pantalla se mostrará unas instrucciones que corresponden al método de aceleración libre, con los siguientes pasos: esperar 10 segundos, acelerar a fondo 2 segundos, desacelerar, repetir el proceso por tres periodos</p> <p>Al final se visualizará el promedio de los tres periodos y ese será el dato final, el cual se podrá visualizar tanto en el valor K como en porcentaje de opacidad con apstar la tecla F 11, como se muestra en la figura 27.</p>	 <p>Fig 27. Medición de aceleración</p>	 <pre> graph TD Start([Inicio]) --> Step1[Realizar método de aceleración libre] Step1 --> Step2[Esperar 10 segundos] Step2 --> Step3[Acelerar a fondo 2 segundos] Step3 --> Step4[Desacelerar] Step4 --> Decision{Repetir el método de aceleración libre 3 veces} Decision -- NO --> Step2 Decision -- SI --> Step5[/Porcentaje de opacidad / Valor k/] Step5 --> End([FIN]) </pre>

2.4.6. Procedimiento de calibración del equipo MDO 2 LON

Tabla 7. Procedimiento de calibración del equipo MDO 2 LON

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DEL MEDIDOR DE GASES MDO 2 LON	
DESCRIPCIÓN	DIAGRAMA
A	<p>Encender el equipo y conectar el cable de datos, como se explica en los pasos A y C del procedimiento de operación .</p> <pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> Encender[Encender el equipo] Encender --> Conectar[Conectar el cable de datos] </pre>
B	<p>Ingresar al apartado de ajuste y calibración en programa EURO SYSTEM</p> <pre> graph TD Ingresar[Ingresar al apartado de ajuste y calibración] </pre>
C	<p>A continuación, aparecerá una pantalla de control de calibración en donde se podrá comprobar información como: versión del programa, fecha MDO 2 LON, valor k momentáneo y opacidad .</p> <pre> graph TD Comprobar[Comprobar información acerca del ultimo mantenimiento] </pre>

Tabla 7. Continuación

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DEL MEDIDOR DE GASES MDQ LON		
	DESCRIPCIÓN	DIAGRAMA
D	<p>Colocar en siguiente y el programa empezará con la comprobación de los canales de calibración , con esta función se comprobará el punto cero , el valor oscuro y el valor de cristal de filtro .</p> <p>Nota: Si el equipo no alcanza la temperatura de la cámara de medición para empezar a funcionar , la misma empezara a calentar , este proceso podría durar hasta 5 minutos .</p>	<pre> graph TD A{Comprobar canales de calibración} -- NO --> B[Calentar cámara de medición] B --> A A -- SI --> C[] style C fill:none,stroke:none </pre>
E	<p>Empieza la calibración automática de la cámara de medición en donde automáticamente se mide la intensidad de luz de 100% y 0% de la óptica para el cálculo de la opacidad y /o valor k.</p>	<pre> graph TD A[Calibración automática] --> B[] style B fill:none,stroke:none </pre>
F	<p>Si el ajuste de calibración automática es correcto , con el botón siguiente empezará la medición del punto cero .</p>	<pre> graph TD A[Medición del punto cero] --> B{Posee filtro de calibración} B -- SI --> C[] style C fill:none,stroke:none B -- NO --> A </pre>

Tabla 7. Continuación

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DEL MEDIDOR DE GASES MDQ LON		
	DESCRIPCIÓN	DIAGRAMA
G	Ahora en cuanto el programa de la indicación introducir el filtro de calibración con el lado opuesto al del cristal hasta el tope de la apertura que se que se puede encontrar en la parte baja del equipo base , para oscurecer el recorrido de luz , después verificar que los valores de medición : K sea 9,99 y el porcentaje de opacidad sea 100%.	<pre> graph TD A[Introducir el filtro de calibración con el lado opuesto al del cristal en la apertura designada] --> B{Verificar valores de medición} B -- SI --> C[Introducir el filtro de calibración con el lado del cristal en la apertura designada] B -- NO --> D[] style D fill:none,stroke:none D --> C </pre>
H	Después presionar siguiente e introducir el filtro de calibración con el lado del cristal hasta el tope de la apertura que se que se puede encontrar en la parte baja del equipo base, si se muestra el valor de opacidad indicado en el filtro de calibración , esto significa que se realizó bien los pasos hasta ahora .	<pre> graph TD A[Introducir el filtro de calibración con el lado del cristal en la apertura designada] --> B{Verificar valores de opacidad} B -- SI --> C[Iniciar medición del cristal de filtro] B -- NO --> D[] style D fill:none,stroke:none D --> C </pre>
I	A continuación, empezará la medición del cristal de filtro para lo cual se debe mantener el filtro de calibración introducido en el equipo , para iniciar con la medición presionar el botón siguiente , al igual que en el paso anterior la pantalla debe mostrar los valores indicados en el filtro de calibración .	<pre> graph TD A[Iniciar medición del cristal de filtro] </pre>

Tabla 7. Continuación

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DEL MEDIDOR DE GASES MDQ2 LON	
DESCRIPCIÓN	DIAGRAMA
<p>J</p> <p>Comprobar el cristal del filtro , para lo cual se presionará la opción verificar filtro y el equipo repetirá la nota del paso D y el paso E, después introducir un valor del filtro de $k = 1,50$ y una tolerancia de $0,30$, valores recomendados por el fabricante del equipo .</p>	<pre> graph TD Start(()) --> J1[Comprobar el cristal del filtro] J1 --> J2[Introducir un valor del filtro de k = 1,50 y una tolerancia de 0,30] </pre>
<p>K</p> <p>Introducir el filtro de calibración con el lado del cristal hasta el tope de la apertura que se que se puede encontrar en la parte baja del equipo base para oscurecer el recorrido de la luz , y después presionar el botón siguiente , ahora se tendrá dos valores de k, el medido y el que se introdujo en el paso J , si el valor medido se encuentra dentro de la tolerancia en comparación con el otro , aparecerá un mensaje que dice: “Medición con filtro correcta”, presionar siguiente y finalizará esta pantalla . Nota: Si el valor de k medido es demasiado alto, retirar y limpiar el cristal de filtro , después volver a introducir el cristal de filtro en el canal de aire de barrido y volver a repetir el paso J y K</p>	<pre> graph TD K1[Introducir el filtro de calibración con el lado del cristal en la apertura designada] --> K2{Medición con filtro correcta} K2 -- SI --> K3([FIN]) K2 -- NO --> K4[Retirar y limpiar el cristal de filtro] K4 --> K1 </pre>

2.4.7. Procedimiento de mantenimiento del equipo MDO 2 LON

Tabla 8. Procedimiento de mantenimiento del equipo MDO 2 LON

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO DEL MEDIDOR DE GASES MDO2 LON		
	DESCRIPCIÓN	DIAGRAMA
A	Encender el equipo y conectar el cable de datos, como se explica en los pasos A y C del procedimiento de operación .	<pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> A[Encender el equipo] A --> B[Conectar el cable de datos] </pre>
B	Ingresar al apartado de ajuste y calibración en programa EURO SYSTEM	<pre> graph TD C[Ingresar al apartado de ajuste y calibración] </pre>

Tabla 8. Continuación

PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO DEL MEDIDOR DE GASES MDQ2 LON		
	DESCRIPCIÓN	DIAGRAMA
C	Acceder al punto del menú “Mantenimiento y limpieza”	<pre> graph TD A[Acceder al punto "Mantenimiento y limpieza"] --> B[Comprobación de válvulas y tuberías] </pre>
D	Presionar el botón siguiente y dejar que el equipo compruebe las válvulas y la tubería .	<pre> graph TD B[Comprobación de válvulas y tuberías] --> C[/Lista de actividades a llevarse a cabo/] </pre>
E	<p>En la pantalla en la parte inferior izquierda el programa describirá las actividades que deben llevarse a cabo .</p> <p>Nota: Para los mantenimientos periódicos se debe respetar el periodo de tiempo recomendado por el fabricante del equipo que en este caso es 365 días. Los días restantes para el próximo mantenimiento se visualizará al inicio del programa .</p>	<pre> graph TD C[/Lista de actividades a llevarse a cabo/] --> D([FIN]) </pre>

2.5. Especificaciones técnicas del analizador de gases MDO 2 LON

Las descripciones de las partes principales que componen el equipo MDO 2 LON, además de sus accesorios lo podemos ver en la tabla 9 y las especificaciones técnicas del mismo lo podemos ver en la tabla 10.

Tabla 9. Partes del equipo MDO 2 LON

PARTES EQUIPO MDO 2 LON	
VISTA FRONTAL	
	<ul style="list-style-type: none">I. Tecla de reseteoII. Puerto serial RS 232 para la transferencia de datosIII. Conector para detector de revolucionesIV. Conector para sensor de temperatura del aceiteV. Conector sonda de medición de gases de humoVI. Indicador luminoso de encendido y apagadoVII. Conexión para el cable entre la computadora y el equipo base o terminal de manoVIII. Conexión para el cable de alimentación eléctrica para vehículo de 12V/24V.IX. Interruptor de encendido y apagadoX. Conexión para el cable de alimentación eléctrica

Tabla 9. Continuación

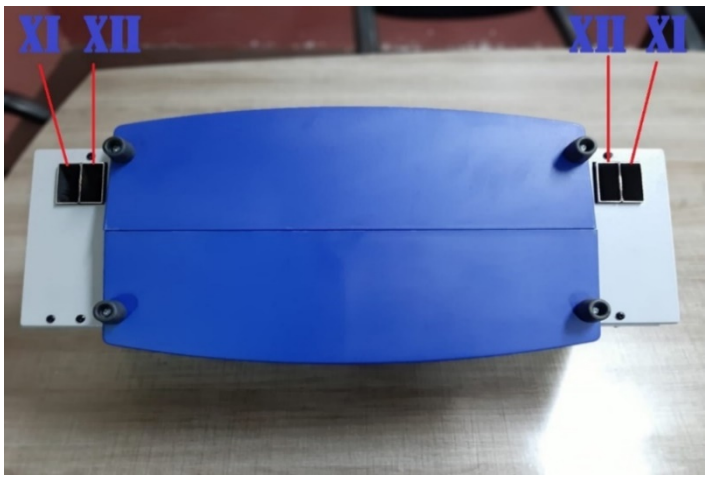

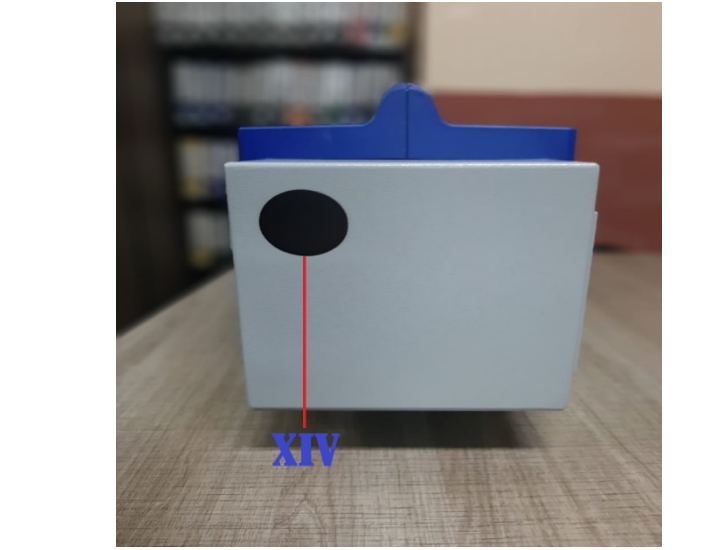
VISTA PARTE DE ABAJO	
	<p>XI. Conductos externos de escape de aire</p> <p>XII. Conductos internos de escape de aire y ranuras para introducir filtros de calibración</p>
VISTA POSTERIOR	
	<p>XIII. Conducto de escape de humo</p>
VISTA LATERAL	
	<p>XIV. Tapas de registro</p>

Tabla 9. Continuación





ACCESORIOS	
	Captador de revoluciones por vibración
	Sonda de medición de gases de humo
	Sensor de temperatura del aceite
	Cable de conexión de datos entre el equipo base y la computadora

Tabla 10. Especificaciones Técnicas del equipo MDO 2 LON [15].

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
DATOS ELÉCTRICOS	
Alimentación de corriente eléctrica	230 V AC / 50 Hz
Alimentación de corriente de la red del vehículo	12 V / 24 V DC
Principio de medición	Absorción fotométrica
Consumo de energía	Media:100 W; Máximo: 130W
DATOS FÍSICOS	
Longitud de la cámara de medición	430 mm
Diámetro exterior	28 mm
Diámetro interior	25 mm
Calentamiento de la cámara de medición	Calefactor de camisa
Tiempo de calentamiento	Aproximadamente 3 minutos
Material de la célula de medición	V2A
Radiador	Diodo luminiscente de luz verde pulsada (567 nm)
Detector	Fotodiodo de temperatura compensada, eliminación de luz extraña
RANGO DE MEDICIÓN	
Opacidad	0 – 100 %
Coefficiente de absorción	0 – 0,99 m^{-1}
Número de revoluciones	400 – 8000 RPM
Temperatura del aceite	0 – 150°C
Temperatura de utilización	0 – 50°C
Temperatura de almacenamiento	-10 - +60°C
CARCASA	
Altura	245 mm
Ancho	240 mm
Longitud	550 mm
Peso	13 kg

2.6. Ficha técnica vehicular de resultados

Para emitir la información sobre los resultados obtenidos de la medición de emisiones de gases de los vehículos se ha desarrollado una ficha técnica vehicular, donde se expresa los resultados y su cumplimiento conforme a la normativa vigente.

La ficha técnica vehicular de resultados, se ha determinado para los modelos de los vehículos de año 1999 y anteriores, los vehículos del año 2000 y posteriores conforme la Tabla N°3 de la norma NTE INEN 2207:2002 “GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE”.

El formato de las fichas técnicas vehiculares se elaboró para el cumplimiento del objetivo, *“Realizar fichas técnicas vehiculares para establecer tablas de límites máximos de emisiones de gases conforme el año del modelo de cada vehículo obtenido en la muestra”*, planteado para la realización del presente proyecto. Las mismas se las puede observar en el anexo 5.

2.7. Población y muestra

La población de vehículos automotores circulantes dentro de la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi, se determinó en base a un informe entregado por el departamento financiero, en el cual se puede observar los dos últimos años en ventas de tarjeta de parqueadero y recarga de las mismas, en donde se obtiene un total de 2525 vehículos.

Sin embargo, en el informe no se toma en cuenta el parámetro del tipo de combustible que utilizan los vehículos, motivo por el cual se realizó una encuesta en las tres puertas de ingreso de vehículos que posee la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi, ubicadas en las calles Rio Payamino, Rio Guayllabamba y la avenida los Chasquis. Determinando que de un total de 222 vehículos encuestados 19 son vehículos a diesel, correspondiente al 8,63%.

Tomando en cuenta los datos obtenidos en la encuesta y el informe del departamento financiero, se calculó el 8,63% de 2525 vehículos, dándonos como resultado que la población total del presente trabajo será 218 vehículos.

El tamaño de la muestra se calculará con la utilización de la fórmula para población finita con los siguientes parámetros:

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{i^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q} \quad \text{Ecuación(1)}$$

Confianza = 95%

Error = 5%

Tamaño muestral (n)

El valor correspondiente a la distribución de Gauss (z), tomando una confianza del 95% es de 1,96

Tamaño de la población (N) = 216

Prevalencia esperada (p) = 0,5

Nota: *Como no existen investigaciones previas sobre el presente trabajo, se toma una prevalencia esperada de 0.*

Además, la suma de p y q es igual a 1 por lo tanto se tiene que p=q

Error (i) = 0,1 que equivale al 10%

Remplazando los valores correspondientes en la Ecuación (1) tenemos:

$$n = \frac{(Z)^2(N)(p)(q)}{(i)^2(N - 1) + (Z)^2(p)(q)}$$

$$n = \frac{(1,96)^2(218)(0,5)(0,5)}{(0,1)^2(218 - 1) + (1,96)^2(0,5)(0,5)}$$

$$n = 66,88$$

$$n = 67 \text{ vehiculos}$$

La muestra que se obtuvo es de 66,88 vehículos, redondeando el valor obtenido tendríamos 67 vehículos. Sin embargo, el número de vehículos que se sometan a la medición de emisiones de gases, puede aumentar conforme a la disponibilidad de los vehículos que circulan en los predios de la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el este capítulo, se presenta los resultados obtenidos a partir de las mediciones de emisiones de gases realizadas a los vehículos a diesel, que circulan dentro de los predios de la Universidad Técnica de Ambato Campus Huachi.

3.1. Recolección de datos de emisión de gases

A continuación, en tabla 11 se presenta los datos recolectados a partir de la medición de emisiones de gases a 72 vehículos entre camionetas, camiones y buses.

