



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

TEMA: “ANÁLISIS DE LOS GASES CONTAMINANTES Y PUESTA A PUNTO DE LOS MOTORES A DIESEL Y GASOLINA QUE EXISTEN EN LOS TALLERES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ”

Plan de trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en
Mantenimiento Automotriz

Autores:

ORTEGA GUERRÓN LENIN FERNANDO

PUEDMAG CHUQUÍN ANDRES AMILCAR

Director:

ING. CARLOS MAFLA

Ibarra, 2015

Aceptación del director

En mi calidad de Director del plan de trabajo de grado previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología.

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es "ANÁLISIS DE LOS GASES CONTAMINANTES Y PUESTA A PUNTO DE LOS MOTORES A DIESEL Y GASOLINA QUE EXISTEN EN LOS TALLERES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ" presentado por los señores: Lenin Fernando Ortega Guerrón con el número de cédula 100316518-8 y Andrés Amílcar Piedmag Chuquín con número de cédula 100343934-4, doy fe de que dicho trabajo, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a presentación privada y evaluación por parte del jurado examinado que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 27 días del mes de Febrero del 2015.

Director:



Ing. Carlos Mafla

Dedicatoria

Dedicamos esta tesis a DIOS, a la Virgen María, quienes fueron motivo de inspiración y principales colaboradores espirituales para que este trabajo de grado resulte de la mejor manera.

A nuestros padres quienes nos dieron la vida, educación, apoyo y consejos.

A nuestras parejas por su apoyo incondicional y confianza sincera para el logro de nuestras metas.

Lenin Ortega / Andrés Piedmag

Agradecimiento

Agradecemos a nuestro director de trabajo de grado Ing. Carlos Mafla por sus conocimientos, paciencia, persistencia, y su motivación, virtudes que han sido de gran ayuda para la culminación de esta investigación.

Lenin Ortega / Andrés Piedmag

Índice

Aceptación del director	¡Error! Marcador no definido.
Dedicatoria	i
Agradecimiento.....	iii
Resumen	xiii
Summary	xiv
Introducción.....	xv
CAPÍTULO I	1
1 Planteamiento del problema	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Formulación del problema.....	3
1.4 Delimitación	3
1.4.1 Temporal.....	3
1.4.2 Espacial.	3
1.5 Objetivos	3
1.5.1 Objetivo General.....	3
1.5.2 Objetivos Específicos.	4
1.6 Justificación	4
1.7 Beneficiarios.....	5
1.8 Aporte	6
1.8.1 Tecnológico.....	6
CAPÍTULO II	7
2 Marco Teórico.....	7
2.1 Fundamentación tecnológica del problema.....	7
2.2 Combustibles para motores	7
2.3 Propiedades de los carburantes.....	8
2.3.1 Volatilidad	8
2.3.2 Calor de vaporización	8
2.3.3 Peso específico	8
2.3.4 Consumo de aire	9
2.3.5 Pureza y residuos de la combustión	9

2.4 Características de los combustibles	9
2.4.1 Propiedades del diesel	9
2.4.2 Propiedades de la gasolina	9
2.5 El motor de gasolina.....	10
2.5.1 Emisiones de escape y sus causas	10
2.5.2 Gases emitidos por motores de combustión interna	11
2.6 Emisión de gases contaminantes motor diesel.....	15
2.7 Motores diesel.....	17
2.7.1 Gases contaminantes	18
2.8 Opacidad en motores diesel	21
2.8.1 Problemas que provoca al medio ambiente.....	21
2.8.2 Problemas en el motor que producen opacidad.....	22
2.9 Biocombustibles	23
2.9.1 Tipos de Biocombustibles	23
2.10 Biodiesel.....	25
2.11 Eco gasolina.....	26
2.12 Analizadores.....	27
2.12.1 Analizador de gases Brain Bee.....	27
2.12.2 Prueba en ralentí.....	28
2.12.3 Prueba en aceleración	29
2.12.4 Opacímetro Brain Bee OPA-100	29
2.12.5 Lectura del test oficial en motores a gasolina	30
2.12.6 Lectura del test oficial en motores diesel	32
2.13 Catalizador.....	33
2.13.1 Normas del Buen Vivir.....	34
CAPÍTULO III	39
3 Metodología de Investigación	39
3.1 Tipo de investigación	39
3.2 Métodos	39
CAPÍTULO IV.....	41
4 Propuesta: Proceso y resultados.....	41

4.1 Propuesta de trabajo de grado	41
4.2 Motores a gasolina	41
4.3 Procedimiento de medición y análisis de los gases de escape en motores a gasolina.....	42
4.3.1 Examen visual del motor.....	42
4.3.2 Conexión del analizador de gases	43
4.3.3 Conexión cuenta revoluciones.....	44
4.3.4 Proceso de calentamiento del analizador y motor de prueba.....	44
4.3.5 Procedimiento para abrir el programa del test oficial	45
4.3.6 Proceso de obtención de datos de los gases contaminantes en marcha mínima. 45	
4.4 Motor Honda Civic	47
4.4.1 Obtención de resultados de los gases contaminantes. Honda Civic ...	47
4.4.2 Análisis de datos obtenidos en la prueba en aceleración con el uso de alcohol nafta E10.....	50
4.4.3 Análisis de la puesta a punto y calibración de motor Honda Civic.....	52
4.5 Motor Corsa Evolución.....	54
4.5.1 Obtención de resultados de los gases contaminantes. Corsa Evolución.	55
4.5.2 Toma de lectura de los gases en el motor Corsa Evolución por medio de analizar de gases Brain Bee.....	55
4.5.3 Análisis de datos obtenidos en la prueba en aceleración con el uso de alcohol nafta E10.....	58
4.5.4 Análisis de la puesta a punto y calibración de motor Corsa Evolución.....	59
4.6 Motor Corsa Wind.....	61
4.6.1 Obtención de resultados de los gases contaminantes. Corsa Wind....	62
4.6.2 Resultados obtenidos prueba inicial. Corsa Wind.....	62
4.6.3 Análisis de datos obtenidos en la prueba en ralentí utilizando gasolina común.....	62
4.6.4 Análisis de datos obtenidos en la prueba en aceleración utilizando gasolina común.	64
4.6.5 Análisis de datos obtenidos en la prueba en ralentí con el uso de alcohol nafta E10.....	64
4.6.6 Análisis de datos obtenidos en la prueba en aceleración con el uso de alcohol nafta E10.....	66
4.6.7 Análisis de la puesta a punto, calibración, uso de biocombustible del motor Corsa Wind.	67

4.7 Motor Corsa Wind 1997.....	69
4.7.1 Obtención de resultados de los gases contaminantes. Corsa Wind....	70
4.7.2 Comparación y análisis de datos obtenidos con el uso de gasolina, alcohol nafta E15 y catalizador.	75
4.8 Motor Chevrolet Spark.....	79
4.8.1 Obtención de resultados de los gases contaminantes. Chevrolet Spark	79
4.8.2 Análisis de la puesta a punto y calibración de motor Chevrolet Spark.	83
4.9 Motores a diesel.....	85
4.9.1 Procedimiento de medición y análisis de los gases de escape en motores a diesel	85
4.9.2 Conexión del Opacímetro	86
4.9.3 Conexión cuenta revoluciones.	87
4.9.4 Proceso de calentamiento del opacímetro y motor de prueba.	88
4.9.5 Procedimiento para abrir el programa del test oficial	88
4.9.6 Proceso de obtención de datos de los gases contaminantes en marcha mínima.... ..	89
4.9.7 Proceso de obtención de datos de los gases contaminantes en aceleración	90
4.10 Motor Mazda BT50.....	91
4.10.1 Obtención de resultados de los gases contaminantes. Mazda	91
4.10.2 Resultados obtenidos prueba inicial. Mazda	91
4.10.3 Análisis de datos obtenidos utilizando biodiesel	92
4.11 Motor Isuzu	95
4.11.1 Obtención de resultados de los gases contaminantes Isuzu.....	96
4.11.2 Resultados obtenidos prueba inicial Isuzu.....	96
4.11.3 Análisis de datos obtenidos utilizando biodiesel	97
4.12 Motor Isuzu NHR	101
4.12.1 Obtención de resultados de los gases contaminantes Isuzu NHR..	101
4.12.2 Resultados obtenidos prueba inicial Isuzu NHR.....	101
4.12.3 Análisis de datos obtenidos utilizando biodiesel	102
4.13 Motor Nissan Diesel.....	106
4.13.1 Obtención de resultados de los gases contaminantes. Nissan	106
4.13.2 Resultados obtenidos prueba inicial. Nissan	106
4.13.3 Análisis de datos obtenidos utilizando biodiesel	107
4.14 Motor Kia.....	111

4.14.1 Obtención de resultados de los gases contaminantes. KIA.....	111
4.14.2 Resultados obtenidos prueba inicial. Kia	111
4.14.3 Análisis de datos obtenidos utilizando biodiesel	112
4.15 Motor Isuzu	116
4.15.1 Obtención de resultados de los gases contaminantes en el motor Isuzu.....	116
4.15.2 Resultados obtenidos prueba inicial Isuzu.....	116
4.15.3 Análisis de datos obtenidos utilizando biodiesel	117
 CAPÍTULO VI.....	 119
4.16 Conclusiones.....	119
4.17 Recomendaciones.....	119
 5 Bibliografía	 120
Anexos	122

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Partículas de hollín.....	21
Figura 2. Visualización del motor gasolina.....	42
Figura 3. Analizador de gases.	43
Figura 4. Conexión de dispositivos.	43
Figura 5. Conexión cuenta revoluciones.	44
Figura 6. Inserción de la sonda en el escape.....	46
Figura 7. Comparación de emisiones de gases contaminantes.....	52
Figura 8. Comparación de emisiones de gases contaminantes.....	60
Figura 9. Comparación de emisiones de gases de escape.....	67
Figura 10. Comparación de emisiones de gases de escape.....	75
Figura 11. Comparación de emisiones de gases de escape.....	84
Figura 12. Visualización del Motor Isuzu NHR.....	86
Figura 13. Conexión de elementos y dispositivos del opacímetro.....	86
Figura 14. Conexión cuenta revoluciones.....	87
Figura 15. Conexión a la Batería.....	87
Figura 16. Conexión de sensores en el motor.....	88
Figura 17. Sonda del Opacímetro en el escape.....	90
Figura 18. Comparación emisiones de gases de escape.....	94
Figura 19. Comparación de emisiones de gases de escape.....	99
Figura 20. Comparación de emisiones de gases de escape.....	104
Figura 21. Comparación de emisiones de gases de escape.....	109
Figura 22. Comparación de emisiones de gases de escape.....	114
Figura 23. Comparación de emisiones de gases de escape.....	119

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ficha técnica Honda Civic.....	47
Tabla 2. Límites prescritos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización.	47
Tabla 3. Valores obtenidos utilizando gasolina común en el motor Honda Civic. Marcha mínima.....	48
Tabla 4. Valores obtenidos utilizando gasolina común en el motor Honda Civic. Marcha en aceleración.....	49
Tabla 5. Valores obtenidos utilizando Alcohol nafta E10% en el motor Honda Civic. Marcha mínima.....	49
Tabla 6. Comparación de valores en marcha mínima según tablas anteriores Honda Civic.....	50
Tabla 7. Valores obtenidos utilizando alcohol nafta E10% en el motor Honda Civic. Marcha en aceleración.....	50
Tabla 8. Comparación de valores marcha en aceleración según tablas anteriores Honda Civic.....	51
Tabla 9. Comparación y Análisis de Datos obtenidos con gasolina y alcohol nafta E10.....	52
Tabla 10. Ficha técnica Corsa Evolution.....	54
Tabla 11. Límites prescritos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización.....	55
Tabla 12. Valores obtenidos utilizando gasolina común en el motor Corsa Evolución. Marcha mínima.....	55
Tabla 13. Valores obtenidos utilizando gasolina común en el motor Corsa Evolución. Marcha en aceleración.....	56
Tabla 14. Valores obtenidos utilizando Alcohol nafta E10% en el motor Corsa Evolución. Marcha en ralentí.....	57
Tabla 15. Comparación de valores en marcha mínima según tablas anteriores Corsa Evolución.....	57
Tabla 16. Valores obtenidos utilizando alcohol nafta E10% en el motor Corsa Evolución. Marcha en aceleración.....	58
Tabla 17. Comparación de valores marcha en aceleración según tablas anteriores Corsa Evolución.....	59
Tabla 18. Comparación y análisis de datos obtenidos con gasolina y alcohol nafta E10.....	59
Tabla 19. Ficha técnica Corsa Wind.....	61
Tabla 20. Límites prescritos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización.....	62
Tabla 21. Valores obtenidos utilizando gasolina común en el motor Corsa Wind. Marcha mínima.....	62
Tabla 22. Valores obtenidos utilizando gasolina común en el motor Corsa Wind. Marcha en aceleración.....	63
Tabla 23. Valores obtenidos utilizando alcohol nafta E10% en el motor Corsa Wind. Marcha en mínima.....	64
Tabla 24. Comparación de valores en marcha mínima según tablas anteriores Corsa Wind.....	65

Tabla 25. Valores obtenidos utilizando alcohol nafta E10% en el motor Corsa Wind. Marcha en aceleración.....	65
Tabla 26. Comparación de valores marcha en aceleración según tablas anteriores Corsa Wind.....	66
Tabla 27. Comparación y análisis de datos obtenidos con gasolina y alcohol nafta E10.	67
Tabla 28. Ficha técnica Corsa Wind.....	69
Tabla 29. Límites prescritos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización.	70
Tabla 30. Valores obtenidos utilizando gasolina común en el motor Corsa Wind. Marcha mínima.....	70
Tabla 31. Valores obtenidos utilizando gasolina común en el motor Corsa Wind. Marcha en aceleración.....	71
Tabla 32. Valores obtenidos utilizando Alcohol nafta E15% en el motor Corsa Wind. Marcha mínima.....	72
Tabla 33. Valores obtenidos utilizando alcohol nafta E15% en el motor Corsa Wind Marcha en aceleración.....	72
Tabla 34. Valores obtenidos utilizando alcohol nafta E15% y catalizador en el motor Corsa Wind. Marcha mínima.....	73
Tabla 35. Comparación de valores en marcha mínima según tablas anteriores Corsa Wind.....	73
Tabla 36. Valores obtenidos utilizando alcohol nafta E15% y catalizador en el motor Corsa Wind. Marcha en aceleración.....	74
Tabla 37. Comparación de valores marcha en aceleración según tablas anteriores Corsa Wind.....	74
Tabla 38. Comparación y análisis de datos obtenidos con el uso de gasolina, alcohol nafta E15 y catalizador.	75
Tabla 39. Ficha técnica Chevrolet Spark.....	79
Tabla 40. Límites prescritos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización.	79
Tabla 41. Valores obtenidos utilizando gasolina común en el motor Chevrolet Spark. Marcha mínima.	80
Tabla 42. Valores obtenidos utilizando gasolina común en el motor Chevrolet Spark. Marcha en aceleración.	81
Tabla 43. Valores obtenidos utilizando alcohol nafta E10% en el motor Chevrolet Spark Marcha mínima.	81
Tabla 44. Comparación de valores en marcha mínima según tablas anteriores Chevrolet Spark.....	82
Tabla 45. Valores obtenidos utilizando alcohol nafta E10% en el motor Chevrolet Spark. Marcha en aceleración.	82
Tabla 46. Comparación de valores marcha en aceleración según tablas anteriores Chevrolet Spark.....	83
Tabla 47. Comparación y análisis de datos obtenidos con gasolina y alcohol nafta E10.	83
Tabla 48. Ficha técnica Mazda bt50.....	91
Tabla 49. Límites prescritos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización.....	91
Tabla 50. Valores obtenidos utilizando diesel común en el motor Mazda.	91

Tabla 51. Valores obtenidos utilizando combustible fósil y biodiesel de fritura (B10) en el motor Mazda.	92
Tabla 52. Comparación de valores obtenidos utilizando combustible fósil y biodiesel de fritura (AV) (B10) en el motor Mazda.	94
Tabla 53. Ficha técnica Isuzu NHR.	95
Tabla 54. Límites prescritos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización	96
Tabla 55. Valores obtenidos utilizando diesel común en el motor Isuzu.	96
Tabla 56. Valores obtenidos utilizando combustible fósil y biodiesel de fritura (B20) en el motor Isuzu.	97
Tabla 57. Comparación de valores obtenidos utilizando combustible fósil y biodiesel de fritura (AV) (B10) en el motor Isuzu.	99
Tabla 58. Ficha técnica Isuzu NHR.	101
Tabla 59. Límites prescritos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización	101
Tabla 60. Valores obtenidos utilizando diesel común en el motor Isuzu NHR.	101
Tabla 61. Valores obtenidos utilizando combustible fósil y biodiesel de fritura (B10) en el motor Isuzu NHR.	102
Tabla 62. Comparación de valores obtenidos utilizando combustible fósil y biodiesel de fritura (AV) (B10) en el motor Isuzu.	104
Tabla 63. Ficha técnica Nissan.	106
Tabla 64. Límites prescritos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización	106
. Tabla 65. Valores obtenidos utilizando diesel común en el motor Nissan.	106
Tabla 66. Valores obtenidos rectificando fallas y utilizando mezcla de combustible fósil y biodiesel de fritura (B10) en el motor Nissan.	107
Tabla 67. Comparación de valores obtenidos utilizando combustible fósil y biodiesel de fritura (AV) (B10) en el motor Nissan.	109
Tabla 68. Ficha técnica Kia.	111
Tabla 69. Límites prescritos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización	111
Tabla 70. Valores obtenidos utilizando diesel común en el motor Kia.	111
Tabla 71. Valores obtenidos rectificando fallas y utilizando biodiesel de fritura (B10) en el motor Kia.	112
Tabla 72. Comparación de valores obtenidos utilizando combustible fósil y biodiesel de fritura (AV) (B10) en el motor.	114
Tabla 73. Ficha técnica Isuzu NPR.	116
Tabla 74. Límites prescritos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización	116
Tabla 75. Valores obtenidos utilizando diesel común en el motor Isuzu.	116
Tabla 76. Valores obtenidos solucionando fallas y utilizando mezcla de combustible fósil y biodiesel de fritura (B10) en el motor Isuzu.	117
Tabla 77. Comparación de valores obtenidos utilizando combustible fósil y mezcla de diesel y biodiesel de fritura (AV) (B10) en el motor Isuzu.	119
Tabla 78. Comparación de valores obtenidos en los motores a gasolina.	117
Tabla 79. Comparación de valores obtenidos en motores diesel.	118

Resumen

En el presente trabajo de grado se realiza el análisis y puesta a punto de los motores a gasolina y diesel del taller de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz mediante el uso de biocombustibles y calibración de todos y cada uno de ellos. Para llevar a cabo la aprobación de los motores también se utilizaron los equipos adecuados como son el analizador de gases y opacímetro para motores a gasolina y diesel respectivamente. Además de acuerdo a la investigación realizada se obtuvo motores ecológicos por así decirlo ya que con la utilización de biocombustibles estos emanan menor cantidad de gases tóxicos contaminantes. También en este trabajo tecnológico se puede observar fallas que se encontraron en los motores debido a que en algunos casos los motores se encontraban modificados y en otros con partes o piezas faltantes además presentaban fallas internas y externas; mismos problemas que fueron solucionados satisfactoriamente con la ayuda del material y equipos necesarios, además de la investigación que fue de mucha ayuda en lo que a motores y combustibles se refiere ya que se utilizó una mezcla de combustible fósil con combustible ecológico en las medidas exactas de acuerdo al año en que los motores fueron fabricados y los cuales fueron uso de la práctica; y así no dañar ni afectar sus partes y funcionamiento. En lo que se refiere a disminución de contaminantes se logró reducir emisiones de gases que más daño ocasionan a la salud humana y ambiental en un promedio de: Monóxido de carbono (CO) en un 37.26%, hidrocarburos (HC) en un 61.10%, tanto el dióxido de carbono (CO₂) y el oxígeno (O₂) no fueron detallados debido a su bajo impacto ambiental, pero si son tomados en cuenta al momento de calibrar y medir, utilizando alcohol nafta E10 todo esto en cuanto respecta a motores a gasolina. Para motores diesel se toma en cuenta la opacidad de cada uno de los motores realizando un valor promedio de 59.11% con la utilización de biodiesel B10

Summary

In this paper grade analysis and tuning of gasoline and diesel workshop in Automotive Engineering Maintenance using biofuels and calibration of each and every one of them is performed. To carry out the approval of the appropriate equipment engines were also used such as gas analyzer and opacimeter for petrol and diesel respectively. Further according to the research conducted was obtained organic notes so to speak as the use of these biofuels fewer pollutants emanate toxic gas. Also in this technological work can be seen flaws were found in the engines because in some cases the engines were modified and others parts or missing parts also had internal and external faults ; some problems were solved successfully with the help of the material and equipment needed , as well as research that was very helpful as engine and fuel concerns as a mixture of fossil fuel was used for green fuel in the exact measurements of according to the year in which the engines were manufactured and which were using practice; and so not to damage or affect its parts and operation. As regards pollution abatement was reduced gas emissions more damage caused to human and environmental health in an average of: carbon monoxide (CO) by 37.26 %, hydrocarbons (HC) in a 61.10 % both carbon dioxide (CO₂) and oxygen (O₂) were not detailed because of their low environmental impact, but if taken into account when calibrating and measuring, using Alcohol naphtha E10 all this as regards petrol engines. Diesel engine is taken into account the opacity of each of the motors enhanced an average value of 59.11 % using B10 biodiesel.

Introducción

La siguiente investigación trata acerca de los diferentes tipos de contaminantes que emiten los motores tanto para gasolina como diesel y que puede ser controlado o a su vez reducir las emisiones los cuales provocan efectos negativos al medio ambiente, esto se ha logrado en base a una serie de métodos sistemáticos y equipos especializados los cuales ayudaron a la investigación, como primer paso se hizo uso de combustibles alternos o energías limpias en este caso etanol para gasolina y biodiesel para diesel en ambos casos mezclas entre ambos combustibles como segundo paso la calibración, ajustes y reemplazo de partes o piezas, todo esto en conjunto aportaron una mejora en la disminución de gases para la aprobación de los motores los cuales fueron examinados en la aprobación y rechazo, por un analizador de gases y un opacímetro para gasolina y diesel respectivamente. Todo el trabajo realizado está basado en metodología que más adelante se explicará, además la investigación tiene gran aporte tecnológico para quienes se interesen por buscar medios alternos de una energía limpia y enfocado a estudiantes, profesores y personas en general que necesiten un incentivo y así proponer nuevas ideas y soluciones que contribuyan al medio ambiente.

CAPÍTULO I

1 Planteamiento del problema

1.1 Antecedentes

Al inicio de la década de los sesenta y a través de la década de los setenta, la problemática del medio ambiente y la contaminación del aire fueron los puntos de mayor preocupación para los fabricantes de automóviles más que las características de buen rendimiento y funcionamiento. Los fabricantes han entrado a la década de los noventa con nuevas generaciones de motores y sistemas de combustible que han enfocado los problemas de economía de combustible, emisiones, rendimiento y funcionamiento.

El transporte automotor es una de las principales fuentes emisoras de gases contaminantes provenientes de la combustión de los motores, que provoca un doble efecto dañino. El enfoque para el tratamiento de las emisiones debe efectuarse a partir de considerar de forma simultánea tres variables interdependientes: calidad del combustible utilizado, tecnología vehicular y condiciones de uso de los vehículos, lo cual significa que una variación en cualquiera de estos factores, incide de manera directa en la modificación del nivel de las emisiones contaminantes.

La problemática de la emisión de gases es un tema característico que vale analizar. Los gases de combustión son gases producidos como resultado de la combustión de gasolina/petróleo, diesel o carbón. Se descarga a la atmósfera a través de una tubería o chimenea. Aunque gran parte es relativamente inofensivo dióxido de carbono, otra parte la componen sustancias nocivas o tóxicas como el monóxido de carbono

(CO), hidrocarburos, óxidos de nitrógeno (NOx), y aerosoles. Los gases de combustión del diesel tienen un olor característico. Los estándares de polución suelen centrarse en reducir los contaminantes que llevan éstos gases.

Por lo cual se puso énfasis en la problemática contaminante de emisión de gases que producen los motores a diesel y gasolina que están en nuestro alcance en los laboratorios de Mantenimiento Automotriz, para realizar un análisis de las emisiones según la utilización del combustible del motor y así obtener datos que permitan establecer una relación de dichos niveles con una posible falla de los mismos y poner a punto si esta lo requiere.

La especialidad de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz brinda la posibilidad de experimentar con equipos especializados que permiten estudiar a fondo y ayudar a tener una visión más completa del problema. Además de corroborar con la puesta a punto de los motores que cuenta el taller.

Mediante este marco referencial la propuesta es la verificación y comparación de contaminación que emiten los vehículos a diesel y gasolina mediante pruebas demostrativas en los talleres que permitan recopilar, aplicar y aclarar dudas.

1.2 Planteamiento del problema

Los gases emitidos por un motor de combustión interna de gasolina son, principalmente de dos tipos: inofensivos y contaminantes. Los primeros están formados fundamentalmente por nitrógeno, oxígeno, dióxido de carbono, vapor de agua e hidrógeno. Los segundos o contaminantes están formados fundamentalmente por el monóxido de carbono, hidrocarburos, óxidos de nitrógeno y plomo.

1.3 Formulación del problema

¿Cómo reducir los gases contaminantes de los motores a gasolina y diesel de los talleres de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz?

¿Por qué analizar y diagnosticar las emisiones contaminantes de los motores de los laboratorios de la carrera Ingeniería en Mantenimiento Automotriz y ponerlos a punto para cumplir con las normas INEN?

¿Cómo dar un mantenimiento hacia los motores para reducir los gases contaminantes de los mismos haciendo uso de los equipos que existen en la carrera Ingeniería en Mantenimiento Automotriz?

1.4 Delimitación

1.4.1 Temporal.

Este proyecto se llevará a cabo desde el mes de marzo del 2012 hasta el mes de marzo del 2015

1.4.2 Espacial.

Este proyecto se llevará a cabo en los talleres de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz de la ciudad de Ibarra.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Análisis de los gases contaminantes y puesta a punto de los motores a diesel y gasolina que existen en los talleres de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

1.5.2 Objetivos Específicos.

- 1.- Realizar una investigación bibliográfica acerca de los gases contaminantes emitidos por los motores a gasolina y diesel.
- 2.- Realizar pruebas de emisiones de gases a los motores de Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz antes y después de una previa manipulación de los mismos.
- 3.- Reducir las emisiones de gases de los motores de la CIMA mediante el uso de biocombustibles.
- 4.- Poner a punto los motores que no cumplan con la norma para que pasen la prueba.

1.6 Justificación

Debido a la necesidad propia de conocer otro tema circunstancial que abarca el estudio amplio de la carrera es importante manipular el equipo que cuenta la carrera, para diferenciar los niveles contaminantes según el combustible ya sea diesel o gasolina que utilice el motor a través de un mantenimiento de dichos motores y la utilización de biocombustibles lo cual ayudará a la reducción de contaminantes de los mismos, y así establecer datos que brinde respuestas a dicha inquietud relacionándolo con una posible falencia en el motor lo cual brindará una guía para reducir los gases contaminantes si se requiere, y ver si se encuentra dentro de los parámetros o normas indicadas para ser considerado adecuado, ley que está acogiéndose en ciertas ciudades del país y que se ha tomado con interés para realizar esta práctica experimental.

Además de proporcionar una noción amplia de la utilización y los beneficios que contribuyen los equipos especializados al momento de realizar dicha práctica experimental, permitiendo formular una referencia al respecto de los mismo y así conocer más de su funcionamiento.

Otro interés es verificar si existe una relación de los niveles de gases que se diferenciarán con una predicción del estado o calidad en que se encuentra el motor para así saber en dónde o cual es la posible falla técnica o la deficiencia que presente, y poder realizar un mantenimiento eficaz. A demás se hará una investigación de los biocombustibles los mismos que se usarán a favor de la disminución de los gases contaminantes de los motores de los talleres que se encuentran en la Carrera de Ingeniería Automotriz.

Se ha considerado dicho tema debido a la gran importancia que tiene tanto el uso de biocombustibles como la reducción de dichos motores dentro de un mantenimiento eficaz, pero que también es deber como estudiantes de la carrera de Mantenimiento Automotriz investigar de manera propia para descartar inquietudes y realizar un avance en nuestra formación práctica y vivencial además de contribuir a la misión y visión planteada de la facultad FECYT a la que se pertenece.

1.7 Beneficiarios

Los estudiantes, docentes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, mecánicos en general, de la ciudad de Ibarra

En qué forma se beneficiarán:

La utilización de biocombustibles y equipos como son analizador y opacímetro, permitirán aprender de mejor manera el estudio de los contaminantes y la reducción de los mismos para el beneficio y contribución de un medio ambiente más limpio.

1.8 Aporte

1.8.1 Tecnológico.

Los biocombustibles utilizados en la investigación son los más relevantes para el aporte de energías limpias y la reducción de gases en motores diesel y gasolina

CAPÍTULO II

2 Marco Teórico

2.1 Fundamentación tecnológica del problema

Los gases emitidos por un motor de combustión interna de gasolina son, principalmente de dos tipos: Inofensivos y contaminantes. Los primeros están formados fundamentalmente por: nitrógeno, oxígeno, dióxido de carbono, vapor de agua e hidrógeno. Los segundos o contaminantes están formados fundamentalmente por el monóxido de carbono, hidrocarburos, óxidos de nitrógeno y plomo.

2.2 Combustibles para motores

(PAZ, 2000) "Los combustibles para motores de combustión interna son materias cuya energía química puede transformarse en calor y a continuación en trabajo mecánico en el motor. Pueden clasificarse en sólidos, líquidos y gaseosos. Los sólidos no tienen aplicación práctica en el campo de la automoción, solamente si se los transforma a gaseosos.

Los filtros juegan un papel muy importante en la combustión ya que son diseñados para proteger al motor de las suciedades que podrían ir hacia la cámara de combustión"

Estos combustibles gaseosos pueden ser gases líquidos y gases permanentes. Los primeros son una mezcla de hidrocarburos como el propano y el butano. Los segundos no son empleados en automoción, ya que para ser almacenados requieren de grandes presiones.

Los combustibles líquidos son los actualmente empleados casi exclusivamente en los motores de combustión interna, y entre éstos, la inmensa mayoría son derivados del petróleo, aunque también se utilizan en algunos casos el benzol y los alcoholes.

Se pueden distinguir dos grandes categorías dentro de los combustibles líquidos derivados del petróleo: Los carburantes y los aceites pesados, que se diferencian entre sí especialmente por su volatilidad.

2.3 Propiedades de los carburantes

2.3.1 Volatilidad

Es una de las propiedades más importantes de un carburante, y consiste en la facilidad que éste posee de difundirse en el aire, es decir, de evaporarse.

2.3.2 Calor de vaporización

Se define como la cantidad de calor necesaria para transformar una cierta cantidad de líquido en vapor, a temperatura y presión invariable.

2.3.3 Peso específico

Se utiliza para designar los diferentes tipos de combustible o componentes de éstos, permitiendo calcular los datos de volumen y peso.

2.3.4 Consumo de aire

Es la cantidad de aire que se necesita para la combustión completa de un carburante. En la gasolina, la relación estequiométrica aire / combustible es aproximadamente 15:1

2.3.5 Pureza y residuos de la combustión

Los combustibles deben estar libres de impurezas que dificulten el funcionamiento del motor. Con este propósito se limita el contenido de azufre, la acidez y el porcentaje de sustancias resinosas.

2.4 Características de los combustibles

2.4.1 Propiedades del diesel

(Ciria, 2009) "El combustible diesel es más pesado y aceitoso. El combustible diesel se evapora mucho más lento que la gasolina, su punto de ebullición es más alto que el del agua. El combustible diesel es también llamado gasoil por lo aceitoso".

2.4.2 Propiedades de la gasolina

El uso de gasolina como combustible requiere tener ciertas características:

Adecuada volatilidad (suficiente para un inicio rápido del motor)

Buena capacidad antidetonante (la capacidad de no encender por la simple presión del pistón)

Esta última cifra se mide por el número de octano (N). Esta es una referencia a un índice de escala, donde el Iso-octano puro es igual a 100 (no detonantes) y normal-heptano es igual a 0 (altamente detonante). Para mejorar propiedades antidetonantes de la gasolina en el pasado se ha hecho uso de los aditivos que constan de compuestos de plomo, cuyo uso por los efectos contaminantes, ha dado lugar a la aparición de la llamada gasolina verde, los niveles bajos de plomo”.