Tabla 11. Ficha de recolección de datos



		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS							
		REALIZO:	CHRISTIAN SAUL PEREZ GAVILANES						
		REVISO:	ING. OSCAR TENE / ING. VLADIMIR POVEDA / ING. DIEGO RAMOS						
		APROBO:	ING. ALEJANDRA LASCANO						
		ANALIZADOR:	MDO 2 LON						
AÑO	2000 Y POSTERIORES	OPACIDAD %	50%		FUERA DE LOS LIMITES (%)		DENTRO DEL LIMITE		
	1999 Y ANTERIORES		60%		FUERA DE RANGO OPTIMO (°C)		DENTRO DEL RANGO		
	AÑO	TIPO	MARCA	CON TURBO	SIN TURBO	OPACIDAD	RMP	TEMPERATURA DE ACEIT	VALOR K (m-1)
1	2013	CAMIONETA	CHEVROLET	X		54%	4210	75°C	1,8
2	2011	CAMIONETA	CHEVROLET	X		57%	3975	68°C	1,9
3	2016	CAMIONETA	CHEVROLET	X		37%	4440	82°C	1,1
4	2003	CAMIONETA	CHEVROLET	X		64%	3970	63°C	2,1
5	2012	CAMIONETA	TOYOTA	X		49%	4010	73°C	1,5
6	2007	CAMIONETA	CHEVROLET	X		59%	3990	65°C	1,2
7	2013	CAMIONETA	GREAT WALL	X		62%	4150	79°C	2,0
8	2002	CAMIONETA	CHEVROLET	X		67%	3890	77°C	2,2
9	2015	CAMIONETA	CHEVROLET	X		39%	4410	69°C	1,1
10	2010	CAMIONETA	TOYOTA	X		52%	3965	61°C	1,6

Tabla 11. Continuación

11	2014	CAMIONETA	TOYOTA	X		46%	4390	83°C	1,3
12	2014	CAMIONETA	CHEVROLET	X		56%	4330	74°C	1,9
13	2019	CAMIONETA	CHEVROLET	X		32%	4475	80°C	1,1
14	2017	CAMIONETA	CHEVROLET	X		35%	4335	85°C	1,2
15	2016	CAMIONETA	GREAT WALL	X		49%	4200	71°C	1,6
16	2009	CAMIONETA	CHEVROLET	X		58%	4010	67°C	1,9
17	2005	CAMIONETA	CHEVROLET	X		60%	3940	64°C	2,0
18	2015	CAMIONETA	CHEVROLET	X		38%	4430	81°C	1,3
19	2003	CAMIONETA	CHEVROLET	X		66%	3930	61°C	2,2
20	2012	CAMIONETA	CHEVROLET	X		50%	4180	76°C	1,7
21	2011	CAMIONETA	TOYOTA	X		49%	4230	81°C	1,6
22	2001	CAMIONETA	TOYOTA	X		63%	3980	78°C	2,1
23	2018	CAMIONETA	CHEVROLET	X		34%	4400	78°C	1,1
24	2013	CAMIONETA	CHEVROLET	X		51%	4170	70°C	1,7
25	2017	CAMIONETA	TOYOTA	X		31%	4390	74°C	1,0
26	2008	CAMIONETA	CHEVROLET	X		58%	4100	66°C	1,9
27	2011	CAMIONETA	CHEVROLET	X		56%	4300	69°C	1,9
28	2018	CAMIONETA	CHEVROLET	X		33%	4350	82°C	1,1
29	2016	CAMIONETA	CHEVROLET	X		36%	4420	79°C	1,2
30	2015	CAMIONETA	CHEVROLET	X		41%	4380	77°C	1,4
31	2003	CAMIONETA	CHEVROLET	X		64%	3900	72°C	2,1
32	2002	CAMIONETA	TOYOTA	X		59%	3930	61°C	2,0
33	2018	CAMIONETA	GREAT WALL	X		42%	4260	75°C	1,4
34	2005	CAMIONETA	CHEVROLET	X		61%	3970	78°C	2,0
35	2002	CAMIONETA	CHEVROLET	X		66%	3880	83°C	2,2
36	2019	CAMIONETA	CHEVROLET	X		29%	4460	86°C	1,0
37	2018	CAMIONETA	TOYOTA	X		27%	4420	67°C	0,9
38	2016	CAMIONETA	CHEVROLET	X		39%	4200	68°C	1,3
39	2004	CAMIONETA	CHEVROLET	X		63%	3960	73°C	2,1
40	2017	CAMIONETA	CHEVROLET	X		37%	4280	80°C	1,2

Tabla 11. Continuación

41	2010	CAMIONETA	CHEVROLET	X		56%	4190	63°C	1,9
42	2007	CAMIONETA	CHEVROLET	X		58%	3910	71°C	1,9
43	2012	CAMIONETA	TOYOTA	X		51%	3920	77°C	1,7
44	2019	CAMIONETA	TOYOTA	X		28%	4450	69°C	0,9
45	2007	CAMIONETA	TOYOTA	X		53%	3990	66°C	1,8
46	2004	CAMIONETA	CHEVROLET	X		62%	3990	83°C	2,1
47	2010	CAMIONETA	CHEVROLET	X		57%	4210	85°C	1,9
48	2005	CAMIONETA	CHEVROLET	X		63%	4005	67°C	2,1
49	2016	CAMIONETA	CHEVROLET	X		41%	4100	82°C	1,4
50	2017	CAMIONETA	JAC	X		48%	4300	83°C	1,6
51	2010	CAMIONETA	CHEVROLET	X		57%	4230	61°C	1,9
52	2005	CAMIONETA	CHEVROLET	X		60%	4060	83°C	2,0
53	2004	CAMIONETA	CHEVROLET	X		61%	4020	75°C	2,0
54	2003	CAMIONETA	CHEVROLET	X		62%	3900	81°C	2,1
55	2013	CAMIONETA	TOYOTA	X		47%	4220	79°C	1,6
56	2018	CAMIONETA	CHEVROLET	X		35%	4430	76°C	1,2
57	2015	CAMIONETA	CHEVROLET	X		42%	4290	80°C	1,4
58	2009	CAMIONETA	CHEVROLET	X		59%	4100	64°C	2,0
59	2012	CAMIONETA	CHEVROLET	X		54%	4220	67°C	1,8
60	2017	CAMIONETA	GREAT WALL	X		46%	4080	81°C	1,5
61	2015	CAMIONETA	TOYOTA	X		42%	4410	82°C	1,4
62	2009	CAMIONETA	TOYOTA	X		55%	4080	63°C	1,8
63	2009	CAMION	HINO	X		26%	3490	60°C	0,9
64	2011	CAMION	HINO	X		24%	3510	66°C	0,8
65	2003	CAMION	CHEVROLET	X		48%	3660	72 °C	1,6
66	2014	BUS	INTERNATIONAL	X		59%	3010	79°C	2,0
67	2008	BUS	CHEVROLET	X		78%	2605	81°C	2,6
68	2011	BUS	VOLKSWAGEN	X		73%	2830	73°C	2,4
69	2008	BUS	CHEVROLET	X		79%	2620	77°C	2,6
70	2014	BUS	INTERNATIONAL	X		62%	3005	83°C	2,1
71	2014	BUS	INTERNATIONAL	X		60%	3030	85°C	2,0

3.2. Determinación de los vehículos a diesel

La determinación de los vehículos a diesel que se sometieron a la medición de emisiones de gases, se lo realizó con personas que circulan en el interior de la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi, entre ellos alumnos, docentes, personal administrativo y personas comunes.

Los vehículos que se sometieron a la medición de emisiones de gases son de diferentes tipos como camionetas, camiones y buses, los porcentajes se puede observar en la figura 28.

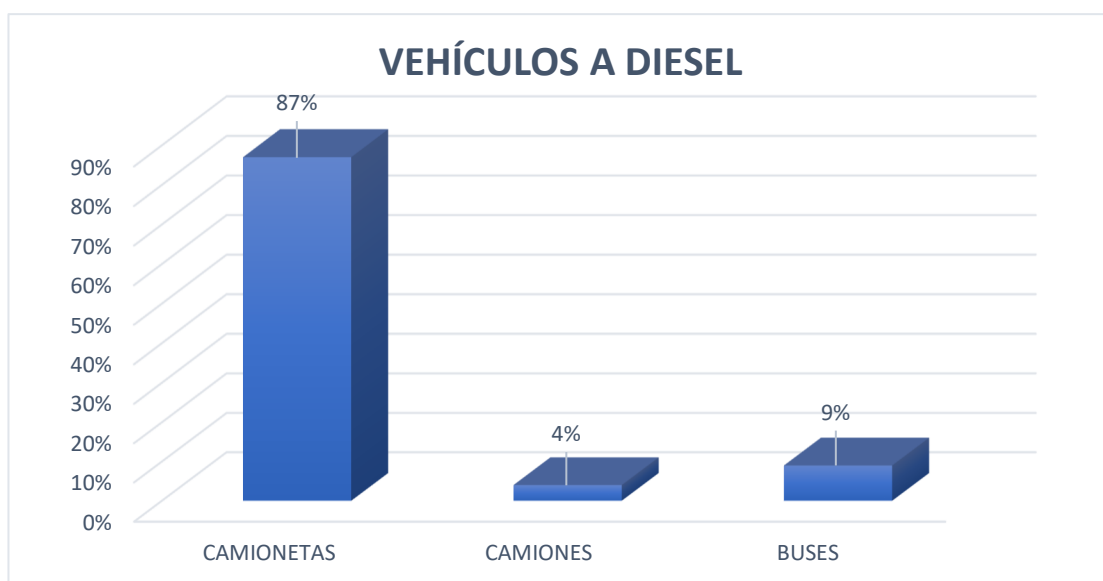


Fig 28. Vehículos a diesel

Del total de 71 vehículos que se sometieron a la medición de emisiones de gases el 87% con 62 vehículos fueron camionetas, siendo éste el vehículo más común que circulan en el interior de la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi, después están los buses con un 9% son 6 vehículos pertenecientes a los bienes de la Universidad Técnica de Ambato, al igual que los camiones que conforman un 4% con tres vehículos, como se puede observar en la figura 27. Los camiones forman el porcentaje más bajo del total de vehículos debido a su escasa utilización en los predios de la zona de estudio.

A su vez las camionetas, camiones y buses tienen diferentes marcas, unas más comunes que otras como se puede observar a continuación en la figura 29, figura 30 y figura 31.

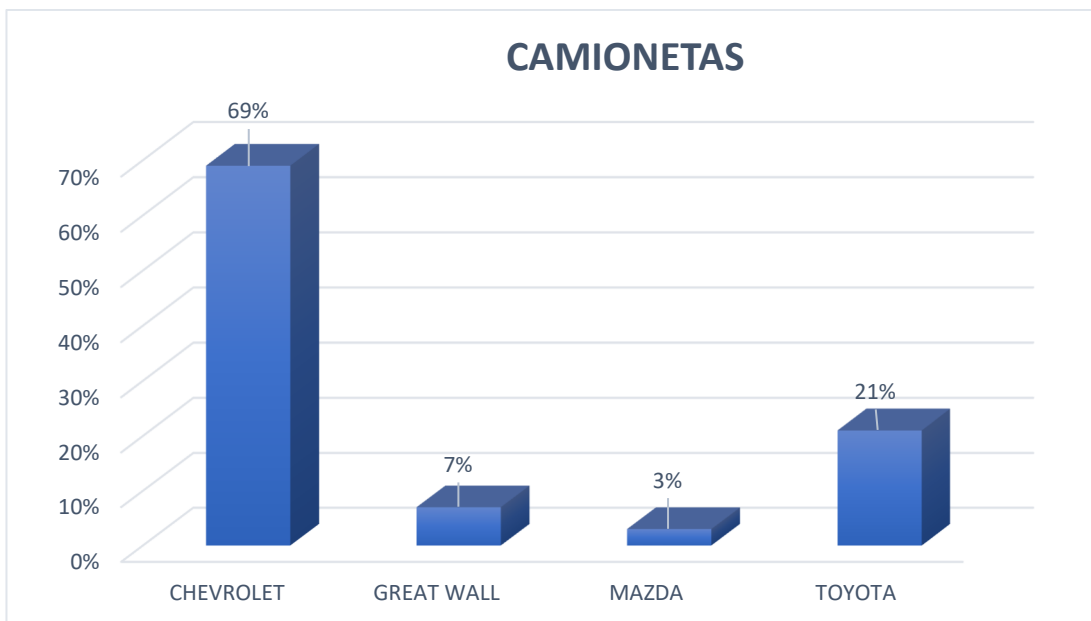


Fig 29. Camionetas Universidad Técnica de Ambato campus Huachi

En la figura 29 se puede observar que la marca predominante en el uso de camionetas circulantes es Chevrolet con 69%, seguido por la marca Toyota con 21%, y por debajo de estas dos marcas tenemos a Great Wall y Mazda con un porcentaje inferior al 10%.

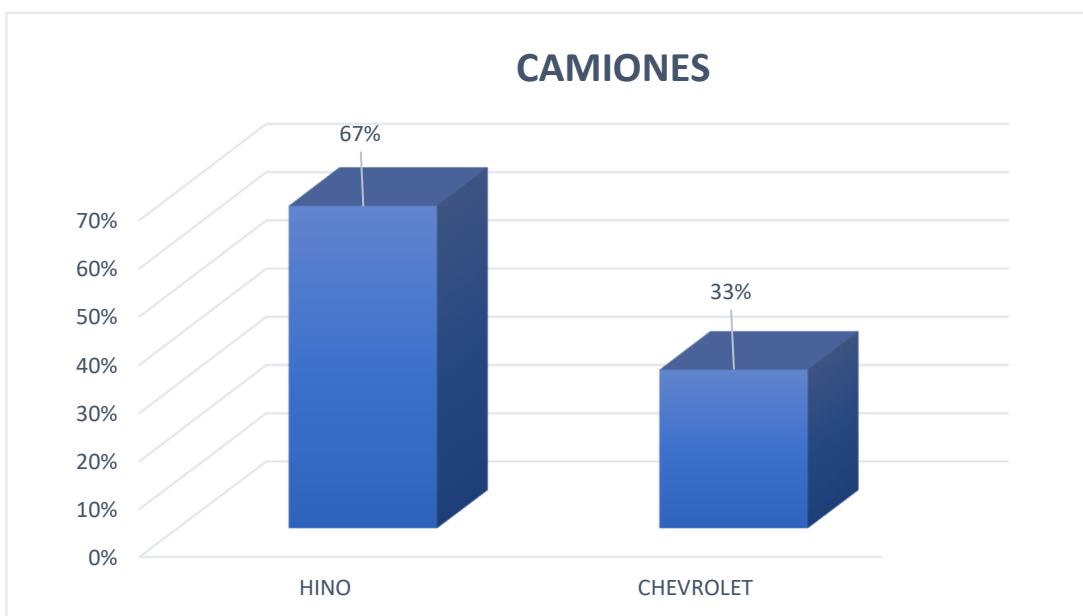


Fig 30. Camiones Universidad Técnica de Ambato campus Huachi

En cuanto a los camiones que se sometieron a las mediciones de emisiones de gases fueron un total de 3 pertenecientes a los bienes de la Universidad Técnica de Ambato, dos fueron de marca HINO con un 67% y uno marca Chevrolet que corresponde al 33% del total, como se puede observar en la figura 30.

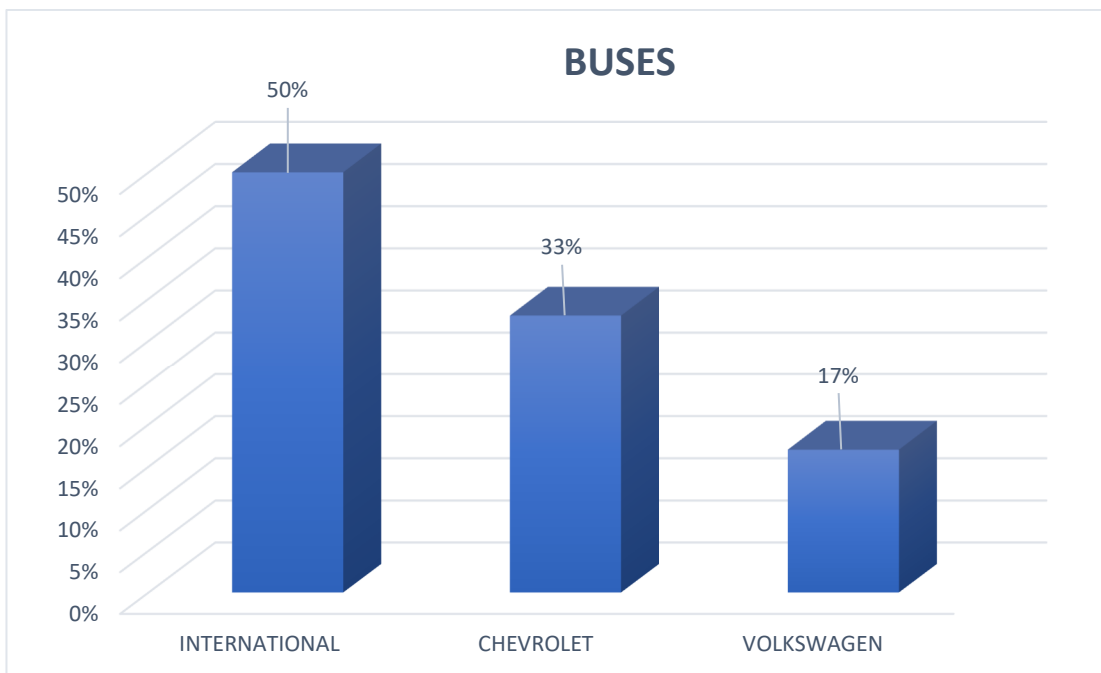


Fig 31. Buses Universidad Técnica de Ambato campus Huachi

Los buses que circulan en los predios de la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi son seis, la marca de chasis International figura como predominante correspondiente al 50%, seguido de la marca de chasis Chevrolet con un 33% y por último la marca de chasis Volkswagen con un 17%, siendo la marca menos utilizada en cuanto a buses, como se puede observar en la figura 31.

La marca en común que se puede observar presente en las camionetas, camiones y buses que se analizaron en la presente investigación es la marca Chevrolet, siendo incluso la marca predominante en el uso de camionetas, presente en menores cantidades en los camiones y buses.

3.3. Correlación de Pearson

Se adoptó el método de la Correlación de Pearson que mide la relación de dos variables estadísticamente, para demostrar la incidencia que el porcentaje de opacidad y el valor k tienen con los años de los vehículos a diesel que se sometieron a la medición de gases y la relación que estas dos variables tienen, dándonos un análisis global de todo el proyecto. Además, se aplicó la metodología de la Correlación de Pearson a los camiones, camionetas y buses, por marca de vehículos, para relacionar también variables como las revoluciones por minuto.