2.5 El motor de gasolina

2.5.1 Emisiones de escape y sus causas

(Gutiérrez”, 2006) La gasolina es un hidrocarburo. Cuando la mezcla aire / combustible que está en el interior del motor se comprime, enciende y ocurre la combustión, una parte de la gasolina no reacciona en el proceso de combustión. Esas moléculas de hidrocarburos salen por el tubo de escape con el resto de los productos de la combustión.

Para que un sistema de admisión funcione bien los productos de la combustión deben estar dentro del porcentaje adecuado, también la temperatura de los gases de escape es una buena indicación. Se puede determinar la composición de los gases de combustión con el analizador de gases.

Los hidrocarburos que no se queman también se combinan, en ciertas condiciones, con las moléculas que hay en el aire, y producen el smog fotoquímico.

Las emisiones de hidrocarburos provenientes de un motor que no se queman, se pueden disminuir si no se permite que entren mezclas ricas al motor, por largo tiempo. El rápido calentamiento del motor ayuda también a que la gasolina se evapore y se quemé completamente. El convertidor

catalítico del automóvil puede oxidar las moléculas de hidrocarburo produciendo agua y dióxido de carbono.

2.5.2 Gases emitidos por motores de combustión interna

Monóxido de Carbono (CO)

Es un gas tóxico producto de la combustión de gases de un motor de combustión interna, es indoloro, incoloro, además es invisible. El monóxido de carbono se lo mide en porcentaje (%) de volumen (V). Del 100% de gases contaminantes emitidos este representa el 2%.

El monóxido de carbono se produce debido a la combustión incompleta de la mezcla aire-combustible, es decir, es producto de una mezcla rica. Además se afirma que en algunos casos se presenta un bajo contenido de CO siendo producto de una mezcla pobre. Diciendo que el alto contenido de CO es producido por la combustión incompleta de combustible, entonces se puede deducir que existen fallas en los sensores y actuadores principalmente de alimentación de combustible, también empaques del múltiple de admisión que producen fugas de aire, y posiblemente bujías en mal estado.

Para solucionar demasía de CO se debe remediar los daños ocurridos en ciertas partes del motor que son responsables directas. En este caso se deberá sustituir los empaques del múltiple de admisión, sustituir bujías dañadas y al momento de cambiarlas calibrarlas de acuerdo a la disposición del fabricante para obtener un óptimo funcionamiento de las mismas. Además un buen funcionamiento del catalizador ayudará a la oxidación del CO produciendo CO₂.

Hidrocarburos (HC)

Los hidrocarburos son compuestos orgánicos que presentan hidrógeno y carbono en su composición. Los compuestos hidrocarburos son

altamente tóxicos los cuales pueden producir complicaciones respiratorias y daños en el esófago. Este gas es medido en PPM es decir que una lectura de 100PPM, es equivalente a que por cada millón de partes emitidas las 100PPM son de HC.

Estos gases son representantes de la gasolina que no se queman en el proceso de combustión. Esto puede producirse debido a bujías en mal estado, por mezcla rica o exageradamente pobre. Avería en algunos sensores como el MAP, MAF, o válvula IAC, fugas de aire antes o después de la mariposa de aceleración, y falla en las válvulas.

En la corrección de este problema se debe revisar que la corriente y alimentación de los sensores sea la correcta además verificar que no exista avería mecánica de los mismos. Calibrar válvulas para remediar la falla y hermetizar todas las fugas de aires posibles. El catalizador también ayudará a la reducción de HC separando sus enlaces covalentes y transformando CO₂ y agua (H₂O)

Óxidos de Nitrógeno (NOx)

Son compuestos inorgánicos formados por oxígeno y nitrógeno que se forman en el proceso de combustión de un motor de combustión interna. Son los principales químicos que junto con el aire producen la conocida lluvia ácida, misma que contamina ríos, lagos y corrientes. Los óxidos de nitrógeno son medidos en PPM.

Los óxidos de nitrógeno se producen principalmente por las altas temperaturas de la combustión donde el oxígeno y el nitrógeno se forman en el electrodo de las bujías. También se forman por una elevada relación de compresión. Un análisis de gases con elevado nivel de NOx muestra que existe refrigeración deficiente producto de fallas del termostato. Falla en el sistema TPS, cepillado en el cabezote. Estas fallas hacen que suba la temperatura de la combustión y por ende la fusión de nitrógeno y

oxígeno, este último que podía ser aprovechado para la formación de CO₂ está siendo utilizado en la formación NO_x, y provocando así deficiencia del motor.

Para rectificar demasiado contenido de NO_x en la composición de gases contaminantes se debe disminuir la temperatura de combustión reparando o haciendo el respectivo mantenimiento de los elementos que fallan en el propósito. Además el convertidor catalítico ayudará mucho en el objetivo.

Oxígeno (O₂)

Es un elemento químico necesario para la vida en nuestro planeta. También es un producto de la combustión de los gases contaminantes. Es muy necesario para cumplir con el proceso de combustión. Es medido en porcentaje (%) de volumen (V) en el analizador de gases. Además su valor es inversamente proporcional al de CO. El oxígeno es capaz de reaccionar con varios elementos para producir óxidos presentes en la combustión ya sea estos tóxicos o no. Demasiado O₂ es producto de una mezcla pobre. Claro está que el exceso de este se regula conjuntamente con el reglaje de los demás gases contaminantes.

Dióxido de Carbono (CO₂)

Es un compuesto químico formado por una molécula de carbono y dos de oxígeno, es un gas incoloro, inerte, además poco reactivo y denso. Resulta como producto de la combustión de gases emitidos por el motor de combustión. No es tóxico ya que los seres vivos también se emiten. El porcentaje de CO₂ emitido debe estar entre el rango de 12%-15% del total de gases emitidos y así se afirma que existe combustión eficiente.

El CO₂ se forma debido a una mezcla rica o pobre y esta se determina en base al comportamiento de los demás gases. Para lograr estabilidad

en la emisión de este gas se requiere controlar los otros gases en especial CO, O₂ y HC que se correlacionan con este.

Agua (H₂O)

Es un compuesto necesario para la vida. Está formado por dos moléculas de hidrógeno y una de oxígeno. Esta se presenta en la naturaleza en estado líquido, sólido y gaseoso. No indoloro y es transparente. Se puede encontrar en mares, lagos y ríos. Ocupa las $\frac{3}{4}$ partes del globo terráqueo. El convertidor catalítico es el principal responsable de la formación de vapor de agua el cual provoca la unión del hidrógeno y oxígeno.

Óxidos de Azufre (SO_x)

Son compuestos químicos formados por partículas de azufre y oxígeno. Los óxidos de azufre producto de la combustión son el SO₂ Y SO₃. El dióxido de azufre SO₂ es más frecuente en la combustión. Este es un gas asfixiante e incoloro que al contacto con el aire se convierte en trióxido de azufre SO₃. Los SO_x representan el 0.008% del total de toda la combustión en lo que a emisiones en motores de gasolina compete.

El alto contenido de este gas en la combustión se debe principalmente a la presencia de azufre en la gasolina. En este caso para tratar de reducir emisiones de óxidos de azufre pues se tendrá que utilizar gasolina de mayor calidad, la cual sea capaz de cumplir las normas establecidas y así contaminar menos el medio ambiente.

Plomo (Pb)

Es un elemento químico de la tabla periódica. Es un metal pesado de color plateado, no hay complicaciones para su fundición y es muy flexible. Es tóxico ya que al respirarlo produce coágulos en la sangre provocando

serias consecuencias patológicas. Este metal se encuentra presente en la gasolina, por tal razón que es emitido junto con los demás gases de escape productos de la combustión. Para tratar de disminuir la presencia de plomo se ha optado por gasolinas más limpias y eficientes carentes de este elemento.

2.6 Emisión de gases contaminantes motor diesel

La contaminación de los motores diesel es peligrosa, en especial en países como los nuestros en los cuales no existen reglamentaciones, o donde no se hacen cumplir las mismas. La ausencia de normas al respecto, hace que los habitantes de las grandes ciudades se respiren sustancias nocivas, con alto contenido de veneno.

Se puede afirmar entonces que gran parte de los contaminantes de los gases de escape, inhalados en una fuerte dosis son muy nocivos para la salud. Algunos de ellos provocan enfermedades graves en el sistema respiratorio y en la piel, mientras que otros en ciertas condiciones, pueden provocar la muerte a corto o largo plazo.

El monóxido de carbono (CO) como se sabe es un tóxico violento, los hidrocarburos no quemados o evaporados, los óxidos de nitrógeno y los dióxidos de azufre atacan las vías respiratorias. En cuanto a las partículas de carbono, las mismas podrían ser cancerígenas”.

Si se compara la emisión de gases en los motores de encendido por chispa típico, esto es sin ningún sistema especial incorporado a este tipo de motores para cumplir con las exigencias de legislación local.

Con la emisión de gases en los motores de encendido por compresión, estos últimos resultan ser más favorables en cuanto a la generación de

gases contaminantes, salvo que una máquina a diesel produce más materia particular (humo).

Si se compara la producción de óxido de nitrógeno en los dos tipos de motores, se ve que es similar, aunque se puede controlar esta producción, tanto en los motores diesel cuanto en los motores de gasolina. En los motores de encendido por compresión se controla disminuyendo el tiempo de retraso al encendido, mientras que en los motores de encendido por bujía, recirculando cierta cantidad de gases de escape.

A menudo se le considera a los gases producto de la combustión del motor diesel más contaminantes que los emitidos por el motor a gasolina; esto se debe a que los gases de la máquina diesel pueden ser vistos y además su olor característico puede ser detectado fácilmente por medio de nuestro olfato.

Sin embargo el contenido de carbono en el hollín es muy bajo, comparado con el carbono contenido en el combustible está en el orden de menos el 1%. El color negro de los gases de escape se debe fundamentalmente al hollín que se produce a temperaturas comprendidas entre 2000 – 3500 °K por los hidrocarburos en la zona de difusión.

Algunas veces los gases de escape pueden ser de color blanco, bajo situaciones de mala combustión, en donde cierta cantidad de combustible sale en los gases quemados, también puede ser de color azul esto se debe a la vaporización del aceite que podría pasar a la cámara de combustión, y que con un incremento de carga se vaporiza parte o todo el lubricante.

Si la combustión es incompleta, algunas partículas del combustible no habrán hecho contacto total con el oxígeno en el aire y no se quemarán por completo. El hidrógeno del combustible se combinará con el oxígeno

del aire, pero el carbono del combustible no se combina con tanta facilidad con el oxígeno.

Por tanto, el oxígeno libre del aire se combina con el hidrógeno para formar agua (H_2O) y el carbono se descargará como humo negro en el tubo de escape.

Se utilizan medidores de intensidad de humo para determinar lo oscuro de los gases de escape en el tubo de salida. Son escalas (llamadas escalas Ringelmann) que sirven para comparar la intensidad de la luz que pasa a través del gas del escape contra lo que pasa a través del aire limpio.

2.7 Motores diesel

El motor diesel fue inventado en el año 1883, por el Ing. Rudolf Diesel. De origen Francés, aunque de familia alemana, fue empleado de la legendaria firma MAN, que por aquellos años ya estaba en la producción de motores y vehículos de carga.

Durante años, Diesel, trabajó para poder utilizar otros combustibles diferentes a la gasolina, basados en principios de los motores de compresión sin ignición por chispa, cuyos orígenes se remontan a la máquina de vapor y que poseen una mayor prestación. Así fue como a finales del siglo XIX, en el año 1897, MAN, produjo el primer motor conforme los estudios de Rudolf Diesel, encontrando para su funcionamiento, un combustible poco volátil, que por aquellos años era muy utilizado, el aceite liviano, más conocido como Fuel Oil que se utilizaba para alumbrar las lámparas de la calle.

Este tipo de motor de combustión interna se encuentra en el grupo de motores alternativos, constituyendo su principal diferencia el sistema de

alimentación y la forma que realiza la combustión. Los elementos constitutivos del motor son muy similares a los de un motor a explosión aunque existen algunas diferencias constructivas muy específicas con el fin de dotar de mayor robustez todas aquellas partes del motor que soportan presiones de trabajo más elevadas.

2.7.1 Gases contaminantes

Monóxido de Carbono (CO)

Es un gas tóxico producto de la combustión de gases de un motor de combustión interna, es inodoro, sabor, color, además es invisible. En motores diesel el monóxido de carbono se lo mide en PPM (partes por millón) y representa aproximadamente 500PPM: lo que en porcentaje representa menos del 0.2% en condiciones óptimas de funcionamiento del total de gases emitidos.

Este compuesto tóxico se origina por entradas de aire obstaculizadas o carencia de oxígeno en la mezcla aire-combustible, es decir, el motor que emite demasiada de CO es porque está trabajando en mezcla rica. Además inyectores y bomba de inyección no calibrados son los causantes de producción de este gas. Fugas de aire en la admisión corroboran a la causa.

Para la solución de exceso de CO se debe rectificar estas fallas se debe sustituir empaques del múltiple de admisión, además revisar que no existan entradas de aire en las mangueras y cañerías por donde fluye el diesel. Revisar si no existen restricciones en la entrada de aire en el depurador. Una correcta calibración de la bomba e inyectores también influirá en la reducción de este gas. Además de esto el uso del catalizador servirá para oxidar el CO y formar CO₂.

Hidrocarburos HC

Son compuestos orgánicos que presentan hidrógeno y carbono en su composición química. Los compuestos hidrocarburos son altamente tóxicos los cuales pueden producir daños en el esófago y complicaciones respiratorias. Este gas es medido en PPM y emite aproximadamente unas 400PPM de cada millón de partículas. En porcentaje se habla de un valor menor al 0.01% del total de gases.

Estos compuestos orgánicos se producen debido a combustiones incompletas de diesel. Su falla es similar al problema del exceso de CO. Fallas en el sensor de presión del múltiple (MAP), debido a que este no envía señales correctas a la computadora, provocando un entorpecimiento en la inyección del combustible. Como mantenimiento del motor para evitar la demasía de hidrocarburos se debe limpiar el sensor MAP, o sustituirlo si es necesario, además de sustituir empaques del múltiple de admisión y calibración de inyectores.

Óxidos de Nitrógeno

Son compuestos inorgánicos formados por partículas de nitrógeno y oxígeno que se forman en el proceso de combustión de la mezcla aire-combustible de un motor de combustión interna. Junto con el aire producen la conocida lluvia ácida, misma que contamina ríos, lagos y corrientes. Los óxidos de nitrógeno en motores diesel comprenden un 0.25% del total de gases producidos en la combustión.

Demasiada producción de NOx se caracteriza principalmente por altas temperaturas en el momento de la combustión de la mezcla aire-combustible. Estas elevadas temperaturas son producidas por mucho oxígeno en la mezcla debido a fugas en el sistema de alimentación de combustible, avería en el sensor MAF, sensor de refrigeración. Un incorrecto reglaje del tiempo de apertura y cierre de las válvulas.

Para solucionar el exceso de NOx se debe calibrar, limpiar o sustituir los elementos responsables. Por ejemplo: regular el tiempo de apertura y cierre de las válvulas, Verificar buen funcionamiento de los sensores mencionados anteriormente, limpiarlos y si el caso amerita sustituir definitivamente.

Material Particulado (Hollín)

Los gases de escape de los motores diesel, aparte de las sustancias nocivas ya conocidas, contienen emisiones sólidas llamadas hollín. Si se comparan las emisiones de escape del motor Otto con las del motor diesel convencional, se comprueba que el motor diesel aun sin catalizador de gases de escape alcanza valores más bajos de CO y HC, mientras que las concentraciones de NOx son similares en los dos tipos de motores.

Al analizar las emisiones de partículas, las concentraciones más altas corresponden al motor diesel. La partícula llamada hollín, consta de un núcleo de carbono puro, al que se hallan adheridos los siguientes componentes:

- Hidrocarburos (HC).
- Agua (H₂O).
- Sulfato (SO₄).
- Azufre y óxidos metálicos varios.

El núcleo de carbono puro se considera una sustancia inofensiva para la salud, pero algunos compuestos de hidrocarburos se consideran nocivos y otros producen olores desagradables.