3.3.1. Correlación de Pearson % de opacidad vs años de vehículos a diesel

En función a lo obtenido en la recolección de datos, se determinó la Correlación de Pearson entre los años de las camionetas, camiones y buses que se sometieron a la medición de gases y el porcentaje de opacidad que presentaron, determinando una correlación que se puede observar en la Tabla 12.

Tabla 12. Correlación de Pearson % de opacidad y año de vehículos a diesel

Tipo	Correlación de Pearson porcentaje de opacidad y año de vehículos a diesel.
Camionetas	Correlación negativa muy alta -0,90
Camiones	Correlación negativa muy alta -0,99
Buses	Correlación negativa muy alta -0,98

En la figura 32, figura 33 y figura 34 se puede observar que la línea de tendencia esta de manera descendente negativa, debido a que mientras más aumentan el año de los vehículos a diesel el porcentaje de opacidad es menor. Es decir, mientras el vehículo sea más actual las emisiones de opacidad al ambiente son menores.

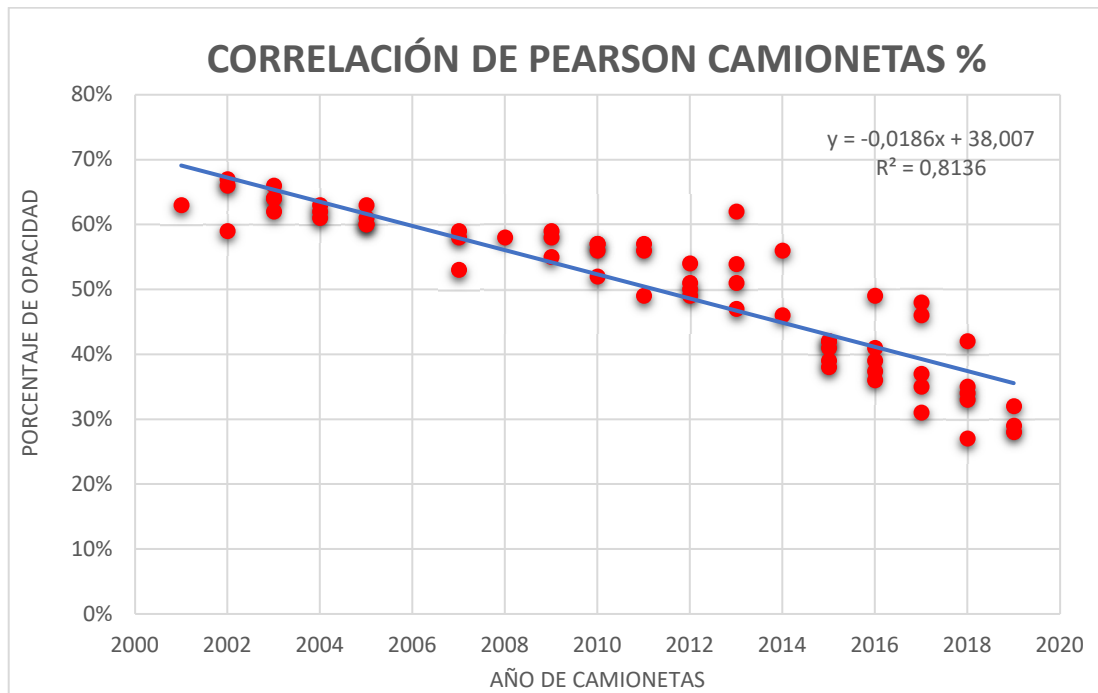


Fig 32. Correlación de Pearson porcentaje de opacidad vs año de camionetas

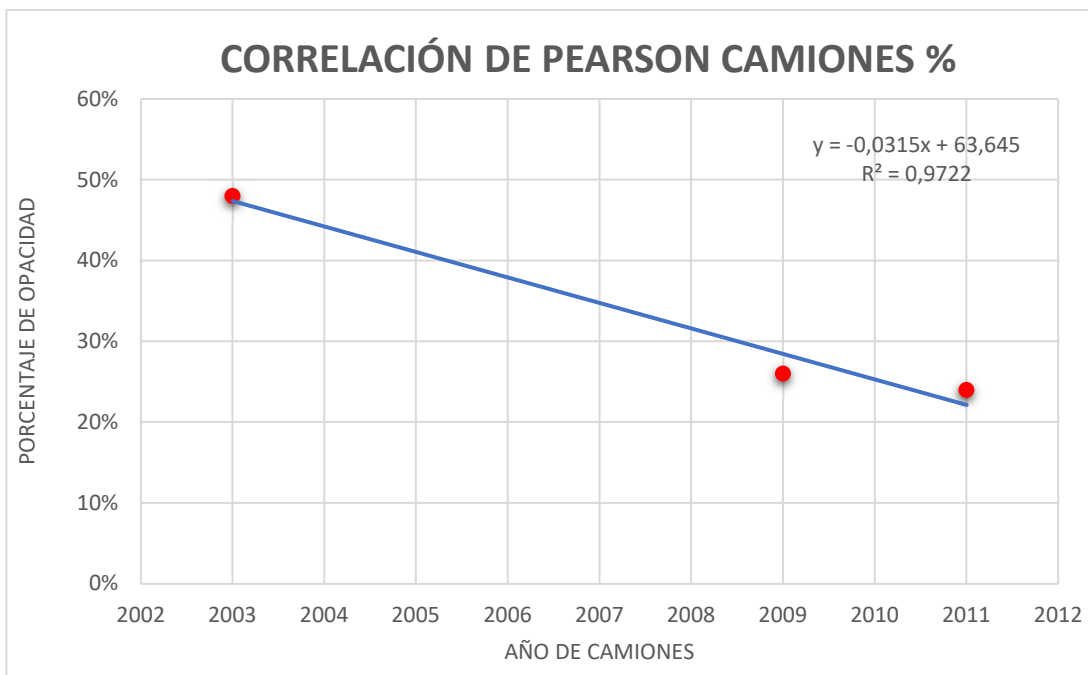


Fig 33. Correlación de Pearson porcentaje de opacidad vs año de camiones

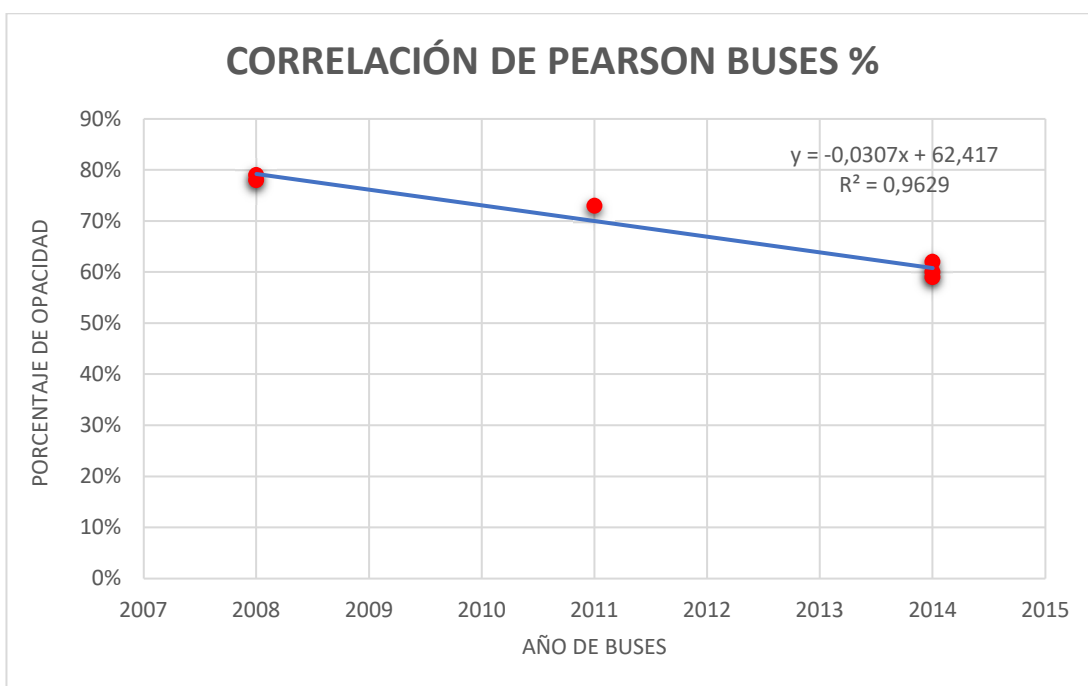


Fig 34. Correlación de Pearson porcentaje de opacidad vs año de buses

3.3.2. Correlación del valor k vs años de vehículos

Con los datos obtenidos del valor k en la recolección de datos y los años de las camionetas, camiones y buses sometidos a la medición de gases, se determinó la Correlación de Pearson, obteniendo los resultados que se pueden observar en la Tabla 13.

Tabla 13. Correlación de Pearson valor k y año de vehículos a diesel

Tipo	Correlación de Pearson valor k y año de vehículos a diesel. (R)
Camionetas	Correlación negativa muy alta -0,90
Camiones	Correlación negativa muy alta -0,98
Buses	Correlación negativa muy alta -0,96

Los resultados obtenidos en la Correlación de Pearson valor k y año de vehículos a diesel, son bastante parecidos a los del porcentaje de opacidad. Debido a que el valor k también conocido como Coeficiente de absorción de luz igualmente es un indicador proporcional al porcentaje de opacidad con unidades diferentes en m^{-1} .

Sin embargo, aunque las variables se comporten de manera bastante parecida, hay que tomar en cuenta que si existe cierta diferenciación en los gráficos, que se puede notar de una manera más clara en el valor de correlación.

Como se puede observar en la figura 35, figura 36 y figura 37, la línea de tendencia es descendente negativa, lo que quiere decir es que mientras más aumentan el año de los vehículos a diesel el valor k es menor.

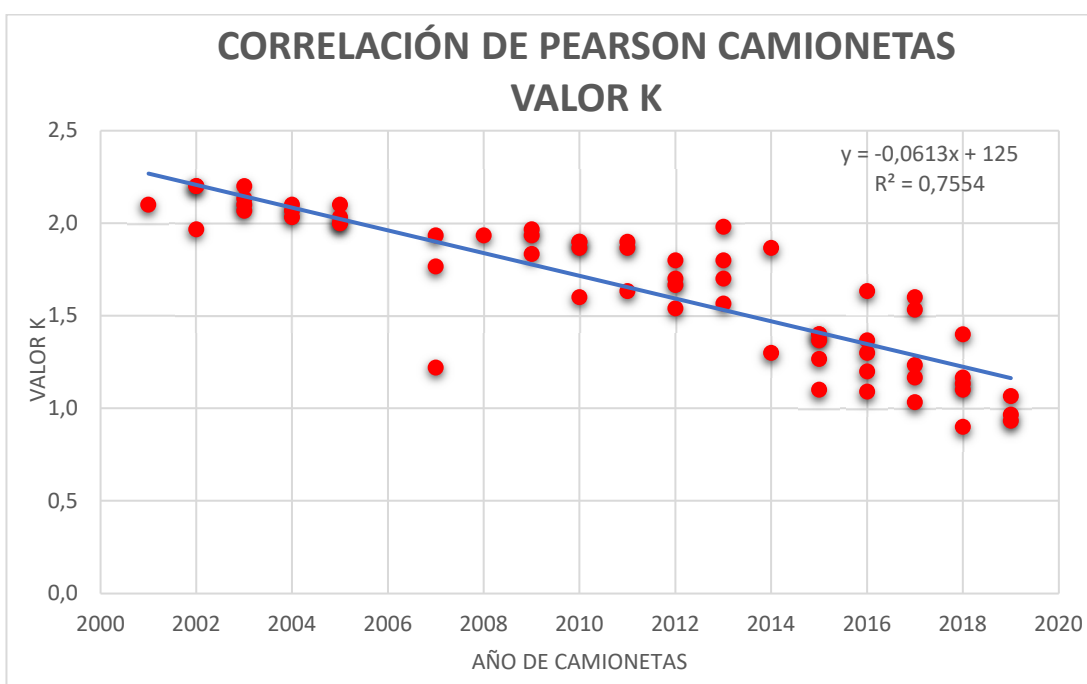


Fig 35. Correlación de Pearson valor k vs año de camionetas

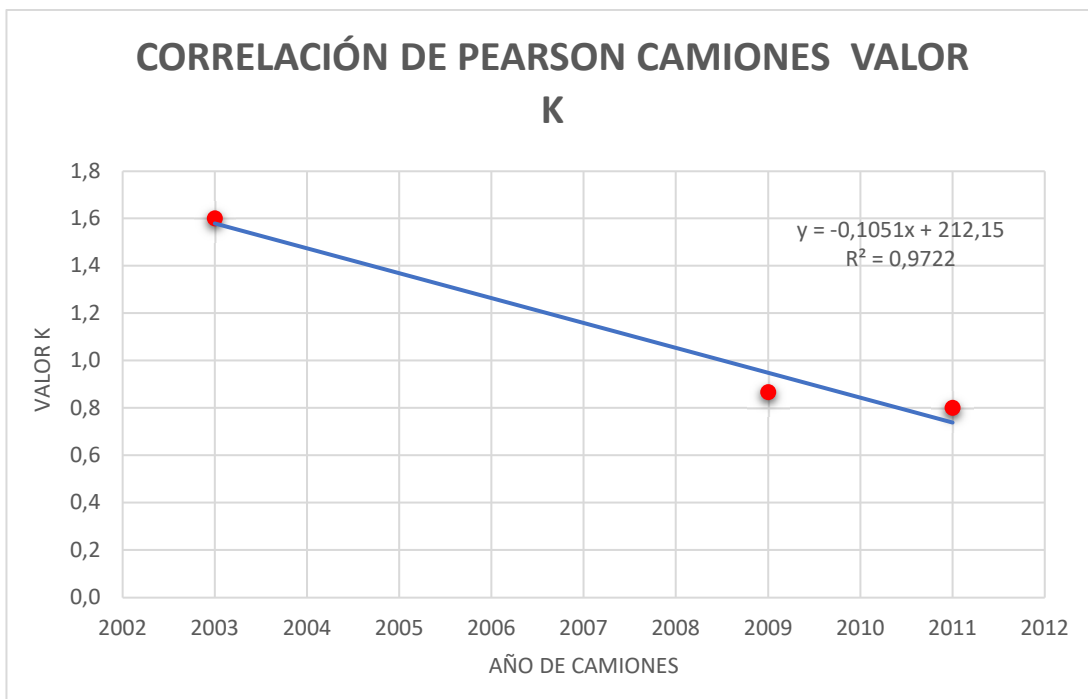


Fig 36. Correlación de Pearson valor k vs año de camiones

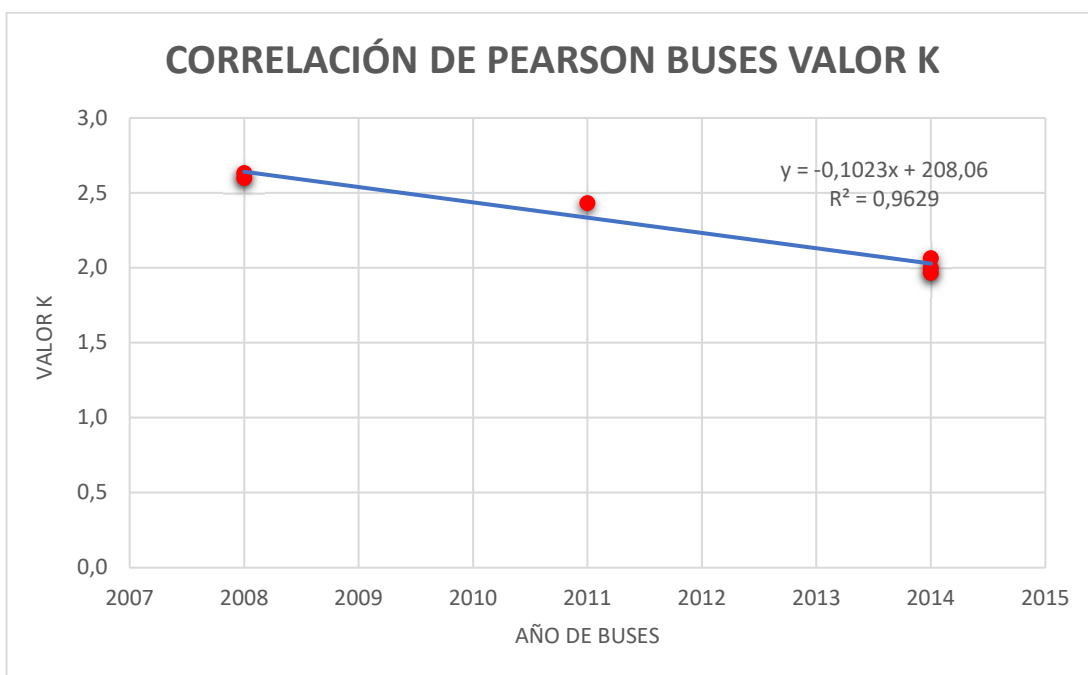


Fig 37. Correlación de Pearson valor k vs año de buses

3.3.3. Análisis de camionetas por marca

3.3.3.1. Camionetas marca Chevrolet

Las camionetas Chevrolet constituyen el 67% de todas las camionetas que se analizaron, todas poseen turbo.

Además, se realizó la medición de emisión de gases con la temperatura del aceite sobre los 60 °C, el cual es el rango recomendado para el correcto funcionamiento del motor, como se puede observar en figura 38.

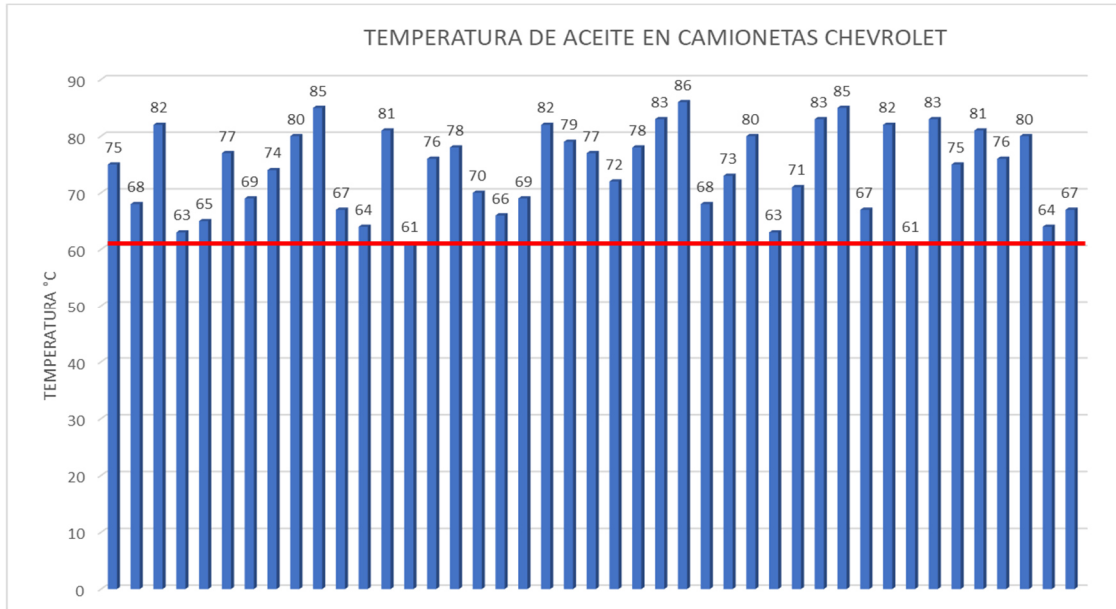


Fig 38. Temperatura de aceite en camionetas Chevrolet

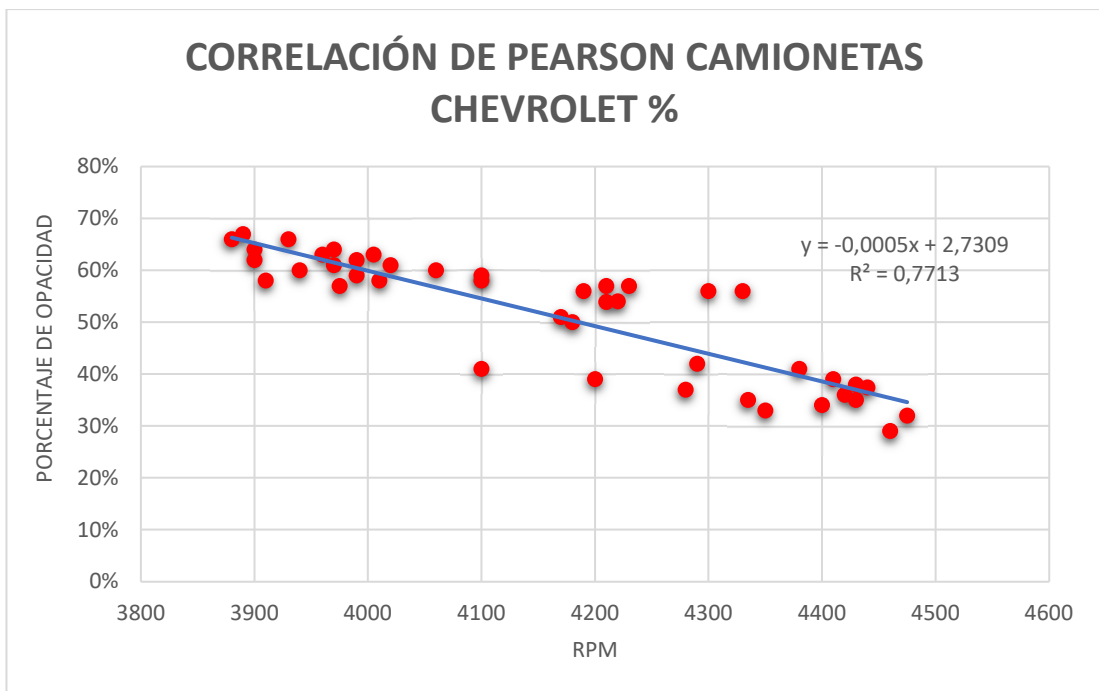


Fig 39. Correlación de Pearson camionetas Chevrolet %

En la figura 39 la línea de tendencia es negativa decreciente, en donde se puede observar que mientras las RPM aumentan el porcentaje de opacidad disminuye. Además, se determinó una Correlación de Pearson negativa alta de 0,85.

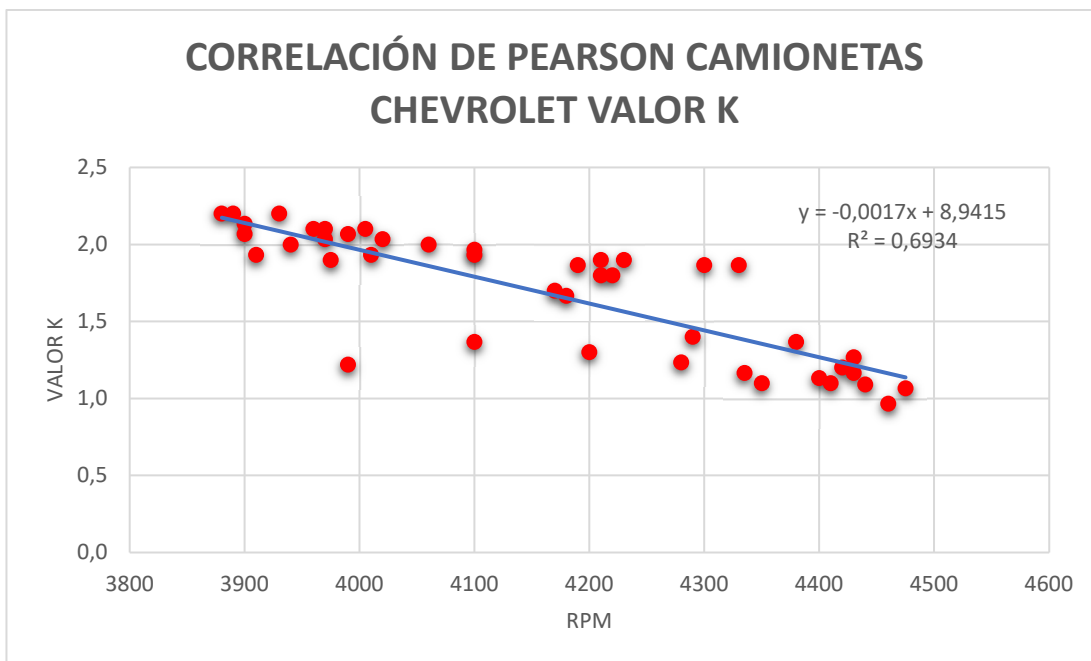


Fig 40. Correlación de Pearson camionetas Chevrolet valor k

En la figura 40 la línea de tendencia es negativa decreciente, en donde se puede observar que mientras las RPM aumentan el valor k disminuye. Además, se determinó una Correlación de Pearson negativa alta de 0,82.

3.3.3.2. Camionetas marca Toyota

Las camionetas marca Toyota constituyen el 21% del total de vehículos analizados, siendo la segunda marca más utilizada por la comunidad universitaria.

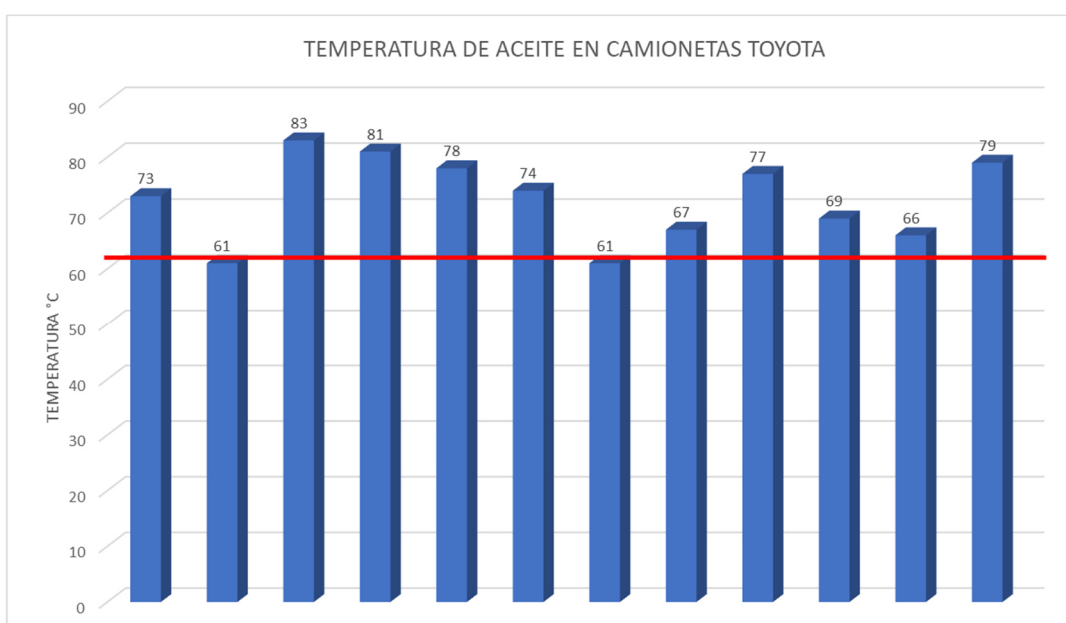


Fig 41. Temperatura de aceite en camionetas Toyota

Todas las camionetas analizadas tienen turbo y de la misma manera las mediciones de emisión de gases se lo realizo sobre el rango recomendado de los 60 °C, como se puede observar en la figura 41.

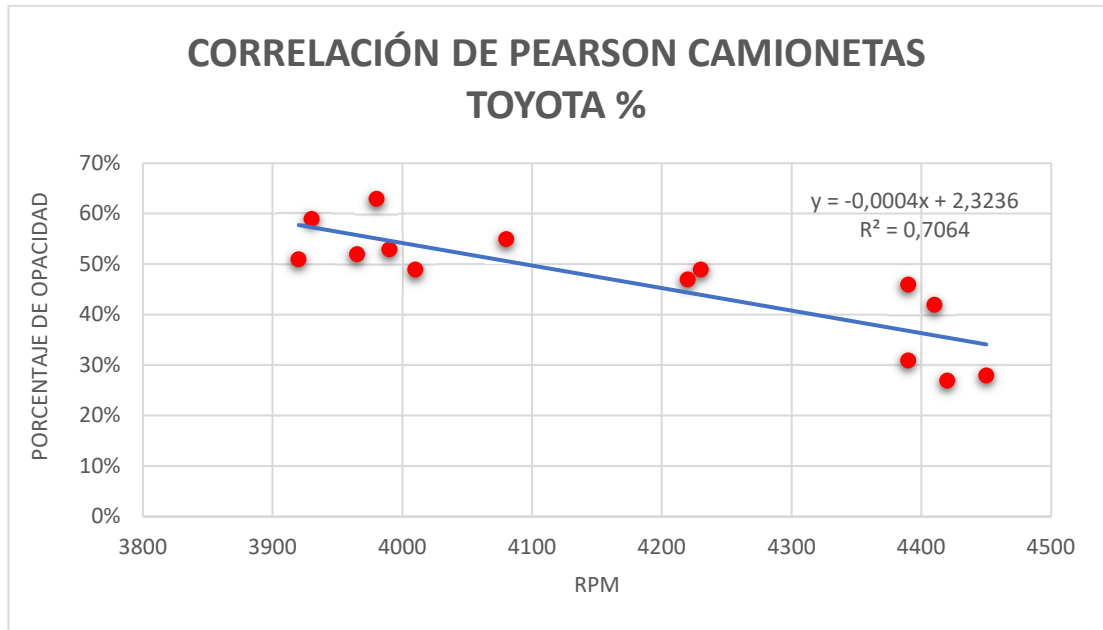


Fig 42. Correlación de Pearson camionetas Toyota %

La línea de tendencia en la figura 42 se puede observar que es decreciente negativa, lo que significa que mientras aumenta las RPM el porcentaje de opacidad disminuye. Además, se determinó una correlación negativa alta de 0,84.

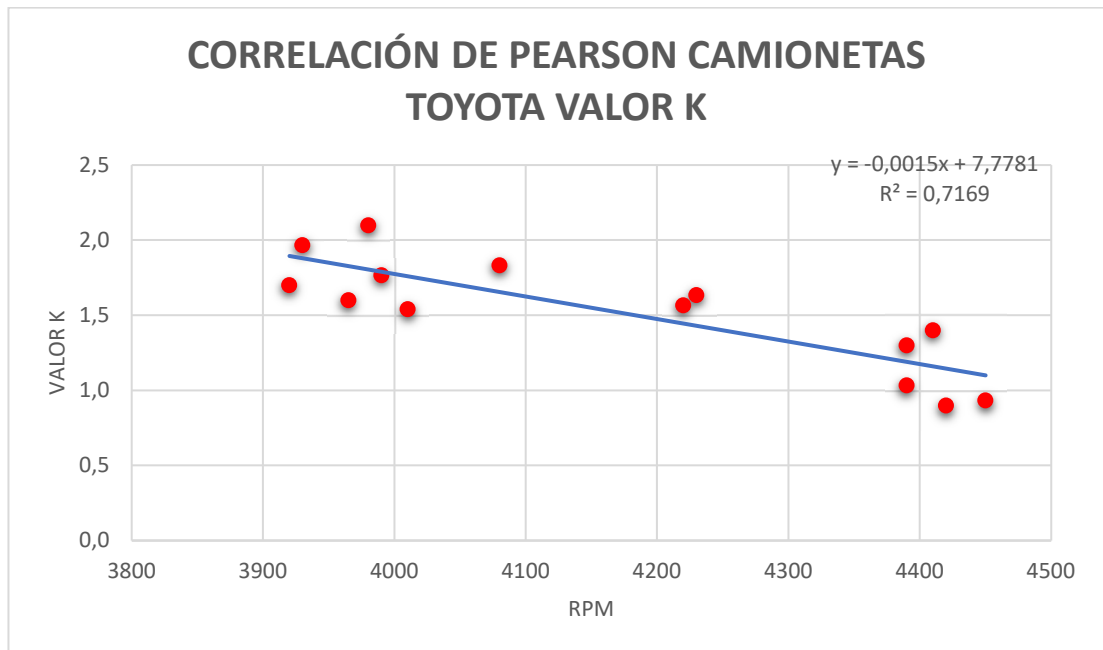


Fig 43. Correlación de Pearson camionetas Toyota valor k

De la misma manera la línea de tendencia en la figura 43 se puede observar que es decreciente negativa, lo que significa que mientras aumenta las RPM el valor k disminuye. Además, se determinó una correlación negativa alta de 0,80.

3.3.3.3. Camionetas marca Great Wall

La marca de camionetas Great Wall con cuatro vehículos constituye un 7% del total de la flota vehicular analizados, siendo esta marca una de las menos utilizadas por comunidad universitaria.

Todas las camionetas que se analizaron poseen turbo y la medición de emisiones de gases se la realizó sobre los 70 °C con 10 °C más sobre la temperatura recomendada, como se muestra en figura 44.

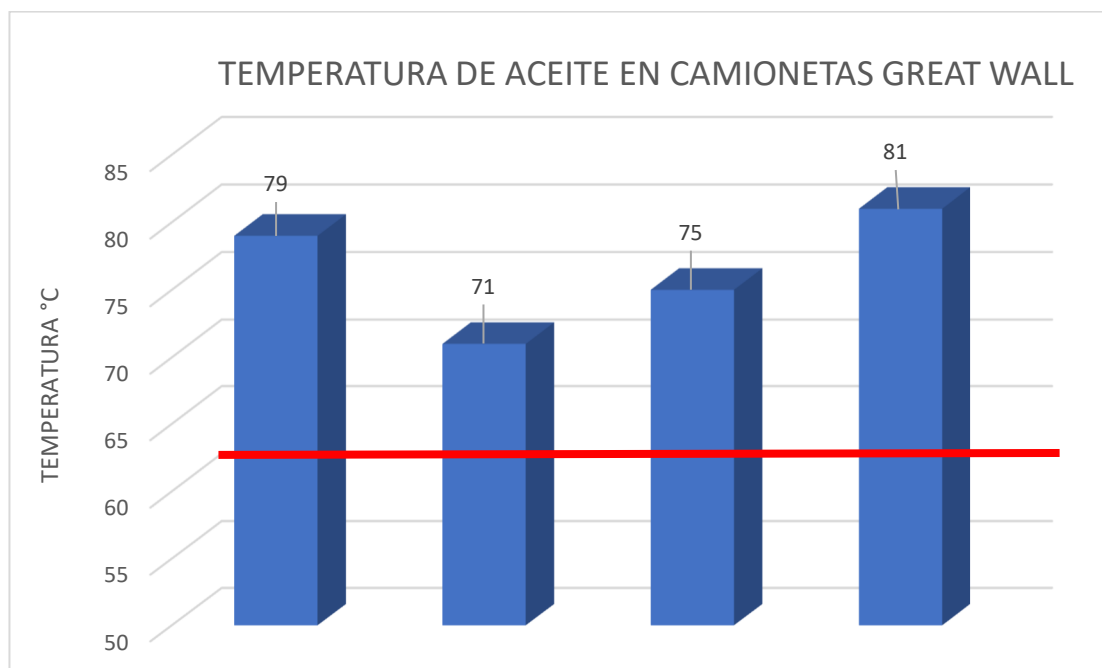


Fig 44. Temperatura de aceite en camionetas Great Wall

La línea de tendencia en la figura 45 se puede observar que es decreciente negativa, lo que significa que mientras aumenta las RPM el porcentaje de opacidad disminuye. Además, se determinó una correlación negativa alta de 0,32.

De la misma manera, la línea de tendencia en la figura 46 se puede observar que es decreciente negativa, lo que significa que mientras aumenta las RPM el porcentaje de opacidad disminuye. Además, se determinó una correlación negativa alta de 0,33.