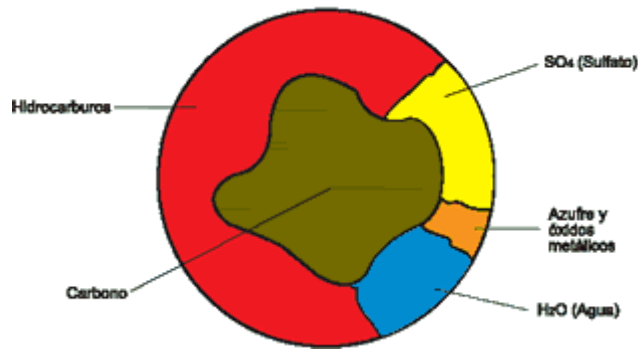


Figura 1. Partículas de hollín

Opacidad

La opacidad es una propiedad óptica de la materia en estado gaseoso la cual bloquea gran parte de la luminosidad, es decir, cierto gas que permita el paso de luz con mayor facilidad a través de materiales o elementos transparentes tendrá menor opacidad, por el contrario si el paso de luz es más limitado tendrá mayor opacidad.

2.8 Opacidad en motores diesel

En el estudio de motores diesel se determina la opacidad de los humos productos de la combustión mediante la utilización de un equipo especializado llamado opacímetro; el cual analiza el grado de opacidad. También existen equipos aptos para examinar los gases contaminantes contenidos en el humo emanado por estos mismos motores.

2.8.1 Problemas que provoca al medio ambiente

La emisión del humo emanado por diversos tipos de máquinas de combustión interna aquellas que funcionan con diesel, produciendo primeramente el fenómeno llamado efecto invernadero el cual contribuye directamente al calentamiento global. Todo esto produce sin número de

secuelas como cambios bruscos del clima especialmente en países que tienen dos estaciones, y en países donde se producen las cuatro estaciones la temperatura se eleva excesivamente en el verano. De esta forma estos cambios repentinos del clima afectan directamente a los seres vivos. Añadiendo también que la inhalación del humo en este caso en particular afecta directamente al sistema respiratorio de los seres humanos.

2.8.2 Problemas en el motor que producen opacidad

El color del humo provocado por la combustión de la mezcla aire combustible presenta cierto porcentaje de opacidad dependiendo del estado de los elementos del motor diesel. A continuación se detalla:

Humo blanco

La emisión de humo blanco generalmente se da por las mañanas en arranque en frío debido a la condensación del agua, esto se irá estabilizando hasta que el motor alcance su temperatura normal de funcionamiento. De persistir esta anomalía puede haber una grieta o fisura en el block por donde circula el refrigerante o problemas en el cabezote.

Humo azul

Se da debido al desgaste de los elementos internos del motor específicamente en aquellos que corroboran con la combustión como son: camisas, segmentos del pistón, guías de válvulas, sellos de guías de válvulas.

Humo negro

Falla en el sistema de alimentación específicamente en la bomba e inyectores debido a desgaste y desajuste de todos sus elementos

internos. El desgaste excesivo de elementos como son las camisas, segmentos, guías de válvulas; lo cual produce mayor consumo de aceite. Además un filtro de aire sucio provoca mezcla rica obteniendo humo negro en la combustión. Mala calibración de válvulas.

Humo gris

Se debe principalmente a la falta de combustible en la mezcla provocado por una bomba de inyección en malas condiciones.

2.9 Biocombustibles

Son combustibles biológicos que resultan de la mezcla de hidrocarburos que son utilizados en motores de combustión interna, son mezclados con los combustibles fósiles en determinadas proporciones o utilizados al 100%. Proceden principalmente de materias vegetales y sus derivados por lo que también se los conoce como agro combustibles.

Los biocombustibles son energías renovables que tienen como objetivo primordial reducir las emisiones de los gases contaminantes especialmente los de efecto invernadero CO₂ (monóxido de carbono) producidos por los motores de combustión interna Otto y Diesel. Los agros combustibles mezclados en ciertas proporciones con los combustibles fósiles favorecen alrededor de un 25% a 80% la reducción de CO₂ y aproximadamente un 10 a 15% de los demás gases contaminantes. La reducción de gases contaminantes depende del porcentaje de la mezcla utilizada.

2.9.1 Tipos de Biocombustibles

Etanol

Es un fluido volátil, incoloro y de sabor picante. También conocido como alcohol etílico es la reacción química ocurrida entre el carbono (C),

hidrógeno (H), y el oxígeno (O₂) obtenida de la fermentación anaeróbica de los azúcares de ciertos elementos orgánicos como son los vegetales y sus derivados ricos en azúcares entre ellos: La caña de azúcar, remolacha, naranja, limón siendo los más principales. Además se puede obtener etanol a partir de vegetales ricos en almidones como el maíz, trigo y cebada. Se obtiene también a partir de materiales tuberculosos como la yuca, papa etc. Y vegetales excedentes de celulosas como la madera.

Etanol Anhidro

Actualmente el Etanol es utilizado en la industria automotriz como biocombustible, con la principal finalidad de reducir las emisiones de gases contaminantes que los motores de los vehículos expelen. El etanol convencional tiene una pureza alcohólica del 75% aproximadamente, y para obtener un alcohol más puro se debe someterlo a repetidas destilaciones para obtener un alcohol de 96% de pureza, valor máximo que se obtiene mediante el proceso antes mencionado. Para que este alcohol sea miscible en la gasolina debe tener una pureza alcohólica del 98.9% como mínimo y para ello debe ser sometido a un proceso de deshidratación. El etanol puro desde el 98.9% en adelante lleva el nombre de etanol anhidro.

Alcohol Nafta

El alcohol anhidro se mezcla con la gasolina formando una nueva solución misma que será utilizada para mezclarse con el aire para cumplir con el proceso de combustión en el motor. La mezcla alcohol anhidro-gasolina se la conoce como alcohol nafta y tiene su respectiva nomenclatura:

- E5: Obtención de alcohol nafta con el 5% de etanol anhidro
- E10: Mezcla de etanol anhidro 10% y gasolina 90%
- E15: Está formado por el 85% de nafta y el 15% de etanol anhidro

- E100: Etanol anhidro al 100%

Para un motor convencional se podrá utilizar alcohol nafta hasta un 30% en su composición, es decir, gasolina 70% y etanol anhidro 30%. Para utilizar mezclas superiores a la mencionada el motor deberá ser modificado. Debido a que el etanol es más corrosivo se deberá realizar algunos cambios como mangueras, filtros, juntas, sellos todo lo que sea de caucho para un correcto funcionamiento y durabilidad del motor.

2.10 Biodiesel

Es un líquido viscoso que se obtiene mediante las grasas naturales renovables de ciertos animales y aceites vegetales. Se caracteriza principalmente por no tener la presencia de azufre y aromáticos en su composición química por esta razón y siendo su base los lípidos naturales se convierte en un combustible ecológico.

Se ha venido utilizando biodiesel en la industria automotriz con el objetivo de reducir los gases contaminantes emitidos por los motores diesel. La pureza del biodiesel depende mucho del alcohol metílico, ya que este es base importante en el proceso de fabricación. Un alto porcentaje de pureza del alcohol metílico permitirá un resultado inmejorable de biodiesel, además su nivel de lubricidad mejorará permitiendo mayor vida útil del sistema de inyección de combustible.

Para la práctica a realizar se utilizará mezclas de diesel puro con biodiesel. En parentesco con la solución alcohol nafta esta mezcla también tiene su propia nomenclatura.

- B5: Está formado por el 95% de diesel y el 5% de biodiesel
- B10: Mezcla de biodiesel 10% y diesel 90%
- B15: Está formado por el 85% de diesel y el 15% de biodiesel

- B100: Biodiesel al 100%

Cabe aclarar que en motores diesel modernos se puede utilizar este tipo de mezclas sin realizar ningún tipo de modificación en el motor, salvo aquellos que su año de fabricación está por debajo de 1998, estos motores si necesitan ser modificados cambiando mangueras, filtros, o todo elemento que sea de caucho por elastómeros que son elementos más resistentes.

Con el uso de biodiesel se logrará reducir el nivel de gases contaminantes en un 78% aproximadamente y reducción de CO₂ en aproximadamente un 20%. Como se ha mencionado anteriormente este gas no es tan nocivo para el medio ambiente ya que es absorbido por las plantas y liberado en la combustión.

2.11 Eco gasolina

Este tipo de combustible que se quiere implementar en el Ecuador principalmente en las dos ciudades más grandes las cuales son Quito y Guayaquil es ecológico ya que es la combinación de la gasolina con el alcohol y tendrá por nombre Eco 85 la cual será distribuida por Petroecuador.

El biocombustible tendrá por objetivo reducir el principal contaminante proveniente de los vehículos a gasolina el cual es el monóxido de carbono(CO), emitiendo un 30% menos aproximadamente según estudios ambientales realizados en el Ecuador mismo que revela que hace cinco años el 80% de los elementos que contaminan el aire provienen del parque automotor, de este porcentaje la mayoría es el monóxido de carbono (CO) en lo que se refiere a gasolina y por otra parte los vehículos a diesel también aportan a la contaminación como es partículas sólidas como hollín, carbón y azufre.

Otro de los beneficios de la nueva gasolina será la reducción de dióxido de carbono (CO₂) y gases tóxicos; gracias a lo cual se provocará menos daño en la capa de ozono.

Según Petroecuador, poner a la gasolina hasta un 20% de etanol no implica ningún problema en vehículos mecánicos y a inyección, sin embargo, el único cuidado que deben considerar sus propietarios es que este combustible ecológico es un etanol anhidro, por lo cual no se debe tener mayor contacto con el agua, ya que reduce la calidad del etanol. En carros de hace cinco, diez, y más años deberán pasar por un drenaje y secado del tanque de gasolina antes de iniciar con la carga de la nueva gasolina Eco 85.

2.12 Analizadores

Son equipos diseñados para ofrecer una lectura exacta de los gases que son emitidos por los motores de combustión interna. Existen analizadores que miden gases expulsados por motores de gasolina y también existen otro tipo de equipos que son diseñados exclusivamente para medir gases emanados por motores diesel. Para objeto de este estudio se utilizará el analizador de gases Brain Bee para motores a gasolina y el opacímetro para motores diesel.

2.12.1 Analizador de gases Brain Bee

Es un equipo de marca italiana que permite medir gases productos de la combustión. Se lo puede ajustar a los límites establecidos por la CORPAIRE.

Constitución

Consta de una sonda para medir los gases de escape, pantalla led de información, impresora, filtros de protección, sensor de oxígeno, cable de datos USB, entradas para cuentarrevoluciones.

Funciones

- Mide gases especialmente CO, CO₂, HC, O₂ además mide el factor lambda indicando si la mezcla de aire-combustibles es rica o mezcla pobre.
- Prueba carburación de motor
- Diagnóstico de gases del motor
- Eficiencia catalizador del sistema de inyección
- Estanqueidad de junta de culata del motor
- Prueba de estanqueidad semiautomática con cierre manual de la sonda de extracción
- Control automático del flujo mínimo
- Control automático sensor O₂ agotado (hasta 5mV y a partir de 7mV)

2.12.2 Prueba en ralentí

Se calienta previamente el analizador de gases, luego se conecta el cuentarrevoluciones en la batería del motor el cual ayuda a verificar datos exactos de RPM y temperatura del motor.

Con el motor en ralentí entre 500 - 1200 RPM y a una temperatura mayor o igual a 80°C se espera que el programa indique la ubicación de la sonda del analizador en la salida de los gases de escape.

El equipo se encarga de extraer los datos de los gases de escape automáticamente en un lapso de 30 segundos.

2.12.3 Prueba en aceleración

Una vez terminada la prueba de ralentí el analizador automáticamente ordena la aceleración en un rango de 2400-2600 RPM en un tiempo de 30 segundos. Se obtendrán resultados de esta prueba.

Una vez realizadas las pruebas se procede a retirar la sonda de la salida de los gases para no seguir contaminándola de HC, esto ayuda a que el auto-cero en la próxima prueba sea realizado por el programa con mucha más rapidez.

2.12.4 Opacímetro Brain Bee OPA-100

Equipo que mide principalmente los gases emitidos por los motores diesel. Mide el factor opacidad K.

Cuenta con una sonda externa para medición por donde entraran los gases, la cámara, fuente de poder, dos salidas para el ómnibus, entradas de RPM, temperatura del motor, lentes de vidrio, cable de enlace entre el opacímetro y el analizador, cable de datos USB.

Funcionamiento

Al momento de prender se deja calentar durante 5 minutos aproximadamente, luego se conecta el cuentarrevoluciones en la batería del motor el cual ayuda a verificar datos exactos de RPM y temperatura del motor.

Con el motor en ralentí entre 500 - 1200 RPM y a una temperatura mayor o igual a 80°C se espera que el programa indique la ubicación de la sonda del analizador en la salida de los gases de escape. Una vez dada la orden se procederá a ubicar la sonda en la salida del tubo de escape y automáticamente el equipo extraerá datos de los gases.

Con el motor y opacímetro en funcionamiento y una vez terminada la prueba en ralentí, se realizará la prueba en plena carga. El programa autorizará automáticamente realizar la prueba, la cual consta en dar varias Aceleraciones al motor entre 2400 RPM y 2600 RPM. El equipo realizará una media aritmética de los datos obtenidos, y verificará si el motor pasa o no la prueba.

Cuentarrevoluciones

Es un equipo de uso indispensable en la medición de gases ya que ofrece datos exactos del comportamiento del motor en cuanto a revoluciones y temperatura compete. Funciona con tecnología bluetooth que se enlaza directamente con el software de los equipos tanto el analizador como el opacímetro. Este equipo es alimentado con una corriente continua de 12 voltios, conectándose así fácilmente a la batería del motor.

2.12.5 Lectura del test oficial en motores a gasolina

En la hoja de impresión se muestran datos marcados de diferentes colores para los cuales el programa muestra como faltas de aceptación o de rechazo dando al operador un aviso de que los datos están al borde de los límites. Estos se detallaran a continuación.

Tipo de faltas según valores medidos

El analizador detalla tipos de faltas según los colores:

- Amarillo si los datos están bordeando los límites prescritos.
- Azul si los datos están más de la mitad de los límites.
- Verde cuando los valores se encuentran bien bajos.
- Rojo cuando los valores exceden el límite.

Según lo establecido anteriormente el resultado del test de la hoja de impresión que se muestra al pie como falta 1, 2, o 3 con aprobación se determina de la siguiente manera:

- Aprobado con falta tipo 1, esto ya sea para el color azul o amarillo indica que este se marca en uno de los tres gases contaminantes por ejemplo CO, esto puede ser en marcha mínima, en aceleración o las dos pruebas.
- Aprobado con falta tipo 2, esto indica que cualquiera de los dos colores se marca en un valor de gas diferente por ejemplo en el CO y HC ya sea en marcha mínima, en aceleración o en ambas.
- Aprobado con falta tipo 3, indica que uno de los dos colores dependiendo del estado se va a marcar en un valor de tres gases diferentes por ejemplo CO, O, HC de igual manera que los anteriores puede ser en prueba al mínimo, aceleración o en las dos pruebas.

Para cualquier tipo de falta mencionada anteriormente cabe mencionar que el color verde siempre va estar marcándose en los valores bajos del límite a excepción del CO₂ que es el que no se toma como contaminante sino como un aporte en la formación de los demás gases, dando así el visto bueno a la prueba realizada. Mientras que para el color rojo basta con que se marque en un valor de cualquier gas a excepción del CO₂

como se dijo anteriormente para que el programa de por rechazado la prueba realizada.

2.12.6 Lectura del test oficial en motores diesel

Según el test oficial Opacidad de Humo que se muestra en la hoja de impresión al pie de esta, se redacta dos tipos de valores que se detallan a continuación:

Valor diferencia de opacidad

Este tipo de ítem indica que el programa toma como referencia cinco valores de preferencia los cinco últimos lo cual consta en realizar una resta entre el valor más alto y el más bajo y de ahí la resultante que no debe sobrepasar el 10%.

Valor promedio de opacidad

De igual manera el programa toma los mismo cinco valores anteriores que se realiza en este parámetro es una media aritmética de la cual el valor obtenido no debe sobrepasar el 50% o el 60% que es el límite prescrito según el año del vehículo respectivamente.

Normas INEN

Este tipo de normas contienen parámetros establecidos que deben cumplir los automotores en lo que se refiere a diesel y gasolina, misma que no está dirigida a controlar otro tipo de máquinas de combustión interna los cuales pueden ser maquinaria agrícola, motores estacionarios, equipos para construcción y aplicaciones industriales.