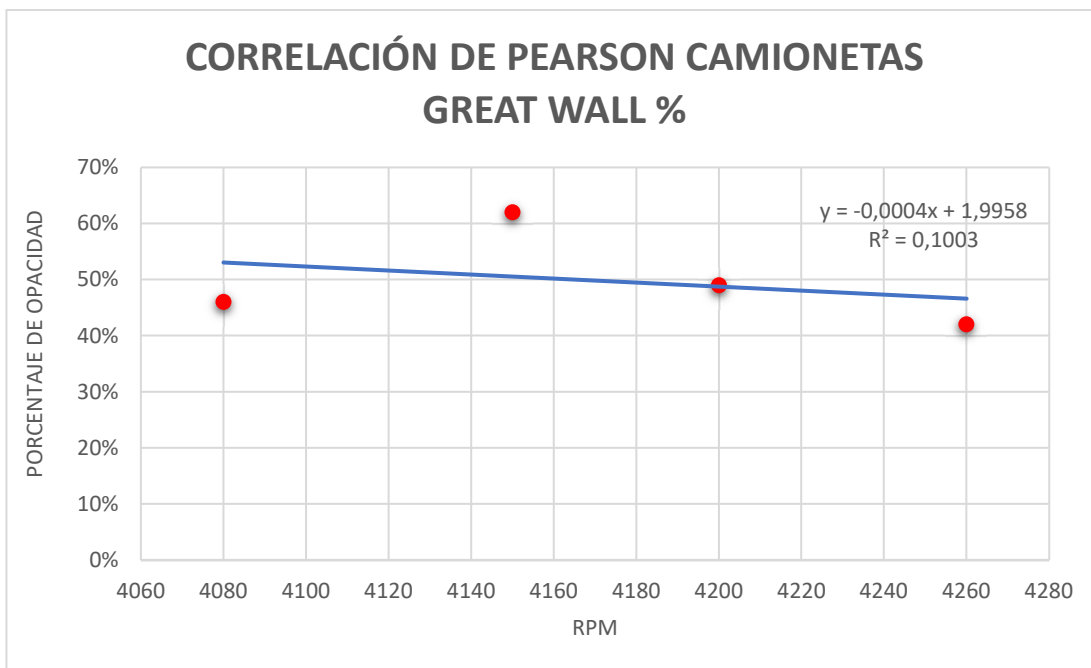


Fig 45. Correlación de Pearson camionetas Great Wall %

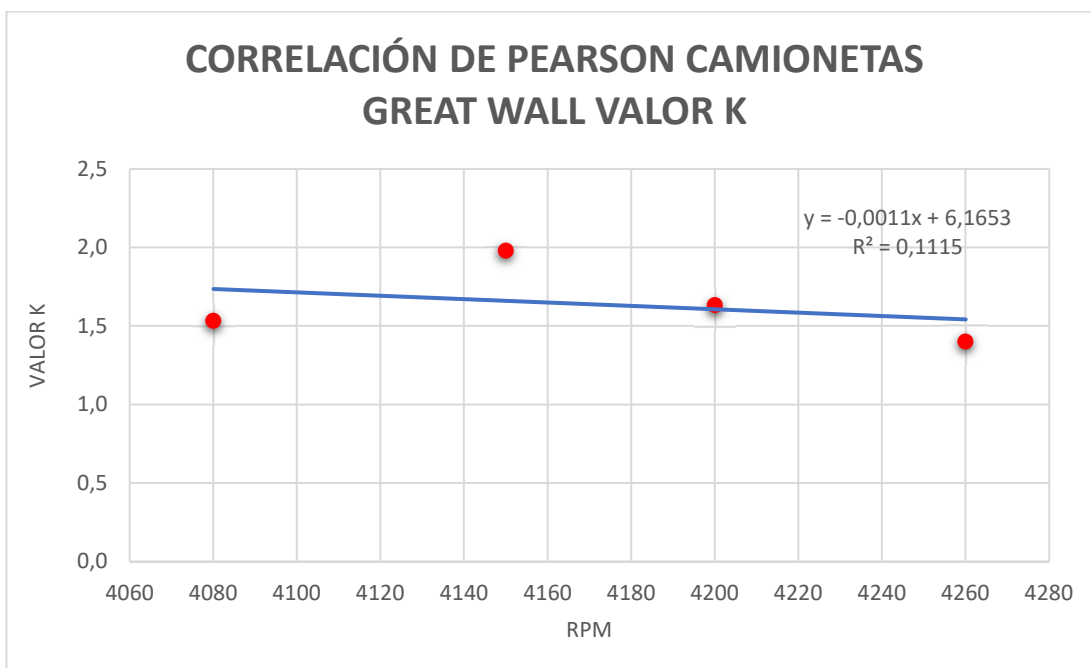


Fig 46. Correlación de Pearson camionetas Great Wall valor k

3.3.3.4. Camionetas marca Mazda

Las camionetas de marca Mazda con dos vehículos analizados es la marca menos utilizada por la comunidad universitaria, constituyendo un mínimo porcentaje de 3%. Las dos camionetas tenían turbo y la medición de emisiones de gases se lo realizó sobre los 60 °C como se muestra en la figura 47.

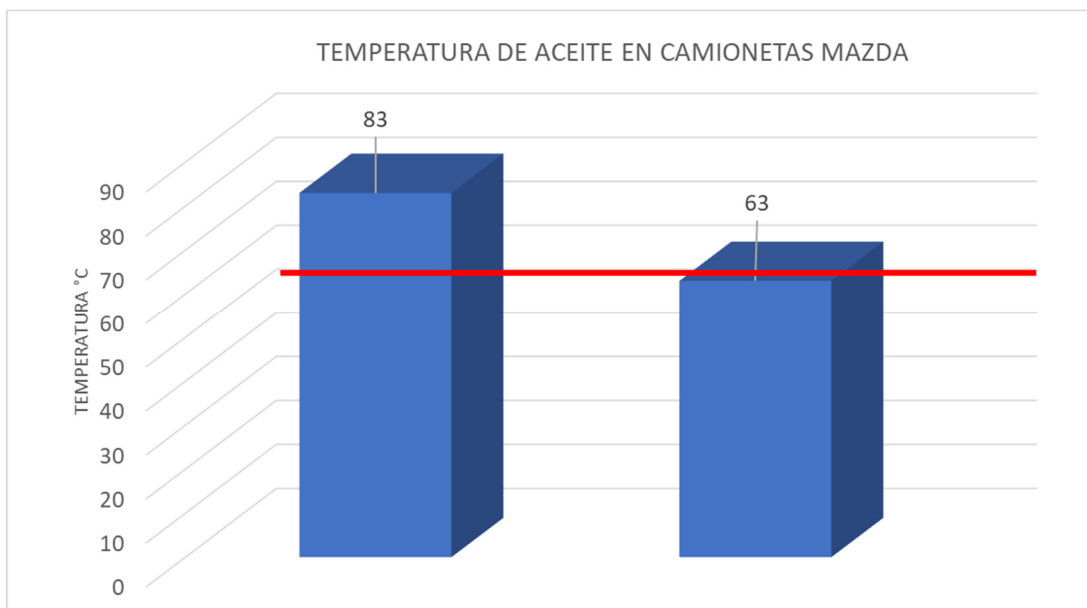


Fig 47. Temperatura de aceite en camionetas Mazda

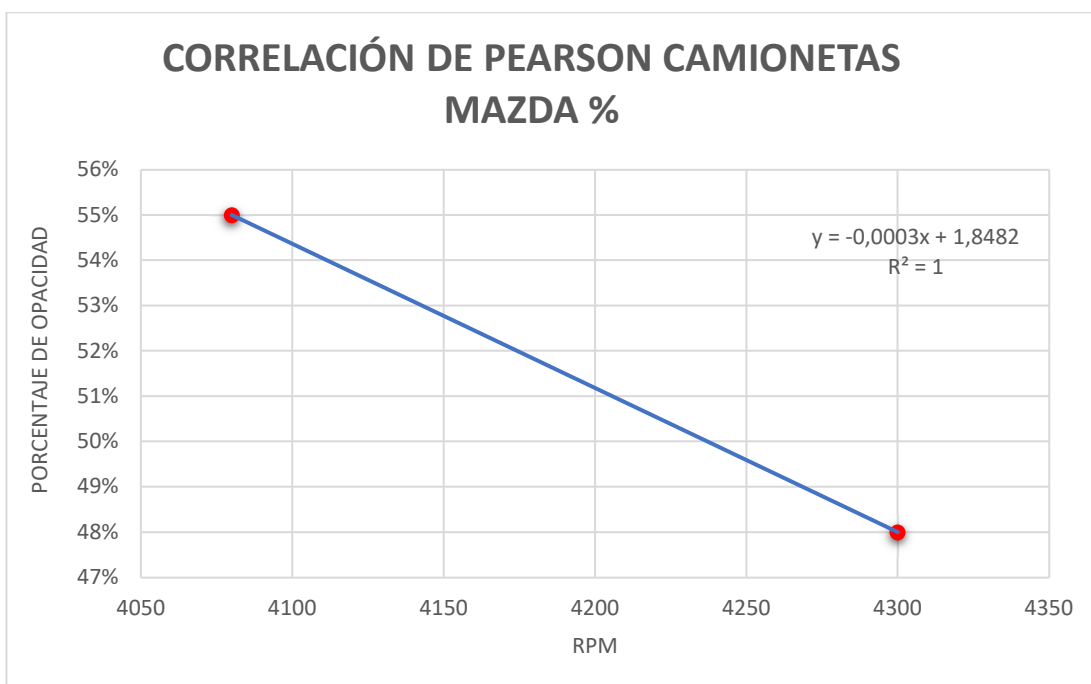


Fig 48. Correlación de Pearson camionetas Mazda %

La figura 48 nos muestra una línea de tendencia negativa decreciente, en donde nos muestra que si aumenta las RPM el porcentaje de opacidad disminuye. Además, se determinó una correlación negativa perfecta.

Igualmente, en la figura 49 se puede observar una línea de tendencia negativa decreciente, donde podemos ver que mientras aumentan las RMP el valor k disminuye, y se determinó una correlación negativa perfecta.

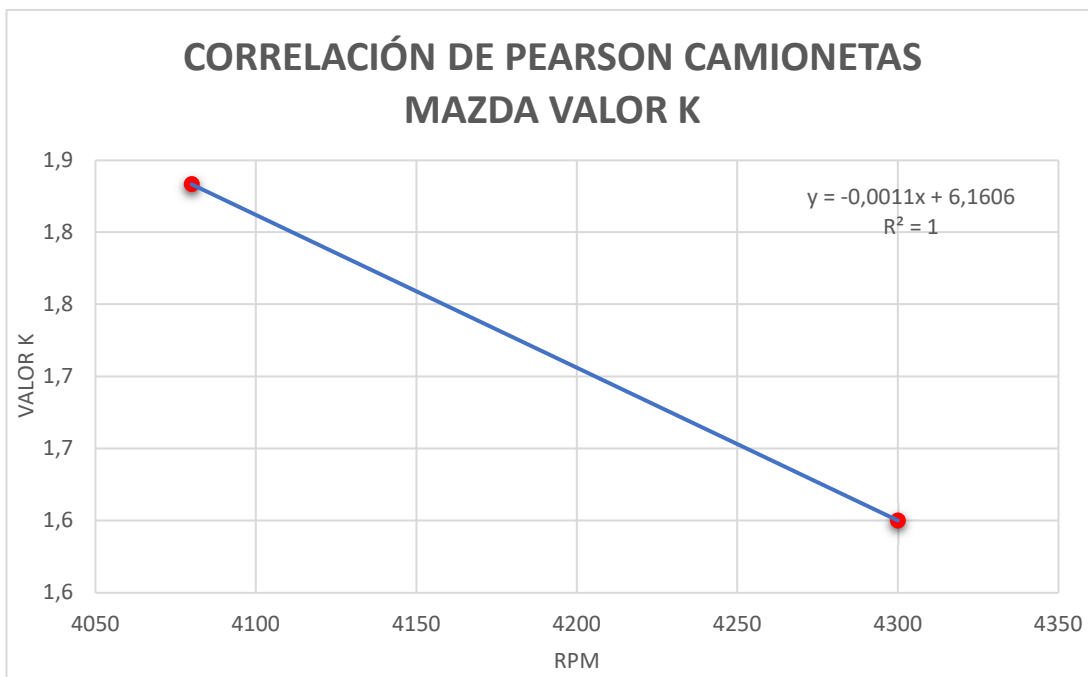


Fig 49. Correlación de Pearson camionetas Mazda valor k

3.3.4. Análisis de camiones por marca

3.3.4.1. Camiones marca HINO

La utilización de camiones en la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi es bastante escasa, por lo que se realizó el análisis de los tres camiones pertenecientes a los bienes de la Universidad Técnica de Ambato y que son utilizados diariamente por el personal de mantenimiento.

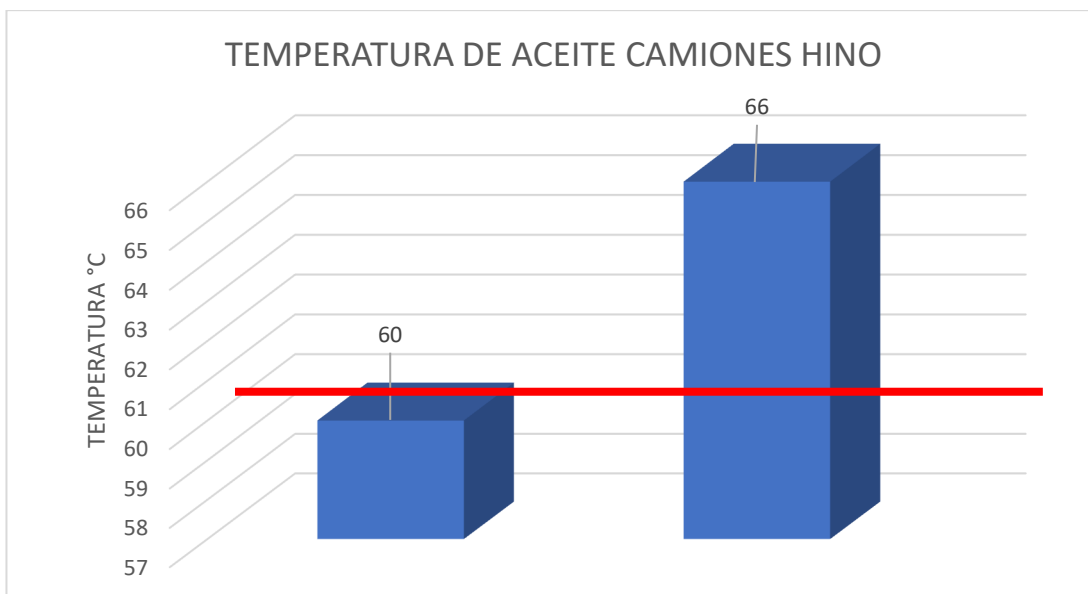


Fig 50. Temperatura de aceite camiones HINO

La marca HINO corresponde al 66% del total de camiones analizados y todos disponen de turbo. Además, los camiones se sometieron a la medición de emisiones de gases cuando la temperatura del aceite del motor sobrepasa los 60 °C, como podemos observar en la figura 50.

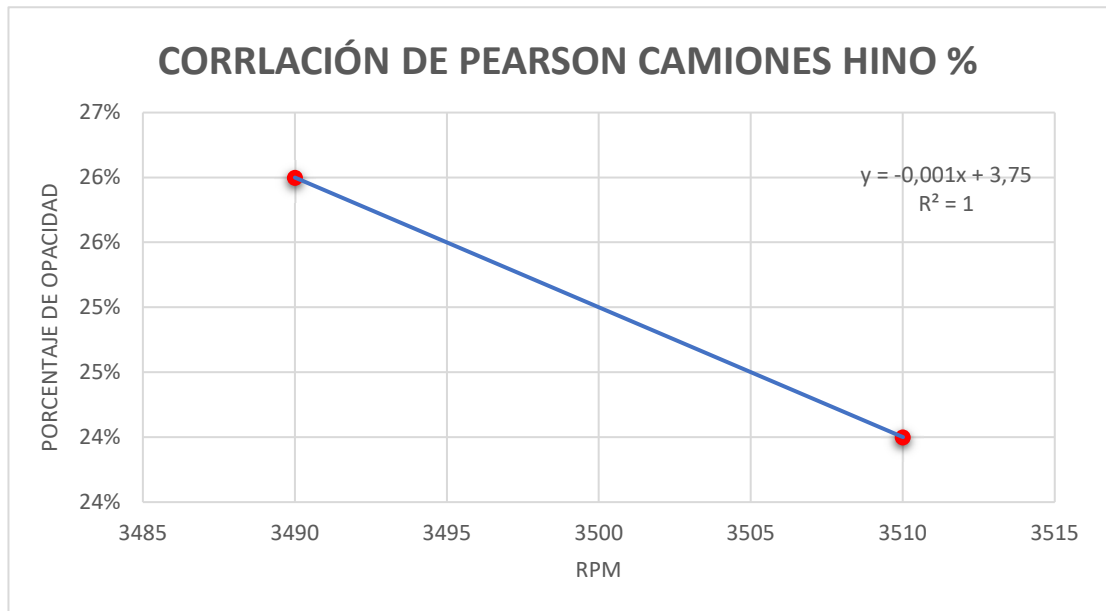


Fig 51. Correlación de Pearson camiones HINO %

En la figura 51 podemos mirar una línea de tendencia decreciente negativa, en donde nos muestra que mientras aumenta las RPM el porcentaje de opacidad disminuye. Además, se determinó una correlación negativa perfecta.

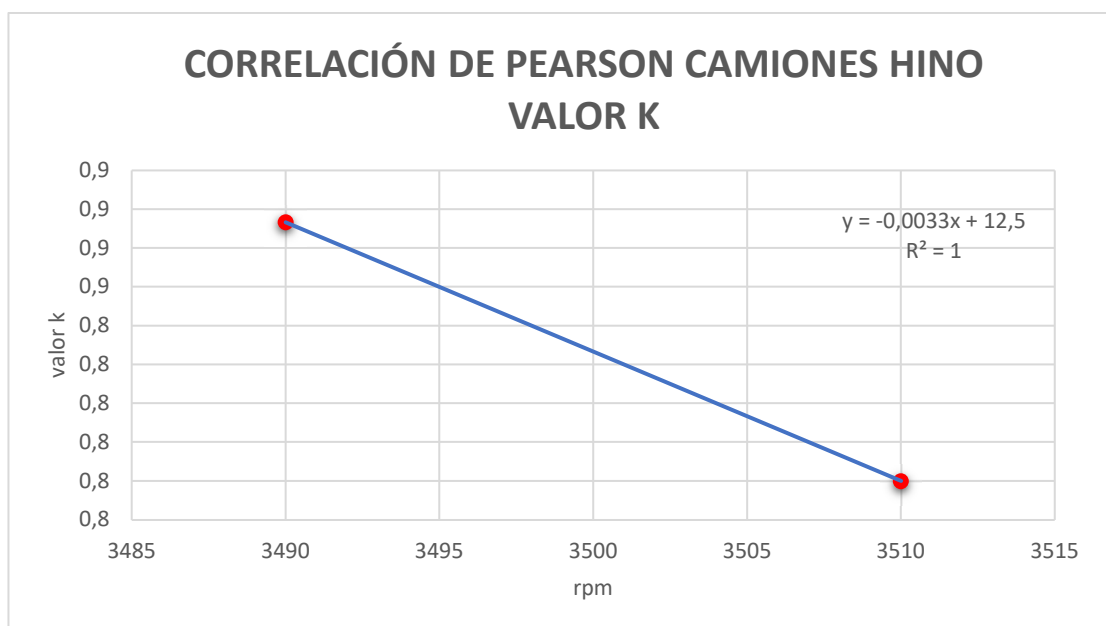


Fig 52. Correlación de Pearson camiones HINO valor k

De igual manera en la figura 52 se puede mirar una línea de tendencia decreciente negativa, en donde podemos observar que mientras aumenta las RPM el valor k disminuye. Además, se determinó una correlación negativa perfecta.

3.3.4.2. Camiones marca Chevrolet

Los camiones marca Chevrolet constituyen el 33% de los camiones analizados, siendo solo un camión el que se sometió a la medición de análisis de gases, motivo por el cual no se realizó el análisis de Correlación de Pearson.

El camión posee turbo y la temperatura del aceite en el momento de la medición es de 72 °C, sobrepasando la temperatura recomendada de los 60 °C.

3.3.5. Análisis de buses por marca

3.3.5.1. Buses marca International

La flota vehicular de buses que circula en el campus Huachi de la Universidad Técnica de Ambato, se determinó en seis buses de los cuales tres son de la marca International, siendo la marca más predominante en cuanto a buses, correspondiente al 50% de total de vehículos analizados. Los tres buses poseen turbo y se sometieron a la medición de gases cuando la temperatura del aceite del motor sobrepasaba los 60 °C, como se puede observar en la figura 53.

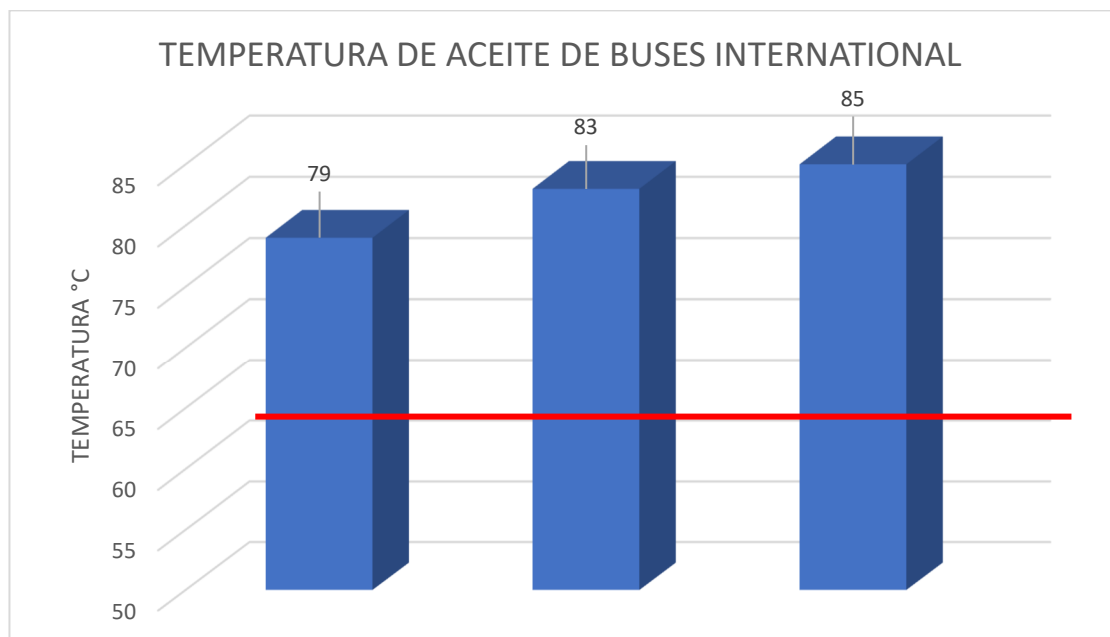


Fig 53. Temperatura de buses International

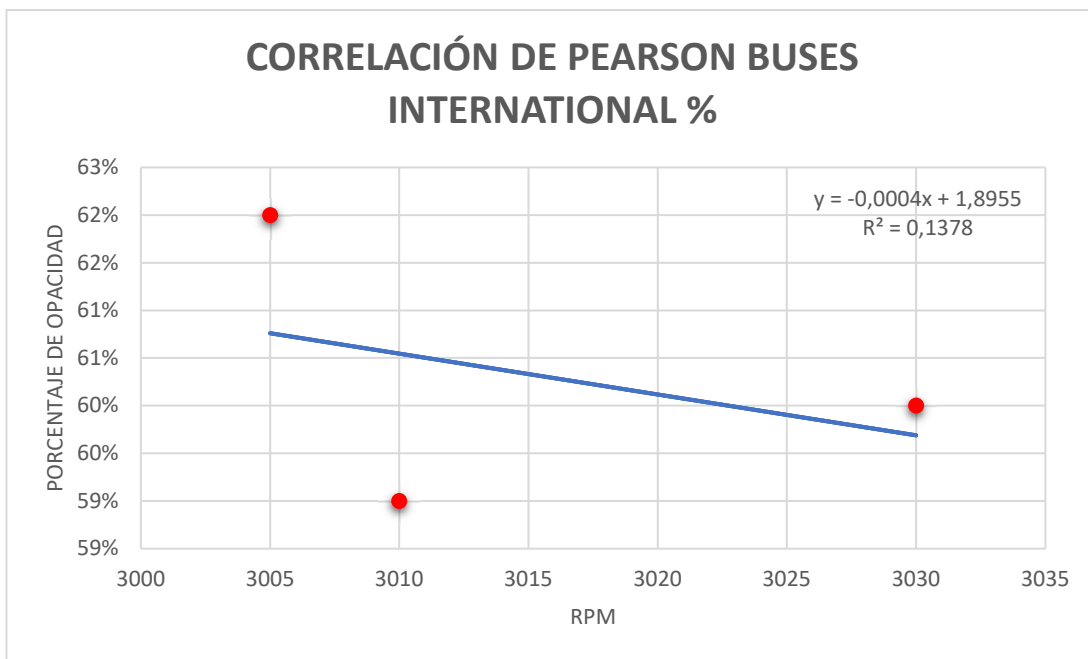


Fig 54. Correlación de Pearson buses International %

En la figura 54 podemos mirar una línea de tendencia decreciente negativa, en donde nos muestra que mientras aumenta las RPM el porcentaje de opacidad disminuye. Además, se determinó una correlación negativa baja de 0,37.

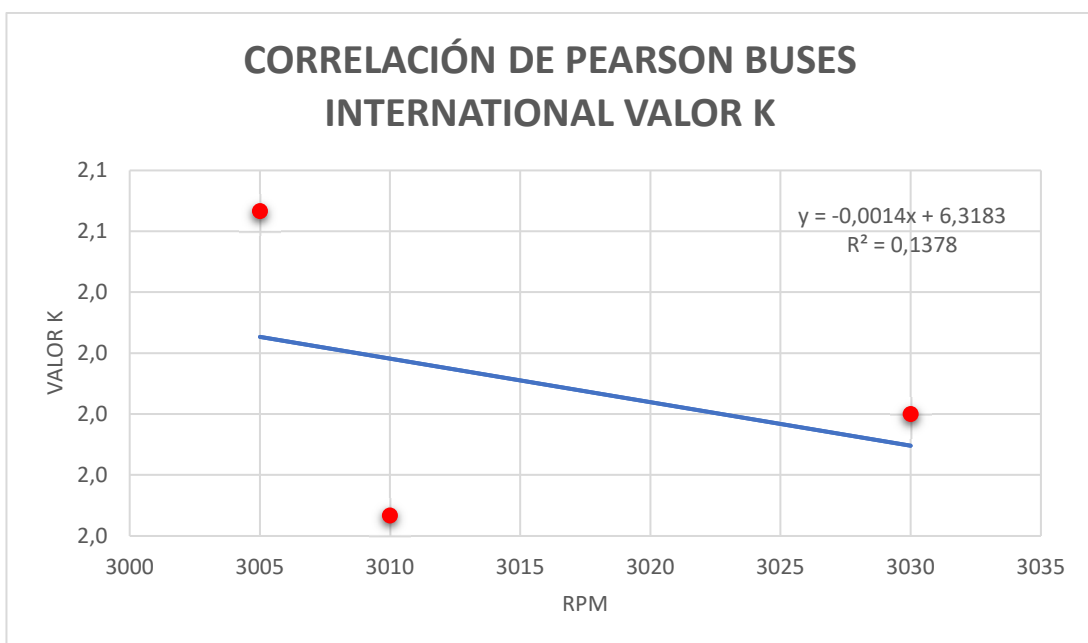


Fig 55. Correlación de Pearson buses International valor k

De igual manera en la figura 55 se puede mirar una línea de tendencia decreciente negativa, en donde podemos observar que mientras aumenta las RPM el valor k disminuye. Además, se determinó una correlación negativa baja de 0,37.

3.3.5.2. Buses marca Chevrolet

Los buses de marca Chevrolet con sus dos vehículos constituyen el 33% de los buses analizados. Los dos buses poseen turbo y la medición de emisiones de gases se la realizo cuando el aceite de motor de los mismos estaba a una temperatura mayor a los 60 °C en cumplimiento con las recomendaciones, como lo podemos observar en la figura 56.

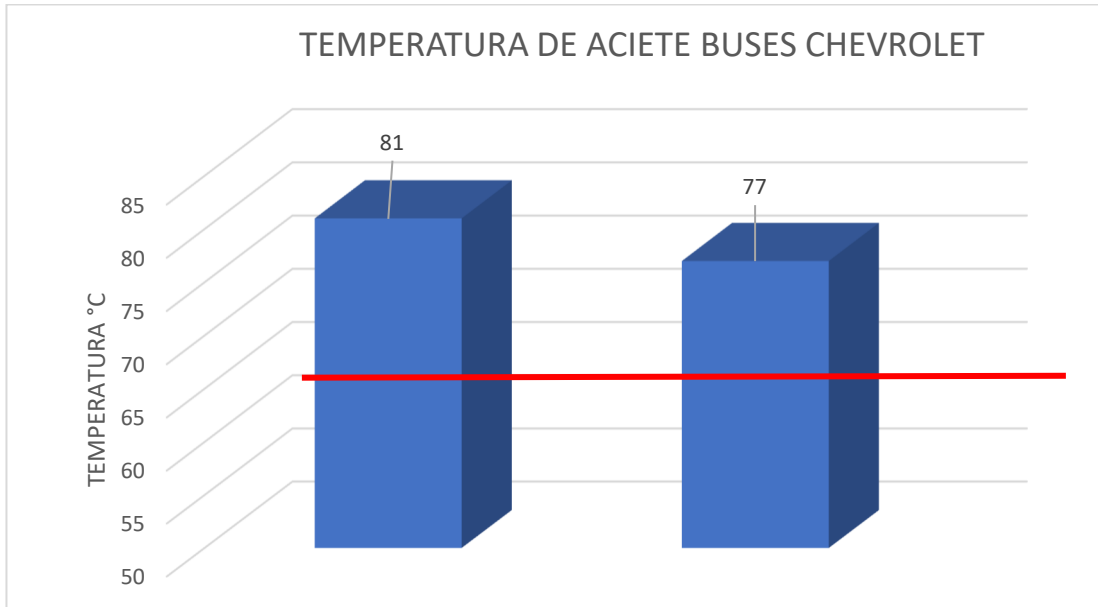


Fig 56. Temperatura de aceite buses Chevrolet

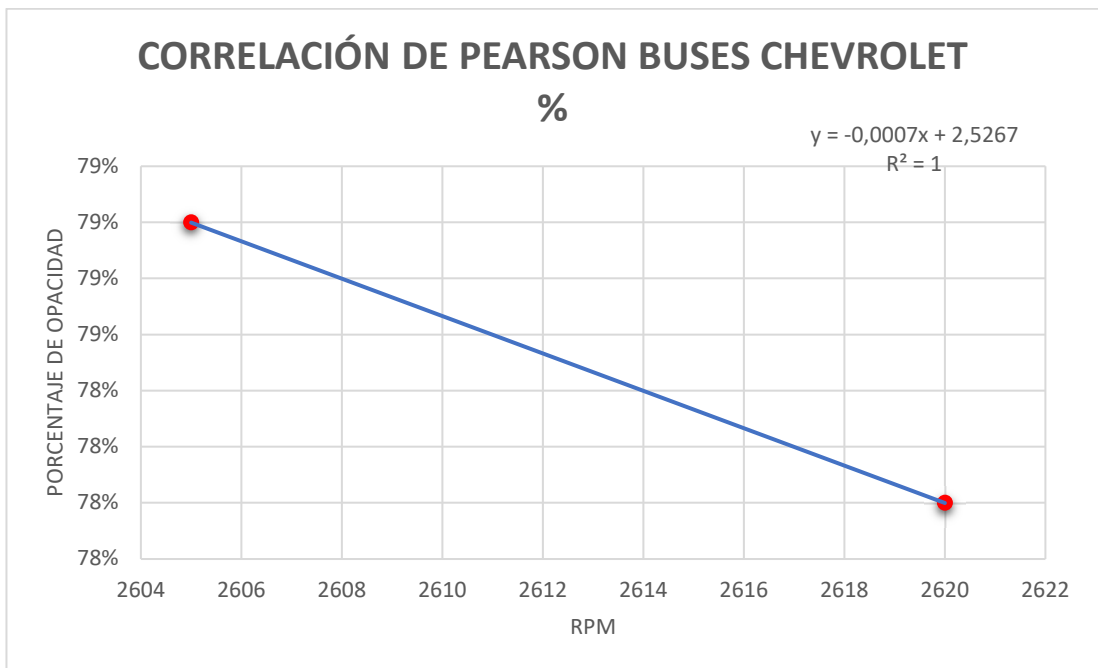


Fig 57. Correlación de Pearson buses Chevrolet %

La figura 57 nos muestra una línea de tendencia decreciente, lo que nos dice que mientras más aumentan las RPM del bus disminuye el porcentaje de opacidad. Además, se determinó una correlación negativa perfecta.

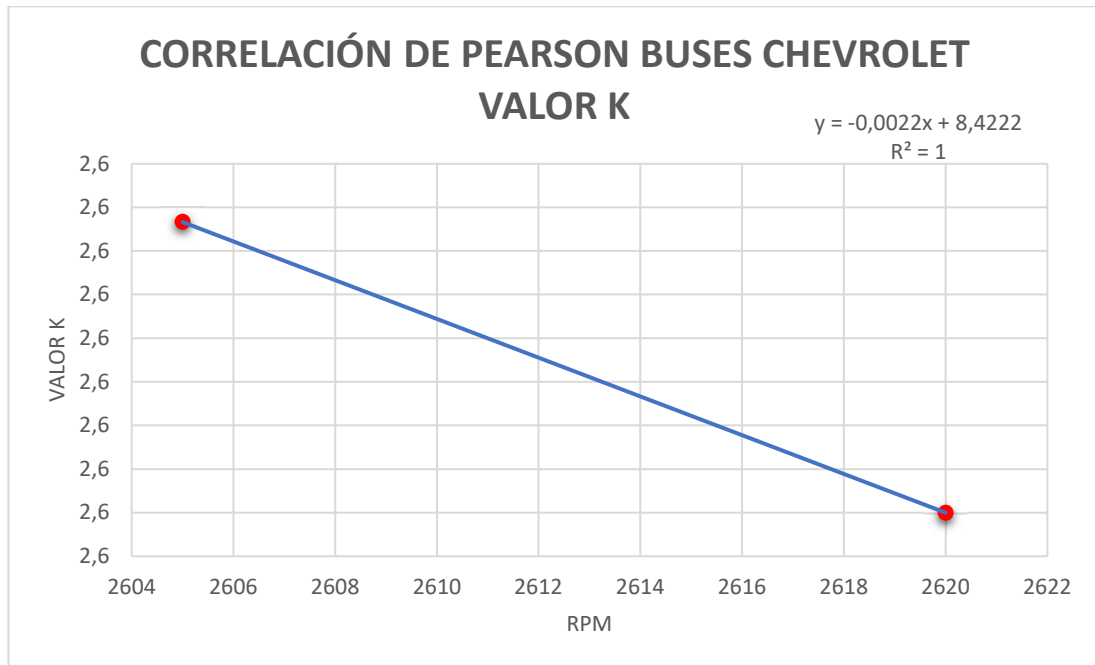


Fig 58. Correlación de Pearson buses Chevrolet valor k

De la misma manera en la figura 58 nos muestra una línea de tendencia decreciente negativa, que muestra que mientras más aumentan las RPM del bus disminuye el valor k. Además, se determinó una correlación negativa perfecta.