Para adoptar esta norma el automotor debe cumplir con ciertos aspectos como son, el año o modelo que identifique su fecha de

producción, área frontal determinada por la geometría de las distancias básicas del vehículo, certificación de la casa del fabricante del vehículo el cual otorga resultados de las emisiones provenientes de un prototipo como representantes de un nuevo modelo a salir al mercado y por último el ciclo que es el tiempo necesario para alcanzar la temperatura necesaria de operación en marcha mínima.

Según la norma la clasificación de los vehículos se determina en los siguientes:

- Vehículo liviano
- Vehículo mediano
- Vehículo pesado

Como requisitos los límites máximos de contaminantes en los que debe estar un automotor a gasolina en marcha mínima o ralentí y a temperatura normal de operación, no puede salir al medio ambiente monóxido de carbono (CO), e hidrocarburos (HC) en cantidades superiores señaladas a continuación:

Según su año o modelo desde 2000 en adelante los CO deben estar dentro del 1%, y los HC en 200 PPM, desde los años 1990 hasta 1999 de igual modo el CO en 3.5 a 4.5% y HC 650 a 750 PPM y desde el año 1989 e inferiores CO en 5.5 a 6.5% de igual modo HC 1000 a 1200 PPM.

2.13 Catalizador

El catalizador es un elemento indispensable que se encuentra ubicado en el tubo de escape del motor, su forma es la de un cilindro de un material de acero inoxidable además tiene la cualidad de soportar altas temperaturas.

Constitución

Este dispositivo está constituido principalmente de una pantalla térmica, protección elástica, estructura de cerámica y una caja inoxidable capaz de resistir altas temperaturas además de ser elaborado internamente con metales nobles como son el paladio y radio los mismos que actúan en la reducción.

Funciones

Elementos metálicos encargados de realizar la oxidación a través del paladio, platino y el rodio interviene en la reducción de los gases de escape. Todos estos metales conjuntamente catalizan las emisiones, es decir, inician y aceleran el proceso de reaccionar químicamente con las sustancias que entran en el mismo sin que estos metales se vean afectados por la misma reacción química.

Funcionamiento

La principal finalidad del catalizador es actuar como un filtro para reducir las emisiones contaminantes provenientes del motor de combustión interna tanto de gasolina como diesel instalado en el tubo de escape lo más cerca del motor para que los gases mantengan su temperatura, misma circunstancia que es de vital importancia para el óptimo rendimiento del catalizador ya que este trabaja entre 400 y 700 °C.

2.13.1 Normas del Buen Vivir

El buen vivir es una forma de vida equilibrada que según la constitución, el país tiene derecho a gozar de las riquezas del mismo la cual propone un modelo de vida más justa en todos sus ámbitos culturales en donde el buen vivir sea una calidad de vida donde se mida la riqueza de la población por servicios básicos y no por un estilo de vida que mida la pobreza o la cantidad de dinero que posea las clases sociales.

Ámbitos de aplicación

La constitución clasifica el Buen vivir en las siguientes secciones:

- Agua y alimentación
- Ambiente sano
- Comunicación e información
- Cultura y ciencia
- Educación
- Hábitat y vivienda
- Salud
- Trabajo y seguridad social

Impacto del buen vivir en la sociedad

Según la sección del ambiente sano la población tiene derecho a vivir en un entorno sano y ecológicamente equilibrado por lo que el estado permitirá la utilización de nuevas tecnologías limpias y alternativas no contaminantes y de bajo impacto por consiguiente el uso de combustibles ecológicos se encuentran dentro del ámbito del buen vivir el cual aportará y contribuirá positivamente tanto al desarrollo como a la preservación del medio ambiente mejorando de manera gradual la calidad de vida de la población.

En lo que se refiere a los ámbitos de salud, educación, cultura y ciencia de igual manera se estará dando un aporte productivo para cada área del sector sin generar ningún tipo de amenaza a la sociedad, al contrario generando desarrollo en la educación y bienestar en la salud.

2.14 Glosario de términos

Alcohol nafta: El alcohol anhidro se mezcla con la gasolina formando una nueva solución misma que será utilizada para mezclarse con el aire para cumplir con el proceso de combustión en el motor.

Biodiesel: Es un líquido viscoso que se obtiene mediante las grasas naturales renovables de ciertos animales y aceites vegetales

Biocombustible: Combustible proveniente de fuentes biológicas.

B10: Mezcla de biodiesel 10% y diesel 90%

CORPAIRE: corporación para el mejoramiento del aire.

CARBURACION: mezclar el aire atmosférico con los gases o vapores de los carburantes para hacerlos combustibles o detonantes.

Catálisis: es el proceso por el cual se aumenta la velocidad de una reacción química, debido a la participación de una sustancia llamada catalizador y las que desactivan la catálisis son denominados inhibidores.

Dióxido de Carbono (CO₂): Es un compuesto químico formado por una molécula de carbono y dos de oxígeno, es un gas incoloro, inerte, además poco reactivo y denso.

Destilación fraccionada: es un proceso físico utilizado para separar mezclas generalmente homogéneas de líquidos mediante el calor.

Deshidratación de Alcoholes: es una reacción de eliminación de carbonos adyacentes que contiene agua en su estructura molecular.

Etanol Anhidro: Actualmente el etanol es utilizado en la industria automotriz como biocombustible.

Etanol: Es un fluido volátil, incoloro y de sabor picante. También conocido como alcohol etílico.

E10: Mezcla de etanol 10% y gasolina 90%.

Eficiencia: es un coeficiente adimensional calculado como el cociente de la energía producida (en un ciclo de funcionamiento) y la energía suministrada a la máquina (para que logre completar el ciclo termodinámico).

Hidrocarburos (HC): Los hidrocarburos son compuestos orgánicos que presentan hidrógeno y carbono en su composición.

Hidrocarburos: Compuesto orgánico que resulta al combinar átomos de hidrógeno y carbono.

INEN: Instituto Ecuatoriano de Normalización

Luminosidad: Propiedad de los colores, mientras más oscuro es el color más débil será su luminosidad.

Monóxido de Carbono (CO): Es un gas tóxico producto de la combustión de gases de un motor de combustión interna, no tiene olor, sabor, color, además es invisible.

Metanol: un líquido ligero de baja densidad, incoloro, inflamable y tóxico que se emplea como anticongelante, disolvente y combustible.

Óxidos de Nitrógeno (NOx): Son compuestos inorgánicos formados por oxígeno y nitrógeno que se forman en el proceso de combustión de un motor de combustión interna.

Oxígeno (O₂): Es un elemento químico necesario para la vida en nuestro planeta. También es un producto de la combustión de los gases contaminantes.

Óxidos de Azufre (SO_x): Este es un gas asfixiante e incoloro que al contacto con el aire se convierte en trióxido de azufre.

Opacidad: La opacidad es una propiedad óptica de la materia en estado gaseoso la cual bloquea gran parte de la luminosidad.

Plomo (Pb): Es un elemento químico de la tabla periódica. Es un metal pesado de color plateado, no hay complicaciones para su fundición y es muy flexible.

PPM: Partes por millón

Ralentí: Posición estática del vehículo encendido

Smog fotoquímico: Sustancia que puede provocar en el ser humano problemas respiratorios.

Transesterificación: es un proceso químico a través del cual aceites se combinan con alcohol (etanol o metanol) para generar una reacción que produce ésteres grasos como el etil o metilo ester. Estos pueden ser mezclados con diesel o usados directamente como combustibles en motores comunes.

CAPÍTULO III

3 Metodología de Investigación

3.1 Tipo de investigación

La investigación que se llevará a cabo es de naturaleza:

Bibliográfico: En vista de que la investigación se basa en fuentes de consultas de libros y sitios de internet.

Tecnológico: En este método los conocimientos adquiridos previos a la investigación constituyen uno de los elementos esenciales de la toma de decisión en los campos donde se precisa realizar la investigación, es decir, que se lleva conocimiento previos a ser empleados en la práctica investigativa y obtener los resultados que se busca.

3.2 Métodos

Para este tipo de investigación, se puede afirmar los siguientes métodos prácticos:

Pruebas de funcionamiento

Optimización

Adaptaciones

Recolección de datos de campo

El método que se aplicará será el de pruebas de funcionamiento debido a que no se ha realizado pruebas como este tipo de energías limpias en la reducción de emisiones tanto para motores a diesel y gasolina.

Analítico

Es un método de investigación que consiste en realizar un análisis a partir de la separación de sus elementos para conocer las causas y efectos. Este tipo de método permite conocer más acerca del objeto de estudio.

Sintético

Este tipo de método consiste en reunir paso a paso todos los elementos que conforman un todo o algún fenómeno objeto del estudio. Este método se utiliza en casi todas las ciencias experimentales ya que por medio del método sintético se extraen leyes generalizadoras lo cual ayuda ampliar el conocimiento basado en un sentido común, partiendo de lo simple o general a lo compuesto y particular.

CAPÍTULO IV

4 Propuesta: Proceso y resultados

4.1 Propuesta de trabajo de grado

En la investigación realizada se dará a conocer el estado inicial de los motores del Taller Mecánico de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz mediante el análisis de gases de escape para estudiar sus posibles fallas que posteriormente serán solucionadas; con el respectivo mantenimiento y calibración. Además se utilizará biocombustibles mismos que servirán en la reducción de gases contaminantes; etanol para motores gasolina y biodiesel en motores diesel; cabe recalcar que estos combustibles ecológicos serán mezclados con los combustibles convencionales en ciertas proporciones.

4.2 Motores a gasolina

A continuación se detallará los motores como se los encontró en el taller, y su respectiva calibración. Indicando que los motores que se analizarán son de inyección electrónica en algunos casos repotenciados lo cual aumentará el grado de dificultad en el momento de realizar el mantenimiento respectivo.

Motores a gasolina objetos de la práctica

- Honda Civic 1999 (repotenciado)
- Chevrolet Corsa Wind 1997
- Chevrolet Corsa Wind 1999
- Chevrolet Corsa Evolution 2004
- Chevrolet Spark 2005

4.3 Procedimiento de medición y análisis de los gases de escape en motores a gasolina

Para realizar la recolección y análisis del resultado de los gases evacuados por cada uno de los motores se debe realizar una serie de procesos organizados para llevar a cabo la práctica a perfección. Es importante seguir los pasos indicados para que el equipo, en este caso el analizador de gases funcione correctamente y evitar daños del mismo que pueden resultar costosos.

4.3.1 Examen visual del motor



Figura 2. Visualización del motor gasolina.

Verificar que el motor esté en perfectas condiciones de funcionamiento es decir:

- Nivel de agua normal
- Nivel de aceite normal
- Sensores y actuadores bien conectados
- Examinar si existen fugas de agua o aceite
- Elementos completos del motor
- Sistema eléctrico completo y en buen estado

4.3.2 Conexión del analizador de gases

Conectar el analizador a una fuente de energía común (110v).



Figura 3. Analizador de gases.

Conectar sonda y verificar filtros y dispositivos.



Figura 4. Conexión de dispositivos.

Conectar cables de datos del analizador hacia el ordenador o computador.

4.3.3 Conexión cuenta revoluciones.



Figura 5. Conexión cuenta revoluciones.

Conectar los tres cables en cada entrada del cuentarrevoluciones (batería, sensor de golpeteo, sensor de temperatura).

Conectar el cable de batería se lo identifica por tener pinzas en sus extremos van conectados a los bornes positivo y negativo de la batería.

Instalar el cable del sensor de golpeteo cerca del cabezote del motor de preferencia entre las bujías. Este sensor da lectura de las RPM a las que se encuentra el motor.

Instalar el sensor de temperatura en el lugar del medidor de aceite teniendo en cuenta que la longitud del cable del sensor debe ser la misma del medidor de aceite del motor.

4.3.4 Proceso de calentamiento del analizador y motor de prueba.

Encender el motor y dejar en ralentí hasta que su temperatura llegue a un mínimo de 80 °C los cuales se ven registrados en la cuenta de revoluciones.

Encender el analizador de gases y esperar cinco minutos para que llegue a óptimas condiciones de funcionamiento.

4.3.5 Procedimiento para abrir el programa del test oficial

Luego que el analizador llegue a su temperatura ideal el mismo comienza la prueba del auto cero el cual consiste en revisar el correcto funcionamiento del sensor de oxígeno del analizador.

Realizar la prueba de estanqueidad la cual consiste en verificar la hermeticidad de la sonda la misma que es encargada por el programa.

A continuación se procede a introducir ciertos datos que el programa del analizador exige tales como la placa del vehículo, el año, tipo de combustible y números de cilindros como datos importantes.

4.3.6 Proceso de obtención de datos de los gases contaminantes en marcha mínima.

Realizar tres aceleraciones a nivel máximo de régimen del motor a probar con el fin de limpiar el tubo de escape y no extraer datos de gases contaminantes erróneos, además de conservar en perfecto estado el analizador de gases.

Verificar que la marcha mínima del motor este dentro de los rangos establecidos por el fabricante del analizador el cual debe ser entre (500 – 1200).

Una vez realizado todo el proceso anterior el software pedirá automáticamente que se inserte la sonda en el tubo de escape.



Figura 6. Inserción de la sonda en el escape.

Dentro de un lapso de treinta segundos el analizador extraerá automáticamente los datos de los gases medidos. Proceso de obtención de datos de los gases contaminantes en aceleración.

Automáticamente después de la prueba en marcha mínima el software pedirá al operador tener acelerado el motor en un rango de 2400 – 2600 RPM durante treinta segundos.

Seguidamente terminada la prueba el operador se encargará de archivar e imprimir los datos de los gases medidos. Una vez terminada la prueba en marcha mínima el operador se debe encargar de retirar lo más rápido la sonda del tubo de escape con la finalidad de no saturar demasiado de hidrocarburos (HC) dentro del analizador, para luego realizar con mucha rapidez la siguiente prueba en el siguiente motor.

Calentar previamente el analizador de gases tal y como aconseja el fabricante, para que así no se produzcan lecturas erróneas.

Conectar el cuentarrevoluciones Brain Bee a la batería para que en la práctica ofrezca lecturas exactas de temperatura y régimen de motor, parámetros que juegan un papel muy importante en la extracción de valores de los gases contaminantes.

4.4 Motor Honda Civic

Tabla 1. Ficha técnica Honda Civic

Cilindraje:	2.0
Modelo:	1999
Inyección electrónica	Multipunto
Número de válvulas	8
Observación	Motor re potenciado

4.4.1 Obtención de resultados de los gases contaminantes. Honda Civic

Tabla 2. Límites prescritos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización.

Gases	Régimen del motor al mínimo (RPM)	Régimen del motor en aceleración (RPM)	Temperatura del motor (° C)
	500 – 1200	2400-2600	
Oxígeno (O ₂)	5.0		
Monóxido de Carbono (CO)	4.5		
Hidrocarburos (HC) PPM	750		80

Según los parámetros expuestos en la tabla 2, indica los límites permitidos por el analizador y de acuerdo a las normas establecidas por la norma INEN, los cuales se registran de la siguiente manera:

Régimen al mínimo (500 – 1200), como en aceleración (2400 – 2600), a una temperatura mínima de 80°C, el oxígeno no debe sobrepasar el 5%, el monóxido de carbono 4.5 % y los hidrocarburos un máximo de 750

partículas por millón, estos tres elementos son los más principales para la aprobación o el rechazo de la prueba en motores de gasolina a realizarse.

Se procede a tomar lectura de los gases en el motor Honda Civic por medio de analizar de gases Brain Bee.

Tabla 3. Valores obtenidos utilizando gasolina común en el motor Honda Civic. Marcha mínima.

GASES	% CO	% CO2	% O2	PPM HC
	0.55	9.23	10.7	1289
TEMPERATURA		80		
RPM		800		
LAMBDA	1.639			

En la prueba realizada en la tabla 3, se pudo obtener un dato estable de CO (monóxido de carbono), es decir, dentro de los límites debido que el motor no presenta ninguna escases de oxígeno, por el contrario existe una sobrealimentación del mismo presente en la cámara de combustión; y esto se debe a sellos de motor en mal estado principalmente en el sistema de admisión y/o escape del motor.

Este caso es especial ya que el exceso de aire se debe a que la culata del motor ha sido cepillada por lo que permite ingreso de aire en demasía a la cámara de combustión. Esta modificación repercute también en el factor lambda indicando una mezcla muy pobre.

En lo que a HC se refiere se tiene un valor muy elevado debido a la presencia de mezcla muy pobre.