3.3.5.3. Buses marca Volkswagen

Los buses marca Volkswagen constituyen el 17% de los buses analizados, siendo solo un bus el que se sometió a la medición de análisis de gases, motivo por el cual no se realizó el análisis de Correlación de Pearson.

El bus posee turbo y la temperatura del aceite en el momento de la medición es de 73°C, sobrepasando la temperatura recomendada de los 60°C.

3.4. Análisis de emisiones de gases camionetas

Las camionetas corresponden el 87% del total de vehículos que se realizó la medición de emisión de gases, correspondiente a 62 camionetas con fecha de fabricación desde el año 2001 hasta el año 2019, se muestran en la tabla 14.

Tabla 14. Análisis de emisiones de gases camionetas



		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
		CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA							
		FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS							
		REALIZO:	CHRISTIAN SAUL PEREZ GAVILANES						
REVISO:	ING. OSCAR TENE / ING. VLADIMIR POVEDA / ING. DIEGO RAMOS								
APROBO:	ING. ALEJANDRA LASCANO								
ANALIZADOR:	MDO 2 LON								
AÑO	2000 Y POSTERIORES	OPACIDAD %	50% FUERA DE LOS LIMITES (%)		OPACIDAD	RMP	DENTRO DEL LIMITE	VALOR K (m-1)	
	1999 Y ANTERIORES		60% FUERA DE RANGO OPTIMO (°C)				DENTRO DEL RANGO		
AÑO	TIPO	MARCA	CON TURBO	SIN TURBO	OPACIDAD	RMP	TEMPERATURA DE ACEIT	VALOR K (m-1)	
1	2013	CAMIONETA	CHEVROLET	X		54%	4210	75°C	1,8
2	2011	CAMIONETA	CHEVROLET	X		57%	3975	68°C	1,9
3	2016	CAMIONETA	CHEVROLET	X		37%	4440	82°C	1,1
4	2003	CAMIONETA	CHEVROLET	X		64%	3970	63°C	2,1
5	2012	CAMIONETA	TOYOTA	X		49%	4010	73°C	1,5
6	2007	CAMIONETA	CHEVROLET	X		59%	3990	65°C	1,2
7	2013	CAMIONETA	GREAT WALL	X		62%	4150	79°C	2,0
8	2002	CAMIONETA	CHEVROLET	X		67%	3890	77°C	2,2
9	2015	CAMIONETA	CHEVROLET	X		39%	4410	69°C	1,1
10	2010	CAMIONETA	TOYOTA	X		52%	3965	61°C	1,6
11	2014	CAMIONETA	TOYOTA	X		46%	4390	83°C	1,3
12	2014	CAMIONETA	CHEVROLET	X		56%	4330	74°C	1,9
13	2019	CAMIONETA	CHEVROLET	X		32%	4475	80°C	1,1
14	2017	CAMIONETA	CHEVROLET	X		35%	4335	85°C	1,2
15	2016	CAMIONETA	GREAT WALL	X		49%	4200	71°C	1,6
16	2009	CAMIONETA	CHEVROLET	X		58%	4010	67°C	1,9
17	2005	CAMIONETA	CHEVROLET	X		60%	3940	64°C	2,0
18	2015	CAMIONETA	CHEVROLET	X		38%	4430	81°C	1,3
19	2003	CAMIONETA	CHEVROLET	X		66%	3930	61°C	2,2
20	2012	CAMIONETA	CHEVROLET	X		50%	4180	76°C	1,7
21	2011	CAMIONETA	TOYOTA	X		49%	4230	81°C	1,6
22	2001	CAMIONETA	TOYOTA	X		63%	3980	78°C	2,1
23	2018	CAMIONETA	CHEVROLET	X		34%	4400	78°C	1,1
24	2013	CAMIONETA	CHEVROLET	X		51%	4170	70°C	1,7
25	2017	CAMIONETA	TOYOTA	X		31%	4390	74°C	1,0

Tabla 14. Continuación

26	2008	CAMIONETA	CHEVROLET	X		58%	4100	66°C	1,9
27	2011	CAMIONETA	CHEVROLET	X		56%	4300	69°C	1,9
28	2018	CAMIONETA	CHEVROLET	X		33%	4350	82°C	1,1
29	2016	CAMIONETA	CHEVROLET	X		36%	4420	79°C	1,2
30	2015	CAMIONETA	CHEVROLET	X		41%	4380	77°C	1,4
31	2003	CAMIONETA	CHEVROLET	X		64%	3900	72°C	2,1
32	2002	CAMIONETA	TOYOTA	X		59%	3930	61°C	2,0
33	2018	CAMIONETA	GREAT WALL	X		42%	4260	75°C	1,4
34	2005	CAMIONETA	CHEVROLET	X		61%	3970	78°C	2,0
35	2002	CAMIONETA	CHEVROLET	X		66%	3880	83°C	2,2
36	2019	CAMIONETA	CHEVROLET	X		29%	4460	86°C	1,0
37	2018	CAMIONETA	TOYOTA	X		27%	4420	67°C	0,9
38	2016	CAMIONETA	CHEVROLET	X		39%	4200	68°C	1,3
39	2004	CAMIONETA	CHEVROLET	X		63%	3960	73°C	2,1
40	2017	CAMIONETA	CHEVROLET	X		37%	4280	80°C	1,2
41	2010	CAMIONETA	CHEVROLET	X		56%	4190	63°C	1,9
42	2007	CAMIONETA	CHEVROLET	X		58%	3910	71°C	1,9
43	2012	CAMIONETA	TOYOTA	X		51%	3920	77°C	1,7
44	2019	CAMIONETA	TOYOTA	X		28%	4450	69°C	0,9
45	2007	CAMIONETA	TOYOTA	X		53%	3990	66°C	1,8
46	2004	CAMIONETA	CHEVROLET	X		62%	3990	83°C	2,1
47	2010	CAMIONETA	CHEVROLET	X		57%	4210	85°C	1,9
48	2005	CAMIONETA	CHEVROLET	X		63%	4005	67°C	2,1
49	2016	CAMIONETA	CHEVROLET	X		41%	4100	82°C	1,4
50	2017	CAMIONETA	JAC	X		48%	4300	83°C	1,6
51	2010	CAMIONETA	CHEVROLET	X		57%	4230	61°C	1,9
52	2005	CAMIONETA	CHEVROLET	X		60%	4060	83°C	2,0
53	2004	CAMIONETA	CHEVROLET	X		61%	4020	75°C	2,0
54	2003	CAMIONETA	CHEVROLET	X		62%	3900	81°C	2,1
55	2013	CAMIONETA	TOYOTA	X		47%	4220	79°C	1,6
56	2018	CAMIONETA	CHEVROLET	X		35%	4430	76°C	1,2
57	2015	CAMIONETA	CHEVROLET	X		42%	4290	80°C	1,4
58	2009	CAMIONETA	CHEVROLET	X		59%	4100	64°C	2,0
59	2012	CAMIONETA	CHEVROLET	X		54%	4220	67°C	1,8
60	2017	CAMIONETA	GREAT WALL	X		46%	4080	81°C	1,5
61	2015	CAMIONETA	TOYOTA	X		42%	4410	82°C	1,4
62	2009	CAMIONETA	TOYOTA	X		55%	4080	63°C	1,8

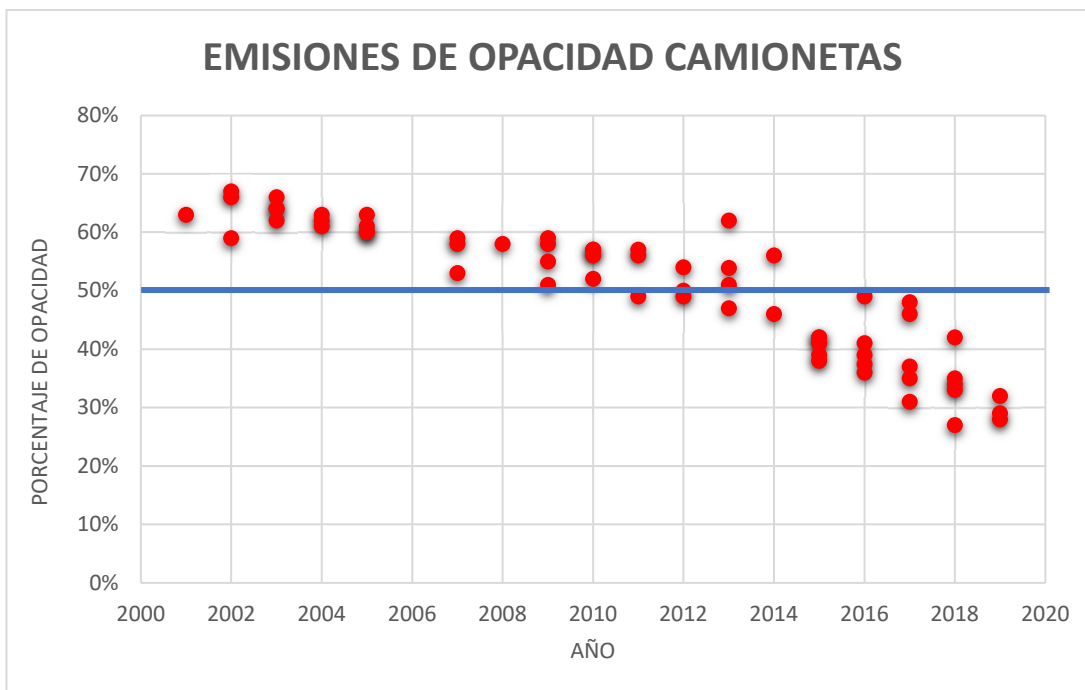


Fig 59. Emisiones de opacidad camionetas

En la figura 59 se puede observar que las camionetas representadas con puntos de color rojo, que aparecen arriba de la línea marcada no cumplen con lo establecido en la normativa NTE INEN 2207, en cuanto al porcentaje opacidad permitido para vehículos del año 2000 y posteriores.

El porcentaje de camionetas que no cumplen con lo establecido en la normativa es del 55%, siendo la camioneta de marca Chevrolet del año 2002 la que mayor porcentaje de opacidad emana al medio ambiente con un 67%.



El porcentaje de camionetas que cumplen con lo establecido en la normativa es del 45%, siendo la camioneta de marca Toyota del año 2018 la que menor porcentaje de opacidad emana al medio ambiente con un 27%.

3.5. Análisis de emisiones de gases camiones

Los camiones corresponden el 4% del total de vehículos que se sometieron a la medición de emisión de gases, 3 camiones con fecha de fabricación desde el año 2003 hasta el año 2011, como se muestra en la tabla 15.

Todos los camiones que se analizaron en el presente estudio cumplen con lo establecido en la normativa.

Tabla 15. Análisis de emisiones de gases camiones

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO								
	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								
	CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA								
	FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS								
	REALIZO:	CHRISTIAN SAUL PEREZ GAVILANES							
REVISO:	ING. OSCAR TENE / ING. VLADIMIR POVEDA / ING. DIEGO RAMOS								
APROBO:	ING. ALEJANDRA LASCANO								
ANALIZADOR:	MDO 2 LON								
AÑO	2000 Y POSTERIORES	OPACIDAD %	50%	FUERA DE LOS LIMITES (%)	DENTRO DEL LIMITE				
	1999 Y ANTERIORES		60%	FUERA DE RANGO OPTIMO (°C)	DENTRO DEL RANGO				
AÑO	TIPO	MARCA	CON TURBO	SIN TURBO	OPACIDAD	RMP	TEMPERATURA DE ACEITE VALOR K (m-1)		
63	2009	CAMION	HINO	X		26%	3490	60°C	0,9
64	2011	CAMION	HINO	X		24%	3510	66°C	0,8
65	2003	CAMION	CHEVROLET	X		48%	3660	72 °C	1,6

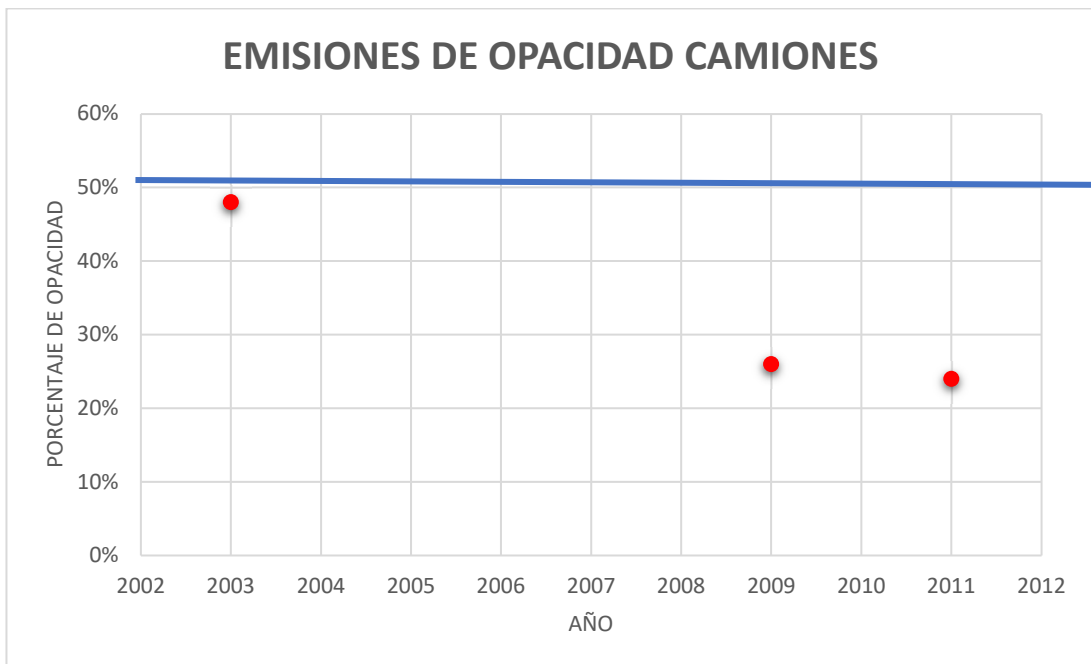


Fig 60. Emisiones de opacidad camiones

En la figura 60 se puede observar que los camiones representados con puntos de color rojo, que aparecen abajo de la línea marcada no cumplen con lo establecido en la normativa NTE INEN 2207, en cuanto al porcentaje opacidad permitido para vehículos del año 2000 y posteriores. El camión de marca Chevrolet año 2003 es el que mayor porcentaje de opacidad emana al ambiente con un 48% y el camión de marca HINO año 2011 es el que menor porcentaje de opacidad emana al ambiente con un 24%.

3.6. Análisis de emisiones de gases buses

Los buses corresponden el 9% del total de vehículos que se realizó la medición de emisión de gases, correspondiente a 6 buses con fecha de fabricación desde el año 2008 hasta el año 2014, como se muestra en la tabla 16.

Tabla 16. Análisis de emisiones de gases buses

AÑO		OPACIDAD %		FUERA DE LOS LIMITES (%)		FUERA DE RANGO OPTIMO (°C)		DENTRO DEL LIMITE	
2000 Y POSTERIORES				50%		60%		DENTRO DEL RANGO	
1999 Y ANTERIORES									
AÑO	TIPO	MARCA	CON TURBO	SIN TURBO	OPACIDAD	RMP	TEMPERATURA DE ACEITE	VALOR K (m-1)	
66	2014	BUS	INTERNATIONAL	X		59%	3010	79°C	2,0
67	2008	BUS	CHEVROLET	X		78%	2605	81°C	2,6
68	2011	BUS	VOLKSWAGEN	X		73%	2830	73°C	2,4
69	2008	BUS	CHEVROLET	X		79%	2620	77°C	2,6
70	2014	BUS	INTERNATIONAL	X		62%	3005	83°C	2,1
71	2014	BUS	INTERNATIONAL	X		60%	3030	85°C	2,0

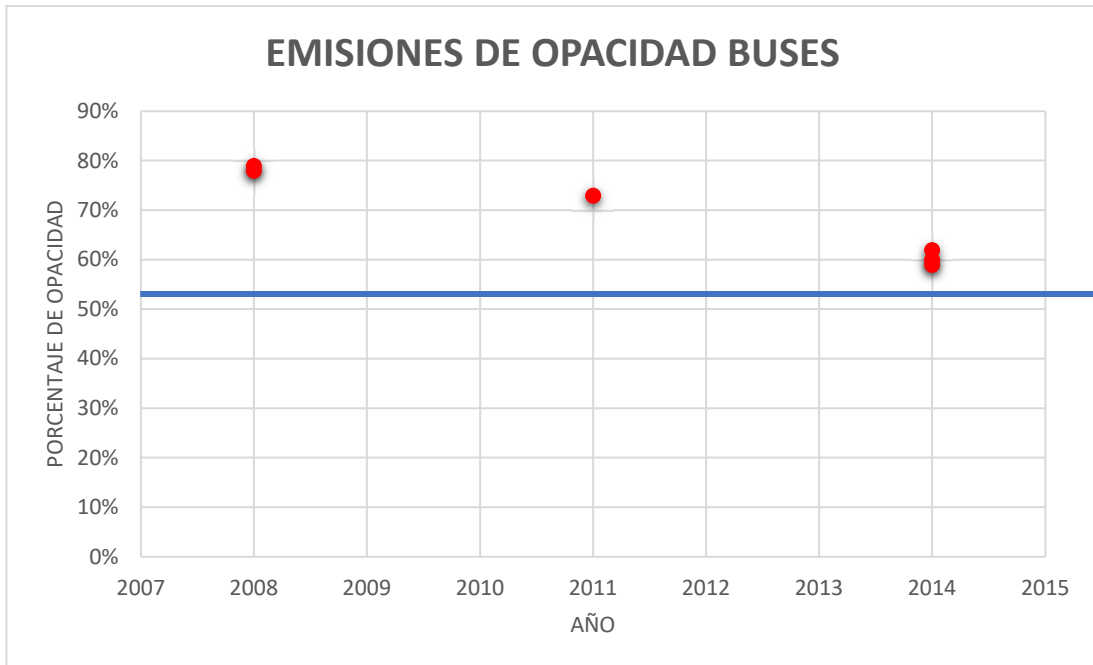


Fig 61. Emisiones de opacidad buses

En la figura 61 se puede observar que los buses representados con puntos de color rojo que aparecen por arriba la línea marcada no cumplen con lo establecido en la normativa NTE INEN 2207, en cuanto al porcentaje opacidad permitido para vehículos del año 2000 y posteriores. Todos los buses que se analizaron en el presente estudio no cumplen con lo establecido en la normativa.

El bus de marca Chevrolet año 2008 es el que mayor porcentaje de opacidad emana al ambiente con un 79% y el bus de marca International año 2014 es el que menor porcentaje de opacidad emana al ambiente con un 59%.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se desarrolló el procedimiento de operación, calibración y mantenimiento para la medición de los gases que emiten los vehículos a diesel conforme a la norma NTE INEN 2202 y al manual original del equipo MDO 2 LON, además de incluir las disposiciones generales en las que el vehículo debe encontrarse antes de empezar con el procedimiento de operación, contemplando vehículos de transmisión manual y automática, en donde se observó como punto crítico que si el pedal del acelerador no encuentra en la presión correcta las mediciones difieren bastante entre ellas dando como fallida la medición.
- La población de vehículos a analizar se determinó con el método de población finita ya que con la utilización del informe del departamento financiero de la Universidad Técnica de Ambato y las encuestas realizadas a los 222 vehículos, se determinó un número específico de vehículos a diesel circulantes en los predios universitarios.
- Se determinó con la utilización del analizador de gases MDO 2 LON el porcentaje de opacidad, coeficiente de absorción (K), número de revoluciones (RPM) y temperatura de aceite a 71 vehículos, excediendo con 4 a los 67 vehículos determinados en la muestra, separados por el tipo de vehículos como son camionetas, camiones y buses.
- Se identificó que el uso de camionetas es el más predominante dentro de los predios de la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi conformando un 87% del total de vehículos analizados, en segundo lugar, buses con un 9% y por ultimo los camiones con un 4%.
- Se observó que los buses son los vehículos que emiten mayor porcentaje de opacidad al medio ambiente con 79%, es la medida más alta que se evidenció en el estudio, tomando en cuenta también que todos los buses que se sometieron al análisis sobrepasaron los límites permitidos incumpliendo la normativa vigente.
- A su vez se observó que los camiones son los vehículos que emiten menor porcentaje de opacidad al medio ambiente con 24%, es la medida más baja que se evidenció en el estudio, se puede observar también que todos los camiones que se

analizaron son menores a los límites permitidos cumpliendo con la normativa vigente.

- Se realizó las fichas técnicas vehiculares conforme los límites máximos establecidos en la norma NTE INEN 2207, tomando en cuenta también el año de fabricación del vehículos y características de cada uno.
- Se determinó una línea de tendencia negativa en todos los casos que se analizó tanto para camionetas, camiones y buses mientras los años de los vehículos aumentan, el porcentaje de opacidad y el valor k disminuye.
- Se determinó una Correlación de Pearson negativa alta para todos los tipos de vehículos, siendo la Correlación más alta la de los camiones con un valor de -0,99, en el caso del porcentaje de opacidad y el valor k.
- Todos los vehículos que se sometieron a la medición de emisiones de gases sobrepasaron o fue igual al límite de temperatura recomendado de 60°C.
- Las camionetas de marca Chevrolet es la marca predominante en cuanto a uso de camionetas con un 69%, en segundo lugar, se encuentra las camionetas de marca Toyota con un 21%, y por último lugar las camionetas Great Wall y Mazada que conforme el 10% restante de la flota vehicular de camionetas.
- El 55% de las camionetas no cumplen con la normativa vigente, siendo la camioneta que más porcentaje de opacidad emana al medio ambiente es la camioneta de marca Chevrolet del año 2002 con 67% y un valor k de $2,2 m^{-1}$.
- El 45% de las camionetas cumplen con la normativa vigente, siendo la camioneta que menos porcentaje de opacidad emana al medio ambiente a la camioneta marca Toyota del año 2018 con 27% y un valor k de $0,9 m^{-1}$.
- Los camiones analizados constituyen el porcentaje más bajo de tipo de vehículos analizados en el presente estudio, con dos camiones marca HINO que representan el 67% y un camión marca Chevrolet que representa el 33% del total de la flota vehicular de camiones.
- Todos los camiones analizados están por debajo del límite máximo permitido por la normativa vigente, siendo el camión de marca HINO del año 2011 el que menos porcentaje de opacidad el emana al medio ambiente con un 24%.
- Los buses de marca International predomina antes las otras marcas de buses analizados con un 50%, seguido de la marca Chevrolet con un 33% y por último tenemos la marca Volkswagen con un 17% del total de flota vehicular de buses.

- Todos los buses analizados están por arriba del límite máximo incumpliendo la normativa vigente, siendo el bus de marca Chevrolet del año 2008 el que mayor porcentaje de opacidad emana al medio ambiente con un 79%, y por lo contrario el bus de marca International del año 2014 el que menos porcentaje de opacidad emana al medio ambiente con un 59%.
- Se puede observar que la marca Chevrolet tanto en camiones, camionetas y buses es de común utilización entre la comunidad universitaria.

4.2. Recomendaciones

- Colocar el equipo en una base sólida sin paredes ni delanteras ni posteriores que puedan obstruir el escape de aire y humo.
- Utilizar implementos de seguridad como mascarilla al momento de colocar las sondas y sensores, preferiblemente cuando el vehículo este apagado.
- Realizar el proceso de medición en horas del día ya que al oscurecer el ambiente puede afectar con los resultados de medición.
- Revisar el color de humo que emana el vehículo ya que el color puede ser un indicador del mal funcionamiento del motor, ya que no se puede realizar el proceso de medición si el motor está en mal funcionamiento.
- Empezar la medición después de acelerar por primera vez a fondo, ya que la emanación de humo es mayor que la normal.
- El intervalo entre mediciones puede ser máximo de 5%, si alguna medición supera este valor la medición queda anulada.
- Si el equipo rechaza una de las tres mediciones volver a realizar el todo el proceso, ya que puede afectar en el resultado final.
- Limpiar cada uno de los sensores y sondas antes de ser colocados.

4.3. Bibliografía

- [1] P. F. V. Jarrin, «ANÁLISIS DE CONTAMINANTES DE FUENTES MÓVILES A PARTIR DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR EN EL CANTÓN CUENCA,» Publicaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, Cuenca, 2015.
- [2] J. A. B. Manjarrés, «ESTUDIO DE EMISIONES DE GASES DE UN MOTOR DIESEL UTILIZANDO EL COMBUSTIBLE ECUATORIANO Y EL COLOMBIANO EN UN DINAMOMETRO,» Publicaciones de la Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, 2017.
- [3] C. d. T. T. p. l. C. e. I. e. C. d. E. V. CICEV, «EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD DE COLOCACIÓN DE DISPOSITIVOS REDUCTORES DE EMISIONES EN EL PARQUE AUTOMOTOR DE TRANSPORTE URBANO A DIESEL EN EL DMQ,» Publicaciones de la Secretaría de Ambiente , Quito, 2016.
- [4] C. S. N. Pérez, «ESTUDIO DE EMISIONES DE GASES EN VEHÍCULOS A GASOLINA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS HUACHI,» Publicaciones de la Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2018.
- [5] C. Chávez, «IDENTIFICACIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES DE ESCAPE EN MOTORES DIESEL CON NORMATIVA EURO 3 A DIFERENTES ALTURAS SOBRE EL NIVEL DEL MAR,» Publicaciones de la Universidad Técnica del Norte, Cuenca, 2017.
- [6] S. C. Pacheco, «MOTORES DIESEL,» Publicaciones del Instituto Tecnológico de Sociedad Atlántico , 2007.
- [7] M. A. O. Vallejo, «ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DEL DIESEL ENTRE EUROPA Y ECUADOR, UTILIZADO PARA MOTORES DE VEHÍCULOS,» Universidad Internacional del Ecuador, Quito, 2014.
- [8] S. A. p. P. y. M. ASTM, «MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DENSIDAD, DENSIDAD RELATIVA, O GRAVEDAD API DEL PETRÓLEO Y PRODUCTOS DEL PETRÓLEO LÍQUIDO POR EL MÉTODO DEL HIDRÓMETRO».
- [9] C. R. G. YÁNEZ y L. M. VARGAS TIPÁN, «MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS EMISIONES DE MATERIAL PARTICULADO Y OPACIDAD EN UNA FLOTA DE VEHÍCULOS CON MOTOR CICLO DIESEL, UTILIZANDO UNA MEZCLA DE DIESEL CON 20% DE QUEROSENO,» Publicaciones de la Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2017.
- [10] NORMALIZACIÓN, INSTITUTO ECUATORIANO DE, «NTE INEN 2207:2002 GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS

AUTOMOTORES. LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES DE DIESEL,» Quito, 2002.

- [11] GOOGLE, «GOOGLE MAPS,» [En línea]. Available: <https://www.google.com/maps/place/Universidad+T%C3%A9cnica+de+Ambato/>.
- [12] C. J. L. Hernández, «DETERMINACIÓN DE LOS CONTAMINANTES MEDIANTE LA OPACIDAD, PRODUCTO DE LA COMBUSTION POR FUENTES MÓVILES A DIESEL EN EL CANTÓN LA MANÁ, PROVINCIA DE COTOPAXI,» Publicaciones Ciencia Digital, La Maná, 2018.
- [13] J. Á. Rodrigo, «EMISIONES CONTAMINANTES CATALIZADORES PARA MOTORES DIESEL,» Zaragoza, 2009.
- [14] INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, «NTE INEN 2202:2013 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,» Quito, 2013.
- [15] MAHA, «MANUAL ORIGINAL DE FUNCIONAMIENTO DEL ANALIZADOR DE GASES MDO 2 LON».
- [16] INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN, «NTE INEN 2349:2003 REVISIÓN TÉCNICA VEHICULAR PROCEDIMIENTOS,» Quito, 2003.

ANEXOS

ANEXO 1: Límites máximos permitidos de opacidad

La tabla 3 fue tomada de la norma NTE INEN 2207:2002.

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

ANEXO 2: Características técnicas de opacímetro

La tabla de las características técnicas del opacímetro descritas en el literal 5.1.1.11 fue tomada de la norma NTE INEN 2207:2002.

5.1.1.11 Opacímetro de flujo parcial, con las siguientes características técnicas:

PARÁMETRO	REQUERIMIENTO	
Características Generales	Capacidad de medición y reporte automáticos de la opacidad del humo emitido por el tubo de escape de vehículos equipados con motores de ciclo Diesel. Cumplirán con la Norma Técnica ISO 11614, lo que será demostrado mediante certificación del fabricante .	
Especificaciones adicionales	Capacidad de medición de la velocidad de giro del motor en rpm y temperatura de aceite, para cualquier tipo de configuración del motor, sistema de alimentación de combustible y diámetro de cañería.	
Mediciones y resolución	0 - 100% de opacidad y Factor K de 0 –9 999 (∞) m^{-1}	1% de resolución 0,01 m^{-1}
Condiciones ambientales de funcionamiento	Temperatura	5 - 40 °C
	Humedad relativa	0 - 90%
	Altitud	Hasta 3 000 msnm
	Presión	500 - 760 mm Hg
Ajuste	Automático, mediante filtros certificados. (material de referencia certificada)	
Sistema de toma de muestra	La toma de muestra se realizará mediante una sonda flexible, a ser insertada en la parte final del tubo de escape.	

ANEXO 3: Reporte de recaudación por tarjeta de parqueador 2015 al 2018



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
DIRECCIÓN FINANCIERA

REPORTE DE RECAUDACIÓN POR TARJETA DE PAQUEADERO 2015 AL 2018

PERIODO	NOMBRE ARANCEL	CANTIDAD	VALOR
2015	VENTA DE TARJETA DE PARQUEADERO	1.690,00	33.800,00
2015	RECARGA TARJETAS DE PARQUEADERO	1.530,00	30.604,80
2016FE	VENTA DE TARJETA DE PARQUEADERO	670,00	15.690,00
2016FE	RECARGA TARJETAS DE PARQUEADERO	2.082,00	45.991,82
2017FE	VENTA DE TARJETA DE PARQUEADERO	506,00	15.180,00
2017FE	RECARGA TARJETAS DE PARQUEADERO	2.019,00	50.475,00
2017FE	VENTA DE TARJETA PLASTICA DE PARQUEADERO POR DETERIORO	21,00	108,15
2018FE	VENTA DE TARJETA DE PARQUEADERO	598,00	18.447,78
2018FE	RECARGA TARJETAS DE PARQUEADERO	1.997,00	51.296,67
2018FE	VENTA DE TARJETA PLASTICA DE PARQUEADERO POR DETERIORO	82,00	332,11
	TOTAL	11.175,00	261.926,31




ANEXO 4: Certificado de calibración Opacímetro MDO 2 LON

	Kalibrierzertifikat Certificado de Calibración D1 3100ZE1-D03	
USO EXCLUSIVO DEL AUTOR DE ESTE DOCUMENTO		
Gegenstand / Equipamiento Hersteller <i>Fabricante</i> Typ / Tipo Seriennummer / Nro. de serie Temperaturbereich <i>Rango de temperatura</i>	Diesel Smoke Tester/ Opacímetro MAHA Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co. KG. Hoyen 20, D - 87490 Haldenwang <u>MDO-2</u> <u>15490</u> - 10 °C → + 50 °C	
Meßbereich / Rango de medición	Trübung / Opacidad 0 - 10 [1/m]	
Genauigkeit / PRECISIÓN	0,3 [1/m] bzw. 2% vom Skalenendwert; 0,3 [1/m] igual 2% del rango máximo de medición	
Verwendete Prüfmittel <i>Instrumento utilizado</i>	Kalibrierfilter; Seriennummer: <u>AL-19-00241</u> Filtros de calibración; Nros. de serie: <u>F-1624</u>	
Ungenauigkeit der Kalibrierung <i>Incertidumbre</i>	0,3 [1/m]	
Umgebungsbedingungen <i>Condiciones ambientales</i>	Temperatur / Temperatura: <u>17 °C</u>	
Vorgeschlagenes Prüfintervall <i>Intervalo de calibración recomendado</i>	12 Monate / meses	
		
Stempel / Sello	25 de Julio del 2019 Datum / Fecha	Richard Astudillo Unterschrift / Firma
<p>Es wird gegen ein Bezugsnormale kalibriert, dessen Genauigkeit auf nationale Normale rückführbar ist (in Deutschland EO18-9). Verwendete Prüfmittel unterliegen der Prüfmittelüberwachung gemäß DIN EN ISO 9001. Dieser Hersteller-Kalibrierschein darf nur vollständig und unverändert weiterverbreitet werden. Auszüge und Änderungen bedürfen der Genehmigung durch QM der Firma MAHA. Hersteller-Kalibrierscheine ohne Stempel und Unterschrift haben keine Gültigkeit.</p> <p>The calibration is compared against a reference standard whose accuracy is traceable to national standards (in Germany EO18-9). All test devices are subject to the test device control based on DIN EN ISO 9001. This manufacturer's calibration certificate may only be passed on in its complete and unaltered form. Excerpts and alterations in any form require prior consent from MAHA Quality Management. Manufacturer's calibration certificates without stamp and signature are invalid.</p>		

D1 3100ZE1-D03

MAHA Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co. KG. • Hoyen 20 • 87490 Haldenwang • Germany
 Tel. (0 83 74) 585-0 • Fax (0 83 74) 585-499 • http://www.maha.de • e-mail: maha@maha.de

ANEXO 5: Ficha técnica vehicular de resultados



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE APOYO
AL DESARROLLO METALMECÁNICO - (CADME)

CERTIFICADO DE INSPECCION VEHÍCULAR

VEHICULOS AÑO 1999 Y ANTERIORES

CERTIFICA:

Dicha unidad tiene los siguientes datos:

Año del vehículo:	
Tipo del vehículo:	
Marca del vehículo:	
Turbo (POSEE/NO POSEE):	

RESUELVE:

Que, en base a la norma NTE INEN 2207:2002 "GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES. LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES EN DIESEL", Literal 6.3.1, Tabla 3. Se presenta los siguientes resultados:

	VALORES	CUMPLE / NO CUMPLE
Opacidad		
Valor K		
RPM		
Temperatura de aceite de motor		

Dado en Ambato, a **01 de enero de 2020**

Christian Pérez
INVESTIGADOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
CENTRO DE APOYO
AL DESARROLLO METALMECÁNICO - (CADME)

CERTIFICADO DE INSPECCION VEHÍCULAR

VEHICULOS AÑO 2000 Y POSTERIOR.

CERTIFICA:

Dicha unidad tiene los siguientes datos:

Año del vehículo:	
Tipo del vehículo:	
Marca del vehículo:	
Turbo (POSEE/NO POSEE):	

RESUELVE:

Que, en base a la norma NTE INEN 2207:2002 "GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES. LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES EN DIESEL", Literal 6.3.1, Tabla 3. Se presenta los siguientes resultados:

	VALORES	CUMPLE / NO CUMPLE
Opacidad		
Valor K		
RPM		
Temperatura de aceite de motor		

Dado en Ambato, a **01 de enero de 2020**

Christian Pérez
INVESTIGADOR

ANEXO 6: Evidencia fotográfica de mediciones realizadas