Tabla 4. Valores obtenidos utilizando gasolina común en el motor Honda Civic. Marcha en aceleración.

GASES	% CO	% CO2	% O2	PPM HC
	0.88	11.2	7.80	1229
TEMPERATURA	80			
RPM	2460			
LAMBDA	1.339			

Con el motor acelerado el analizador dio una lectura de CO dentro de los rangos establecidos, se mantiene en el rango aunque los niveles de oxígeno se disminuyeron siguen estando fuera del límite. En lo que se refiere a hidrocarburos hubo una pequeña disminución puesto que esto no debería suceder ya que el oxígeno es bajo y por ende los HC debería subir. Esta anomalía se debe a un incorrecto funcionamiento del TPS, inyectores sucios y bujías mal calibradas los cuales conjuntamente contribuyeron a que la mezcla no sea considerable, por tal razón el factor lambda sigue siendo pobre.

Tabla 5. Valores obtenidos utilizando Alcohol nafta E10% en el motor Honda Civic. Marcha mínima.

GASES	% CO	% CO2	% O2	PPM HC
	0.93	12.5	3.89	307
TEMPERATURA	86			
RPM	820			
LAMBDA	1.075			

Para la prueba que se indica en la tabla 5, se utilizó mezclas de etanol anhidro 10% con gasolina 90% obteniendo alcohol nafta E10. Esta solución se la realizó con su debida instrumentación, utilizando un recipiente graduado en mililitros (ml), recipientes de almacenamiento de la nueva mezcla. Se realizó cálculos para obtener valores de porcentaje mediante reglas de tres simple.

Tabla 6. Comparación de valores en marcha mínima según tablas anteriores Honda Civic.

MARCHA MÍNIMA

GASES	Gasolina común Porcentajes	Alcohol nafta E10 Porcentajes	NORMAS INEN Porcentajes
CO	0.55	0.93	4.5
CO2	9.23	12.5	12.0 – 15.0
O2	10.7	3.89	5.0
HC(PPM)	1289	307	750

Con el uso de alcohol nafta E10 los datos obtenidos por el analizador como se ven plasmados en la tabla 6, se obtuvo nuevos valores los cuales redujeron considerablemente con respecto a la utilización solo de gasolina común. La práctica resultó ser satisfactoria ya que se logró que el motor pase la prueba.

Tabla 7. Valores obtenidos utilizando alcohol nafta E10% en el motor Honda Civic. Marcha en aceleración.

GASES	% CO	% CO2	% O2	PPM HC
	0.29	12.5	4.85	315
TEMPERATURA	80			
RPM	2510			
LAMBDA	1.075			

4.4.2 Análisis de datos obtenidos en la prueba en aceleración con el uso de alcohol nafta E10.

Para esta prueba se utilizó mezclas de etanol anhidro 10% con gasolina 90% obteniendo alcohol nafta E10. Esta solución se realizó con

su debida instrumentación, utilizando un recipiente graduado en mililitros (ml), recipientes de almacenamiento de la nueva mezcla. Se realizó cálculos para obtener valores de porcentaje mediante reglas de tres simple.

A continuación se procedió a establecer lecturas de calentamiento del motor mediante el cuentarrevoluciones recordando que la temperatura marcada debe ser igual o superior a 80⁰ C, del mismo modo se inició la preparación del analizador que consiste en la conexión de todos sus accesorios y su auto calentamiento que es de aproximadamente 5 minutos.

El software del equipo indica que la sonda debe seguir conectada en la salida del tubo de escape. Con el motor revolucionado entre 2400-2600 RPM se lleva a cabo la medición de los gases contaminantes en el lapso de 30 segundos.

Con el uso de alcohol nafta E10 los datos obtenidos por el analizador se ven plasmados en la Tabla 7. Se obtuvo nuevos valores los cuales redujeron considerablemente con respecto a la recopilación de la Tabla 3. La práctica resultó ser satisfactoria ya que se logró que el motor pase la prueba.

Tabla 8. Comparación de valores marcha en aceleración según tablas anteriores Honda Civic.

MARCHA EN ACELERACIÓN

GASES	Gasolina común	Alcohol nafta E10	NORMAS INEN
	Porcentajes	Porcentajes	Porcentajes
CO	0.88	0.29	4.5
CO2	11.2	12.15	12.0 – 15.0
O2	7.80	4.85	5.0
HC(PPM)	1229	315	750

Con el uso del alcohol nafta E10 en aceleración se siguen notando cambios en comparación con la gasolina común y por ende dentro de los parámetros establecidos por las normas INEN, como se muestran en la tabla 8.

4.4.3 Análisis de la puesta a punto y calibración de motor Honda Civic.

Tabla 9. Comparación y Análisis de Datos obtenidos con gasolina y alcohol nafta E10.

GASES	GASOLINA		ALCOHOL NAFTA E10-CALIBRADO	
	Ralentí	Aceleración	Ralentí	Aceleración
CO %	0.55	0.88	0.29	0.72
CO2 %	9.23	11.2	12.5	9.8
O2 %	10.7	7.80	4.85	4.15
HC PPM	1289	1229	315	270
LAMBDA	1.639(-)	1.339 (-)	1.275 (-)	1.197 (-)

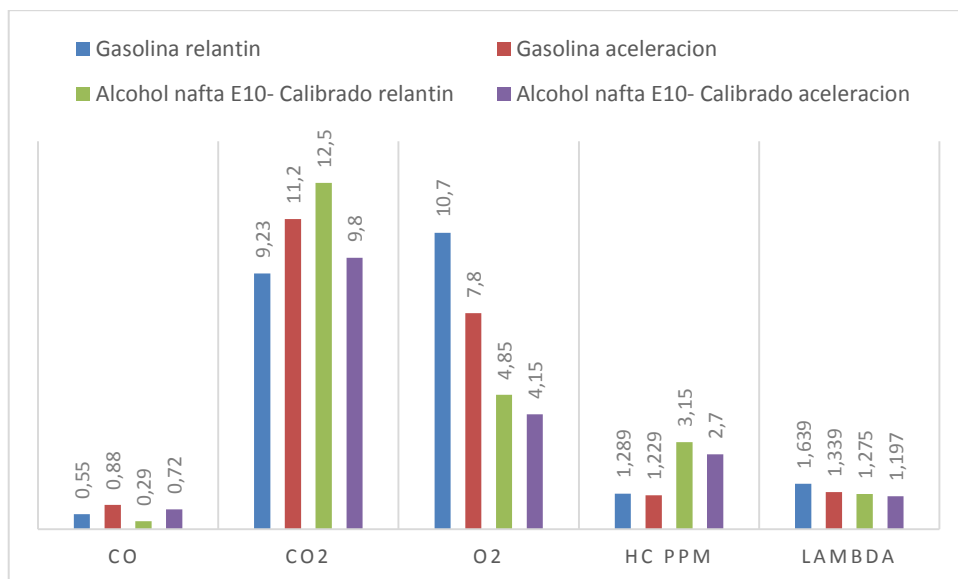


Figura 7. Comparación de emisiones de gases contaminantes

Con los mismos parámetros del funcionamiento del motor, es decir, temperatura y RPM en marcha mínima, se analiza a continuación los siguientes datos de la Tabla 5.

Monóxido de Carbono (CO)

Con el uso de alcohol nafta y calibración se puede notar una considerable disminución del gas CO de 0.55 a 0.29 lo que en porcentaje representa una disminución del 47.29% con respecto al valor inicial en ralentí. Para la prueba en aceleración el porcentaje de disminución del gas fue de 18,19%. En este caso no se hizo ningún tipo de ajuste debido a la gran masa de aire que ingresa a la cámara de combustión principalmente a que este motor es modificado en el sistema de alimentación de aire y los valores obtenidos están dentro del rango permitido ya que el CO (monóxido de carbono) se produce en demasía por falta de aire en la mezcla. Razón por la cual el uso de la mezcla etanol anhidro-gasolina E15 fue suficiente para obtener la disminución de este gas reflejado en el valor del porcentaje antes mencionado.

Dióxido de Carbono (CO₂)

En este caso el gas no incide en la aprobación o rechazo del motor, ya que su grado de impacto al medio ambiente no es considerablemente alto, el comportamiento de CO₂ depende de los demás gases emitidos, es decir, si se calibra el motor para disminuir contaminación este también se regulará.

Oxígeno (O₂)

El oxígeno tal y como se ve en la primera prueba presenta un valor exorbitante, debido a que el motor es repotenciado. Para reducir o controlar la emisión de este gas se procedió a realizar un mantenimiento de limpieza de inyectores, cambio de bujías y cables además el uso de etanol cumplió un papel importante.

Hecho esto se pudo compensar la demasía de oxígeno en un 54,7% en lo que a prueba en ralentí se refiere. En prueba a plena carga se pudo disminuir en un porcentaje del 46.79%. Para una mayor compensación de gasolina se procedió a realizar una limpieza del regulador de presión, para inyectar más gasolina debido a la sobrealimentación de aire que el motor aspira.

Hidrocarburos (HC)

Se pudo lograr una favorable disminución de hidrocarburos, especialmente con el uso de alcohol nafta E10; se obtuvo una disminución del 75.56% en lo que a ralentí se refiere y de un 78.03% a plena carga, conjuntamente con el mantenimiento adicional que se realizó.

Factor Lambda

En todas las pruebas realizadas se obtuvo un factor lambda negativo, es decir, mezcla pobre debido a que el motor es repotenciado. Se puede ver que en la última prueba se logró estabilizar la mezcla producto de la calibración realizada en el motor.

4.5 Motor Corsa Evolución

Tabla 10. Ficha técnica Corsa Evolution

CILINDRAJE:	1.4
MODELO:	2004
INYECCIÓN ELECTRÓNICA	Multipunto
NÚMERO DE VÁLVULAS	8
OBSERVACIÓN	Ninguna

4.5.1 Obtención de resultados de los gases contaminantes. Corsa Evolución.

Tabla 11. Límites prescritos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización.

GASES	RÉGIMEN DEL MOTOR AL RÉGIMEN DEL MOTOR		TEMPERATURA EN DEL MOTOR (°C)
	MÍNIMO (RPM)	ACELERACIÓN (RPM)	
OXÍGENO (O ₂)	500 – 1200	2400-2600	5.0
MONÓXIDO DE CARBONO (CO)			1.0
HIDROCARBUROS (HC) PPM			200
			80

Según los parámetros expuestos en la tabla anterior indica los límites permitidos por el analizador y de acuerdo a las normas establecidas por la norma INEN, los cuales se registran de la siguiente manera:

Régimen mínimo (500 – 1200), como en aceleración (2400 – 2600), a una temperatura mínima de 80°C, el oxígeno no debe sobrepasar el 5%, el monóxido de carbono 1.0% y los hidrocarburos un máximo de 200 partículas por millón, estos tres elementos son los más principales para la aprobación o el rechazo de la prueba en motores de gasolina a realizarse.

4.5.2 Toma de lectura de los gases en el motor Corsa Evolución por medio de analizar de gases Brain Bee.

Tabla 12. Valores obtenidos utilizando gasolina común en el motor Corsa Evolución. Marcha mínima.

GASES	% CO	% CO ₂	% O ₂	PPM HC
	0.61	13.1	4.27	78
TEMPERATURA °C	80			
RPM	1100			
LAMBDA	1.195			

En la prueba realizada según la tabla 12 se pudo obtener un dato estable de CO (monóxido de carbono), es decir, dentro de los límites, debido a que el motor no presenta ninguna escases de oxígeno, por el contrario existe una adecuada combustión del mismo, presente en la cámara de combustión; y esto se debe a que el motor se encuentra en buen estado sin ningún tipo de modificación, además un modelo no tan viejo.

En lo que a HC se refiere se tiene un valor muy bajo esto es debido a que su combustión es bastante buena gracias al buen estado de bujías, cables e inyectores que se encontró y todo esto en conjunto da como resultado una mezcla no tan pobre ni tan rica favoreciendo al factor lambda antes mencionado.

Tabla 13. Valores obtenidos utilizando gasolina común en el motor Corsa Evolución. Marcha en aceleración.

GASES	% CO	% CO2	% O2	PPM HC
	0.77	13.2	1.65	82
TEMPERATURA	80			
RPM	2440			
LAMBDA	1.055			

Según la tabla 13 en marcha de aceleración, el analizador dio una lectura de CO dentro de los rangos establecidos, pero a diferencia de la prueba en ralentí aunque hubo un aumento del 0.61 a 0.77 se mantiene en el rango establecido, por el contrario con el oxígeno sucedió que se disminuyó aún más de 4.27 a 1.65 esto se debe al buen estado de los sensores que son los que envían la cantidad exacta de oxígeno al momento de la inyección y por ende una buena combustión. En lo que se refiere a hidrocarburos hubo un pequeño aumento puesto que esto no debería suceder ya que el oxígeno es bajo y por ende los HC también deberían bajar, esta anomalía no es tan significativa debido a que sigue

estando muy por debajo del rango establecido, ya que al acelerar hubo un pequeño aumento de combustible y la mezcla se enriqueció por tal razón lambda se hizo mezcla un poco rica como se observa en la tabla anterior.

*Tabla 14. Valores obtenidos utilizando Alcohol nafta E10% en el motor
Corsa Evolución. Marcha en ralentí.*

GASES	% CO	% CO2	% O2	PPM HC
	0.62	13.8	4.81	62
TEMPERATURA	90			
RPM	1120			
LAMBDA	1.212			

En este motor a pesar de sus buenas condiciones, en la primer prueba con gasolina común está dentro de los parámetros como se muestra en la primer tabla, sin embargo, se utilizó mezclas de etanol anhidro 10% con gasolina 90% obteniendo alcohol nafta E10, esto verificó aún más la reducción de los gases plasmados en la tabla 14. Esta solución como todas las demás pruebas, se lo realizó con su debida instrumentación, utilizando un recipiente graduado en mililitros (ml) y recipientes de almacenamiento para la nueva mezcla. Para obtener valores de porcentaje se realizó cálculos mediante reglas de tres simple.

Tabla 15. Comparación de valores en marcha mínima según tablas anteriores Corsa Evolución.

MARCHA MÍNIMA

GASES	Gasolina común	Alcohol nafta E10	NORMAS INEN
	Porcentajes	Porcentajes	Porcentajes
CO	0.61	0.62	4.5
CO2	13.1	13.8	12.0 – 15.0
O2	4.27	4.81	5.0
HC(PPM)	78	62	750

Con el uso de alcohol nafta E10 los datos obtenidos por el analizador se ven plasmados en la Tabla 13 se obtuvo nuevos valores los cuales redujeron aún más con respecto a la recopilación de la Tabla 15. La práctica resultó ser satisfactoria ya que se logró mejores resultados debido a que el motor se encuentra en perfectas condiciones y sin ninguna modificación.

*Tabla 16. Valores obtenidos utilizando alcohol nafta E10% en el motor
Cursa Evolución. Marcha en aceleración.*

GASES	% CO	% CO2	% O2	PPM HC
	0.59	14.0	3.89	52
TEMPERATURA	90			
RPM	2440			
LAMBDA	1.167			

4.5.3 Análisis de datos obtenidos en la prueba en aceleración con el uso de alcohol nafta E10

Para esta prueba se utilizó de igual forma mezclas de etanol anhidro 10% con gasolina 90% obteniendo alcohol nafta E10. Esta solución se realizó con su debida instrumentación, utilizando un recipiente graduado en mililitros (ml), recipientes de almacenamiento de la nueva mezcla. Se ejecutó cálculos para obtener valores de porcentaje mediante reglas de tres simple.

Con el uso de alcohol nafta E10 los datos obtenidos por el analizador se ven plasmados en la Tabla 12, se obtuvo nuevos valores los cuales redujeron aún más con respecto a la recopilación de la Tabla 15. La práctica resultó ser satisfactoria ya que se logró mejores resultados debido a que el motor se encuentra en perfectas condiciones y sin ninguna modificación.

Tabla 17. Comparación de valores marcha en aceleración según tablas anteriores Corsa Evolución.

MARCHA EN ACELERACIÓN

GASES	Gasolina común	Alcohol nafta E10	NORMAS INEN
	Porcentajes	Porcentajes	Porcentajes
CO	0.88	0.29	4.5
CO2	11.2	12.15	12.0 – 15.0
O2	7.80	4.85	5.0
HC(PPM)	1229	315	750

4.5.4 Análisis de la puesta a punto y calibración de motor Corsa Evolución.

Para este caso en particular no hubo necesidad de calibración del motor ya que sus condiciones de funcionamiento eran perfectas, el único inconveniente fue el switch que no daba arranque lo cual fue solucionado con la sustitución de un nuevo switch.

Tabla 18. Comparación y análisis de datos obtenidos con gasolina y alcohol nafta E10.

GASES	GASOLINA		ALCOHOL NAFTA E10-CALIBRADO	
	Ralentí	Aceleración	Ralentí	Aceleración
CO %	0.61	0.77	0.62	0.59
CO2 %	13.1	13.2	13.8	14.0
O2 %	4.27	1.65	4.81	3.89
HC PPM	78	82	62	52
LAMBDA	1.195(-)	1.339 (-)	1.212 (-)	1.167 (-)

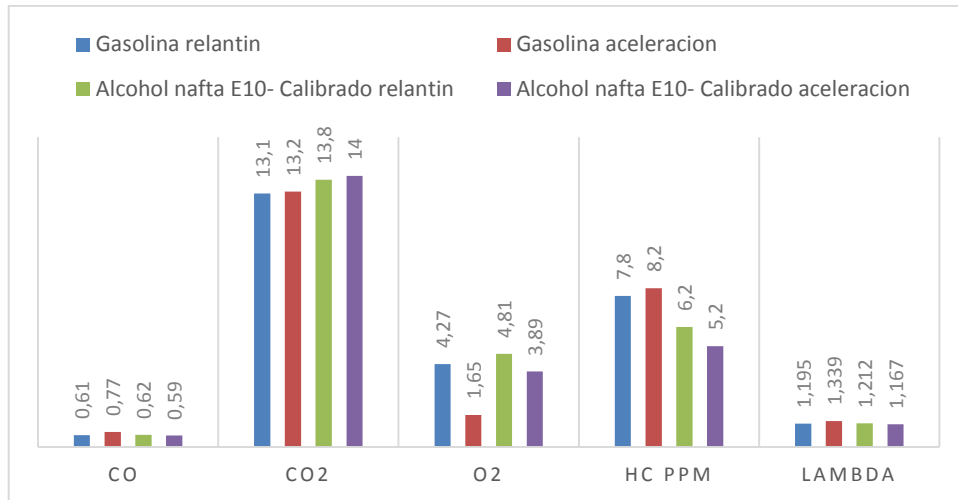


Figura 8. Comparación de emisiones de gases contaminantes

Con los mismos parámetros del funcionamiento del motor, es decir, temperatura y RPM en marcha mínima y en aceleración, se analiza a continuación los siguientes datos de la Tabla 18:

Monóxido de Carbono (CO)

Con el uso de alcohol nafta y ningún tipo de calibración se puede notar que existe casi una igualdad entre estos dos parámetros del 0.61 al 0.62 lo que significa el 0.01%. En marcha de aceleración se ve una gran diferencia del 0.77 al 0.59 esto quiere decir que en aceleración el motor recibe más aire por lo cual esto contribuye a reducir este contaminante ya que el mismo se da por una escases de aire.

Dióxido de Carbono (CO₂)

En este caso el gas no incide en la aprobación o rechazo del motor, ya que su grado de impacto al medio ambiente no es considerablemente alto ni dañino, el comportamiento de CO₂ depende de los demás gases emitidos, es decir, si se calibra el motor para disminuir contaminación este también se regulará.

Oxígeno (O₂)

El oxígeno tal y como se ve en la tabla superior presenta un valor dentro de los límites permitidos tanto en ralentí como en aceleración pero

en marcha acelerada la disminución aun es más, esto es debido a que a mayor aceleración el motor requiere de menos oxígeno para combustionar toda la gasolina lo mismo sucedió con la mezcla de etanol en aceleración hubo menos del mismo pero mayor que con la prueba de gasolina común esto se debe a que en las concentraciones de bioetanol existen más moléculas de oxígeno por el mismo hecho de ser ecológico y aportando aún más la reducción de los gases contaminantes ya que este gas no se lo considera dañino al medio ambiente pero si juega un papel muy importante en la eficiencia del motor.

Hidrocarburos (HC)

Se pudo lograr una favorable disminución de 78PPM a 62PPM lo que en porcentaje representa al 20,51%, y el 36.58% a plena carga, mejorando los resultados que de por sí fueron satisfactorios al comienzo de la práctica.

Factor Lambda

En todas las pruebas realizadas se obtuvo un factor lambda negativo, es decir, mezcla pobre debido a que el motor trabaja con estos parámetros de fábrica lo cual se lo dedujo a lo largo de la práctica observando que este fenómeno no afectará a la aprobación del motor.

4.6 Motor Corsa Wind

Tabla 19. Ficha técnica Corsa Wind

CILINDRAJE:	1.4
MODELO:	1998
INYECCIÓN ELECTRÓNICA	Multipunto
NÚMERO DE VÁLVULAS	8
OBSERVACIÓN	Repotenciado

4.6.1 Obtención de resultados de los gases contaminantes. Corsa Wind

Tabla 20. Límites prescritos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización

GASES	RÉGIMEN DEL MOTOR	DEL AL MOTOR	RÉGIMEN DEL MOTOR	DEL EN DEL MOTOR (° C)	TEMPERATURA
	MÍNIMO (RPM)	ACELERACIÓN (RPM)			
OXÍGENO (O ₂)	500 – 1200		2400-2600		
MONÓXIDO DE CARBONO (CO)	5.0				
HIDROCARBUROS (HC) PPM	4.5				80
	750				

4.6.2 Resultados obtenidos prueba inicial. Corsa Wind

Tabla 21. Valores obtenidos utilizando gasolina común en el motor Corsa Wind. Marcha mínima.

GASES	% CO	% CO ₂	% O ₂	PPM HC
	3.95	11.3	5.18	1639
TEMPERATURA °C	82			
RPM	790			
LAMBDA	1.164			

4.6.3 Análisis de datos obtenidos en la prueba en ralentí utilizando gasolina común

En la prueba realizada se pudo obtener un dato estable de CO (monóxido de carbono), es decir, dentro de los límites, debido a que el

motor no presenta ninguna escases de oxígeno, por el contrario existe una adecuada combustión del mismo presente en la cámara de combustión; y esto se debe a que el motor se encuentra repotenciado. Este caso en particular ya que el exceso de aire se debe a que la culata del motor ha sido cepillada por lo que permite ingreso de aire en demasía a la cámara de combustión. Esta modificación repercute también en el factor lambda indicando una mezcla pobre.

En los gases de CO₂ y de oxígeno O los datos se encuentran fuera del límite esto se debe a la modificación de repotenciación donde se requiere demasía de oxígeno por consiguiente el analizador rechazó la prueba.

En lo que concierne al CO₂ el gas no incide en la aprobación o rechazo del motor, ya que su grado de impacto al medio ambiente no es considerablemente alto ni perjudicial.

En lo que a HC se refiere se tiene un valor muy elevado debido a la presencia de mezcla pobre pero mientras más oxígeno se encuentra en la mezcla es mejor y las partículas de gasolina se queman por completo pero en este motor las concentraciones son demasiadas altas lo que se demuestra lo contrario a lo expuesto anteriormente. Este fenómeno es causado a que el motor se encuentra sin catalizador y este es un factor muy importante en la reducción de gases y al no tener este filtro la contaminación es más directa al medio ambiente y por ende provoco esta anomalía.

Tabla 22. Valores obtenidos utilizando gasolina común en el motor Corsa Wind. Marcha en aceleración.

GASES	% CO	% CO₂	% O₂	PPM HC
	6.76	10.7	8.05	1119
TEMPERATURA	86			
RPM	2550			
LAMBDA	0.836			

4.6.4 Análisis de datos obtenidos en la prueba en aceleración utilizando gasolina común.

Con el motor acelerado el analizador dio una lectura de CO esta vez fuera de los rangos establecidos, al igual que los niveles de oxígeno se disminuyeron siguen estando fuera del límite. En lo que se refiere a hidrocarburos hubo un aumento exorbitante y esto demuestra la falta de catalizador y a su vez la sobrealimentación. Esta anomalía se debe a un incorrecto funcionamiento de inyectores sucios y bujías descalibradas o en mal estado al igual que cables los cuales conjuntamente contribuyeron a que la mezcla no sea considerable, por tal razón el factor lambda se enriqueció por tal motivo se da estos valores.

Tabla 23. Valores obtenidos utilizando alcohol nafta E10% en el motor Corsa Wind. Marcha en mínima.

GASES	% CO	% CO2	% O2	PPM HC
	2.8	8.2	3.41	584
TEMPERATURA	86			
RPM	780			
LAMBDA	1.224			

4.6.5 Análisis de datos obtenidos en la prueba en ralentí con el uso de alcohol nafta E10

Para esta prueba se utilizó mezclas de etanol anhidro 10% con gasolina 90% obteniendo alcohol nafta E10. Esta solución se la realizó con su debida instrumentación, utilizando un recipiente graduado en mililitros (ml), recipientes de almacenamiento de la nueva mezcla. Se realizó cálculos para obtener valores de porcentaje mediante reglas de tres simple.

Con el uso de alcohol nafta E10 y además la utilización del catalizador los datos obtenidos por el analizador se ven plasmados en la Tabla 23. Se obtuvo nuevos valores los cuales redujeron considerablemente con respecto a la recopilación de la Tabla 21. La práctica resultó ser satisfactoria ya que se logró que el motor pase la prueba.

Tabla 24. Comparación de valores en marcha mínima según tablas anteriores Corsa Wind.

MARCHA MÍNIMA

GASES	Gasolina común	Alcohol nafta E10	NORMAS INEN
	Porcentajes	Porcentajes	Porcentajes
CO	3.95	2.8	4.5
CO2	11.3	8.2	12.0 – 15.0
O2	5.18	3.41	5.0
HC(PPM)	1639	584	750

Con el uso de alcohol nafta E10 los datos obtenidos por el analizador como se ven plasmados en la tabla anterior. Se obtuvo nuevos valores los cuales redujeron considerablemente con respecto a la utilización solo de gasolina común. La práctica resultó ser satisfactoria ya que se logró que el motor pase la prueba de acuerdo a las normas que se indica en la misma tabla.

Tabla 25. Valores obtenidos utilizando alcohol nafta E10% en el motor Corsa Wind. Marcha en aceleración.

GASES	% CO	% CO2	% O2	PPM HC
	3.73	7.3	2.96	421
TEMPERATURA	86			
RPM	2470			
LAMBDA	1.035			

4.6.6 Análisis de datos obtenidos en la prueba en aceleración con el uso de alcohol nafta E10

Para esta prueba se utilizó mezclas de etanol anhidro 10% con gasolina 90% obteniendo alcohol nafta E10. Esta solución se la realizó con su debida instrumentación, utilizando un recipiente graduado en mililitros (ml), recipientes de almacenamiento de la nueva mezcla. Se realizó cálculos para obtener valores de porcentaje mediante reglas de tres simple.

Con el uso de alcohol nafta E10 los datos obtenidos por el analizador se ven plasmados en la Tabla 25. Se obtuvo nuevos valores los cuales redujeron aún más con respecto a la recopilación de la Tabla con gasolina común. La práctica resultó ser satisfactoria ya que se logró que el motor pase la prueba y se reduzcan los gases aún más.

Tabla 26. Comparación de valores marcha en aceleración según tablas anteriores Corsa Wind.

MARCHA EN ACELERACIÓN

GASES	Gasolina común	Alcohol nafta E10	NORMAS INEN
	Porcentajes	Porcentajes	Porcentajes
CO	6.76	3.73	4.5
CO2	10.7	7.3	12.0 – 15.0
O2	8.05	2.96	5.0
HC(PPM)	1119	421	750

Con el uso del alcohol nafta E10 en aceleración se siguen notando cambios en comparación con la gasolina común y por ende dentro de los parámetros establecidos por las normas INEN, como se muestran en la tabla 26.

4.6.7 Análisis de la puesta a punto, calibración, uso de biocombustible del motor Corsa Wind.

Tabla 27. Comparación y análisis de datos obtenidos con gasolina y alcohol nafta E10.

GASES	GASOLINA		ALCOHOL NAFTA E15-CALIBRADO	
	Ralentí	Aceleración	Ralentí	Aceleración
CO %	3.95	6.76	2.8	3.73
CO2 %	11.3	10.07	8.2	7.3
O2 %	5.18	8.05	3.41	2.96
HC PPM	1639	1119	584	421
LAMBDA	1.164(-)	0.836 (-)	1.224 (-)	1.035 (-)

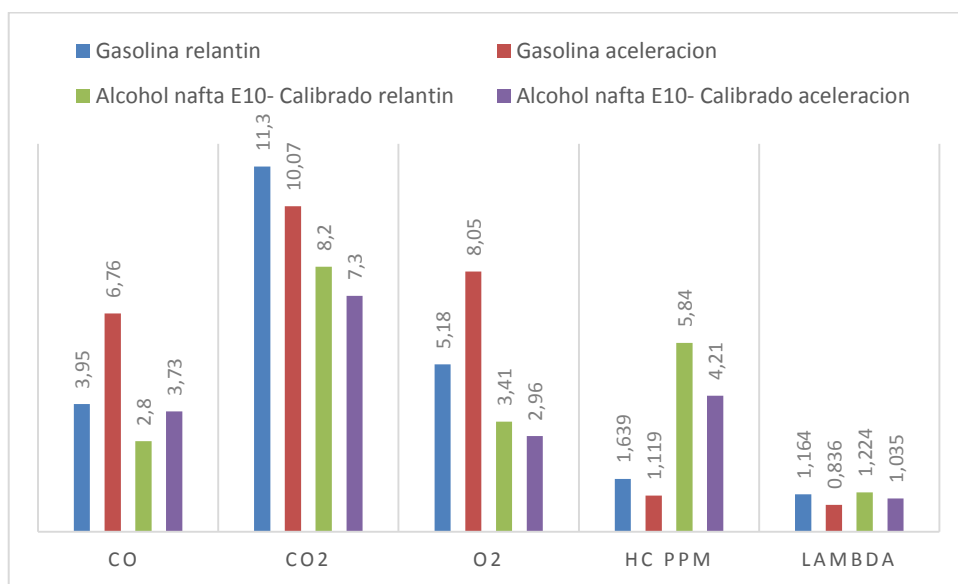


Figura 9. Comparación de emisiones de gases de escape

Con los mismos parámetros del funcionamiento del motor, es decir, temperatura y RPM en marcha mínima y en aceleración, se analiza a continuación los siguientes datos de la Tabla 27.

Monóxido de Carbono (CO)

Con el uso de alcohol nafta, calibración y uso del catalizador se puede notar una considerable disminución del gas CO de 2.7 a 1.25 lo que en

porcentaje representa una disminución del 53.70% con respecto al valor inicial en ralentí. Para la prueba en aceleración el porcentaje de disminución del gas fue de 29.75%. En este caso el uso del etanol y catalizador contribuyó a la reducción. Más no la masa de aire que ingresa a la cámara de combustión se debe principalmente a que este motor es modificado en el sistema de alimentación de aire y los valores obtenidos están dentro del rango permitido ya que el CO (monóxido de carbono) se produce en demasía por falta de aire en la mezcla. Razón por la cual el uso de la mezcla etanol anhidro-gasolina E10 fue suficiente para obtener la disminución de este gas reflejada en el valor de porcentaje antes mencionado.

Dióxido de Carbono (CO₂)

En este caso el gas no incide en la aprobación o rechazo del motor, ya que su grado de impacto al medio ambiente no es considerablemente alto ni dañino, el comportamiento de CO₂ depende de los demás gases emitidos, es decir, si se calibra el motor para disminuir contaminación este también se regulará.

Oxígeno (O₂)

El oxígeno tal y como se ve en la tabla superior presenta un valor dentro de los límites permitidos tanto en ralentí como en aceleración pero en marcha acelerada la disminución aun es más, esto es debido a que a mayor aceleración el motor requiere de menos oxígeno para combustionar toda la gasolina lo mismo sucedió con la mezcla de etanol en aceleración hubo menos del mismo pero mayor que con la prueba de gasolina común esto se debe a que en las concentraciones de bioetanol existen más moléculas de oxígeno por el mismo hecho de ser ecológico y aportando aún más la reducción de los gases contaminantes ya que este gas no se lo considera dañino al medio ambiente pero si juega un papel muy importante en la eficiencia del motor

Hidrocarburos (HC)

Se pudo lograr una favorable disminución del 76.94% y del 86.02% en ralentí y a plena carga respectivamente, mejorando los resultados gracias al uso del catalizador que es el que detiene la gran mayoría de contaminante favoreciendo a la aprobación del motor.

Factor Lambda

En todas las pruebas realizadas se obtuvo un factor lambda desequilibrado, es decir, mezcla pobre y mezcla rica debido a que el motor trabaja con una sobrealimentación de oxígeno y a su vez la falta de un catalizador pero con el implemento del mismo se logró estabilizar estos parámetros.

4.7 Motor Corsa Wind 1997

Tabla 28. Ficha técnica Corsa Wind

CILINDRAJE:	1.4
MODELO:	1997
INYECCIÓN ELECTRÓNICA	Multipunto
VÁLVULAS	8
OBSERVACIÓN	Modificado

4.7.1 Obtención de resultados de los gases contaminantes. Corsa Wind.

Tabla 29. Límites prescritos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización.

GASES	RÉGIMEN MOTOR MÍNIMO (RPM)	DEL AL MOTOR ACELERACIÓN (RPM)	DEL EN DEL MOTOR (° C)	TEMPERATURA DEL MOTOR (° C)
OXÍGENO (O ₂)	500 – 1200	2400-2600		
MONÓXIDO DE CARBONO (CO)				5.0
HIDROCARBUROS (HC) PPM				4.5
				750
				80

Según los parámetros expuestos en la tabla anterior indica los límites permitidos por el analizador y de acuerdo a las normas establecidas por la norma INEN, los cuales se registran de la siguiente manera:

Tanto para régimen al mínimo (500 – 1200), como en aceleración (2400 – 2600), a una temperatura mínima de 80°C, el oxígeno no debe sobrepasar el 5%, el monóxido de carbono 4.5% y los hidrocarburos un máximo de 750 partículas por millón, los cuales estos tres elementos son los más principales para la aprobación o el rechazo de la prueba en motores de gasolina a realizarse. Se procede a tomar lectura de los gases en el motor Corsa Wind por medio de analizar de gases Brain Bee.

Tabla 30. Valores obtenidos utilizando gasolina común en el motor Corsa Wind. Marcha mínima.

GASES	% CO	% CO ₂	% O ₂	PPM HC
	4.53	6.8	8.66	2350
TEMPERATURA				80
RPM				930
LAMBDA				2.271

En la prueba realizada como se indica en la tabla anterior, se pudo obtener un dato normal de CO (monóxido de carbono), es decir, dentro de los límites, pero es relativamente alto. En los datos entregados por el analizador se puede observar elevados índices de O₂ (oxígeno), lo que quiere decir que se está entregando una mezcla pobre en la cámara de combustión del motor.

En este motor se observó que algunos de sus componentes estaban en muy mal estado por lo que se requería una minuciosa calibración y mantenimiento de piezas mismas que contribuían exceso de HC (Hidrocarburos), como por ejemplo bujías, cable de bobina y bujías en mal estado. Debido a que el motor presenta estas anomalías indicadas en la tabla 30; factor lambda indica exceso de aire en la mezcla aire-combustible. En lo que a HC se refiere se tiene un valor muy elevado debido a la presencia de mezcla muy pobre.

Tabla 31. Valores obtenidos utilizando gasolina común en el motor Corsa Wind. Marcha en aceleración.

GASES	% CO	% CO₂	% O₂	PPM HC
	9.39	5.5	5.06	4690
TEMPERATURA	86			
RPM	2460			
LAMBDA	0.772			

Como se muestra en la tabla anterior en marcha de aceleración el analizador dio una lectura de CO muy por encima del rango establecido, como debía de esperarse el nivel de O₂ (oxígeno) bajó debido a que al momento de acelerar el porcentaje de oxígeno en la mezcla disminuye pero en mínimas cantidades, pero aun los niveles de este gas están mínimamente por encima del rango establecido. En lo que se refiere a hidrocarburos hubo un gran aumento ya que el oxígeno bajó y debido al mal funcionamiento de los demás componentes del motor contribuyó al exceso de este compuesto. El CO₂ también es muy bajo, ya que debe estar en un rango de entre 12% y 15%. Las emisiones muy bajas o muy

altas de este gas se suscitan en paralelo con las demás emisiones, es decir, si se logra corregir con éxito las demás, este gas se normalizará dando lecturas normales dentro de los rangos.

*Tabla 32. Valores obtenidos utilizando Alcohol nafta E15% en el motor
Corsa Wind. Marcha mínima.*

GASES	% CO	% CO2	% O2	PPM HC
	2.7	6.6	7.35	1450
TEMPERATURA	86			
RPM	780			
LAMBDA	1.283			

Para esta prueba se utilizó mezclas de etanol anhidro 10% con gasolina 90% obteniendo alcohol nafta E15. Esta solución se la realizó con su debida instrumentación, utilizando un recipiente graduado en mililitros (ml), recipientes de almacenamiento de la nueva mezcla. Se realizó cálculos para obtener valores de porcentaje mediante reglas de tres simple.

Con el uso de alcohol nafta E15 los datos obtenidos por el analizador se ven plasmados en la Tabla 32. Se obtuvo nuevos valores los cuales redujeron considerablemente con respecto a la recopilación de la Tabla 31. La práctica resultó ser buena en cierto modo ya que se logró reducir los niveles en los gases contaminantes.

*Tabla 33. Valores obtenidos utilizando alcohol nafta E15% en el motor
Corsa Wind Marcha en aceleración.*

GASES	% CO	% CO2	% O2	PPM HC
	0.29	12.5	4.85	2350
TEMPERATURA	86			
RPM	2470			
LAMBDA	1.075			

Con el uso de alcohol nafta E15 los datos obtenidos por el analizador se ven plasmados en la Tabla 33. Se obtuvo nuevos valores los cuales redujeron considerablemente con respecto a la recopilación de la Tabla 31 en lo que concierne a CO y O2, como se puede apreciar los HC se redujeron pero no lo suficiente para establecerse en los límites permitidos por lo que el motor no se aprobó.

Tabla 34. Valores obtenidos utilizando alcohol nafta E15% y catalizador en el motor Corsa Wind. Marcha mínima.

GASES	% CO	% CO2	% O2	PPM HC
	1.25	12.5	2.81	512
TEMPERATURA	86			
RPM	2470			
LAMBDA	1.058			

Para esta prueba se utilizó mezclas de etanol anhidro 15% con gasolina 85% obteniendo alcohol nafta E15. Debido a que el motor se encontraba en muy malas condiciones fue necesario acceder al uso del catalizador el cual sirvió de mucho para llegar al objetivo. Se logró reducir las emisiones de gases contaminantes tanto como se pudo, y el motor ahora pasa la prueba. Cabe recalcar que se calibró y reemplazó ciertos elementos para un correcto funcionamiento del motor.

Tabla 35. Comparación de valores en marcha mínima según tablas anteriores Corsa Wind.

MARCHA MÍNIMA				
GASES	Gasolina común Porcentajes	Alcohol nafta E15 Porcentajes	Catalizador y Alcohol nafta E10 Porcentajes	NORMAS INEN Porcentajes
CO	4.53	2.7	1.25	4.5
CO2	6.8	6.6	7.2	12.0 – 15.0
O2	8.66	7.35	2.81	5.0
HC(PPM)	2350	1450	512	750

La tabla 35 muestra datos en los cuales se observa la reducción de los gases gradualmente ya que se reemplazó y calibró algunos componentes que se mencionó con anterioridad para este motor, así como también al uso de biocombustible y de un catalizador, todo en conjunto conllevó a un excelente resultado plasmados en los datos anteriores, estableciéndose dentro de las normas y por consiguiente la aprobación del motor.

Tabla 36. Valores obtenidos utilizando alcohol nafta E15% y catalizador en el motor Corsa Wind. Marcha en aceleración.

GASES	% CO	% CO2	% O2	PPM HC
	3.73	11.8	1.96	640
TEMPERATURA	86			
RPM	2470			
LAMBDA	1.058			

Para esta prueba se utilizó mezclas de etanol anhidro 15% con gasolina 85% obteniendo alcohol nafta E10. Con la prueba en aceleraciones o a plena carga se logró obtener también un buen resultado ya que se pudo reducir los niveles de los gases contaminantes. Si se observa la tabla 34 con respecto a la tabla 36 se podrá apreciar la diferencia de valores.

Tabla 37. Comparación de valores marcha en aceleración según tablas anteriores Corsa Wind.

MARCHA ACELERACIÓN				
GASES	Gasolina común Porcentajes	Alcohol nafta E15 Porcentajes	Catalizador y Alcohol nafta E10 Porcentajes	NORMAS INEN Porcentajes
CO	9.39	2.7	1.25	4.5
CO2	6.8	6.6	7.2	12.0 – 15.0
O2	8.66	7.35	2.81	5.0
HC(PPM)	2350	1450	512	750

4.7.2 Comparación y análisis de datos obtenidos con el uso de gasolina, alcohol nafta E15 y catalizador.

Tabla 38. Comparación y análisis de datos obtenidos con el uso de gasolina, alcohol nafta E15 y catalizador.

GASES	GASOLINA		ALCOHOL NAFTA E15		ALCOHOL NAFTA E15 - CATALIZADOR	
	Ralentí	Aceleración	Ralentí	Aceleración	Ralentí	Aceleración
CO %	4.53	9.39	2.7	5.31	1.25	3.73
CO2 %	6.8	5.5	6.6	5.0	7.2	6.4
O2 %	8.66	5.06	7.35	5.83	2.81	1.96
HC PPM	2350	4690	2220	4580	512	640
LAMBDA	1.271(-)	0.772 (-)	1.283 (-)	0.862 (-)	1.121	1.058

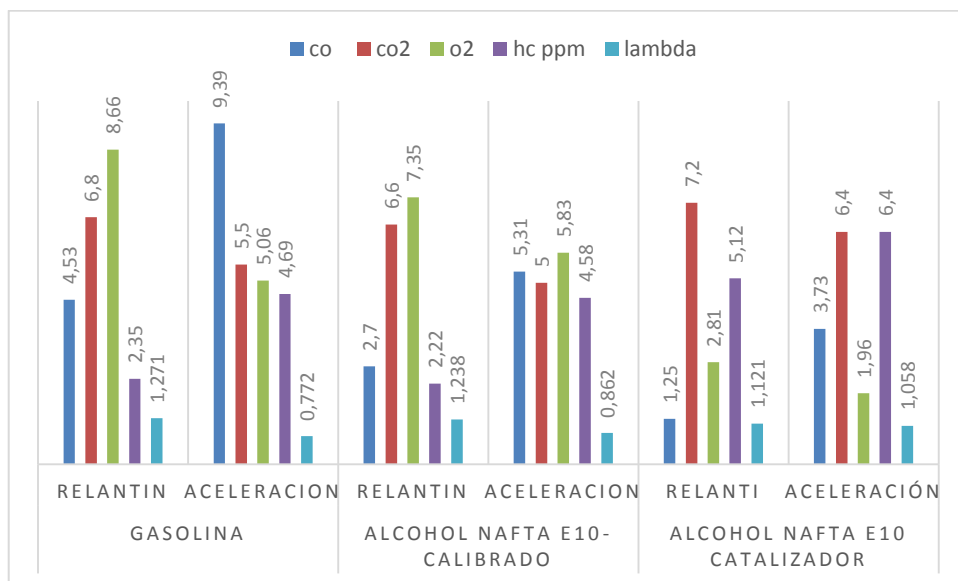


Figura 10. Comparación de emisiones de gases de escape

Se analiza a continuación los siguientes datos de la Tabla 5.

Monóxido de Carbono (CO)

Como se puede ver en la tabla 38 y relacionando parámetros entre la prueba realizada con gasolina normal y alcohol nafta E15 se aprecia que

hay un porcentaje de 18.18% de disminución de CO (monóxido de carbono). Comparando valores emitidos por la combustión de gasolina normal y alcohol nafta E15 y catalizador se puede ver una gran diferencia ya que se está hablando de un 62.12% de disminución, a más de la utilización del etanol para la mezcla, se utilizó el catalizador el cual es un elemento muy importante que contribuye a la disminución de los gases contaminantes. Cabe recalcar que el CO siempre estuvo dentro de los rangos establecidos para la prueba en ralenti.

El problema de las emisiones de este gas se vio reflejado en pruebas de aceleración, su valor fue exorbitante con el uso de gasolina común. Se pudo casi estabilizar con el uso de la mezcla etanol anhidro-gasolina E10 logrando reducir las emisiones en un 43.45%, pero aún se encuentra por encima del límite. En vista de la dificultad que presentó la disminución de este gas se procedió a buscar posible fallas mecánicas o eléctricas que el motor pudiese tener. Primeramente se observó que el motor emitía los gases de color negro aun con el uso de alcohol nafta, evidentemente el motor no estaba quemando todo el combustible. Se realizó la diagnosis de sensores encontrando una falla en el sensor MAF el cual se procedió hacer el mantenimiento de este sensor, y con el motor encendido se verificó que el humo de los gases cambió de color. A simple vista el problema se solucionó. Con el catalizador ya instalado en el sistema de escape ayudó a la disminución de este gas logrando resultados alentados ya que se logró disminuir la contaminación en un 60.28% con respecto a las emisiones producidas con el combustible fósil.

Dióxido de Carbono (CO₂)

En este caso el gas no incide en la aprobación o rechazo del motor, ya que su grado de impacto al medio ambiente no es considerablemente alto, el comportamiento de CO₂ depende de los demás gases emitidos, es decir, si se calibra el motor para disminuir contaminación este también se regulará.

Oxígeno (O₂)

Comparando las emisiones en ralentí por gasolina y alcohol nafta E15 el oxígeno disminuyó pero no en su totalidad ya que el uso de etanol mezclado con la gasolina mantiene la mezcla oxigenada, pero se logró disminuir en el 15.12%. Debido a la falla del sensor MAF la emisión de oxígeno también se vio afectada en vista de que este enviaba lecturas erróneas a la computadora y por tal razón impidiendo la formación de una mezcla estequiométrica. Pero con el debido mantenimiento se pudo reparar el error. Adicional a esto con la utilización de alcohol nafta E15 y catalizador se pudo obtener buenos resultados reduciendo emisiones de este gas en un 67.55%.

En las pruebas en aceleración con respecto a la utilización de gasolina común y alcohol nafta E10 el oxígeno aumentó debido a que el biocombustible etanol contiene más oxígeno que la gasolina, pero el aumento debió ser mínimo, llegando a la conclusión que el dato elevado se debe más a la falla del sensor MAF. Pero al corregir este problema junto con el uso de alcohol nafta y el catalizador se pudo obtener datos más confiables y exactos obteniendo una disminución del 61.26% con respecto a las emisiones producidas con el uso de gasolina común.

Hidrocarburos (HC)

Analizando las emisiones en ralentí de hidrocarburos emanadas por gasolina común con respecto al uso de alcohol nafta E15 se pudo obtener una disminución del 5.53%, un dato poco alentador ya que los niveles de contaminación seguían siendo demasiado elevados. Razón por la cual se realizó un minucioso diagnóstico. Como anteriormente el motor emitía humo de color negro debido al sensor MAF, el humo que contenía los gases se tornó de color azul llegando a la conclusión de que el motor estaba quemando aceite. Además las bujías presentaban un color negro y estaban ya muy desgastadas y en una de ellas contenía aceite llegando a

la deducción de que esa era la causa principal de los elevados niveles de este gas contaminante.

Con los problemas ya detectados se realizó el respectivo mantenimiento. Cambio de bujías y cables de las mismas, también se desarmó el cabezote por completo llegando al problema el cual era que el asiento y los retenes de las válvulas de admisión se encontraron deteriorados por consecuencia permitía el ingreso de aceite a la cámara de combustión mismo que se quemaba conjuntamente con la mezcla. Se sustituyó todos los elementos en mal estado por precaución ya que los demás también estaban próximos a dañarse.

Con todos los elementos nuevos y en perfectas condiciones se procedió a realizar la prueba de emisiones en ralentí con alcohol nafta E15, además contando con el uso del catalizador se pudo obtener excelentes resultados disminuyendo en un 78.21% con respecto a la prueba con gasolina común. En pruebas de aceleración los niveles de contaminación de HC hidrocarburos eran mucho más elevados que en ralentí, pero se los pudo estabilizar con el mantenimiento realizado y se pudo obtener un porcentaje del 86.02% de disminución de este gas.

Factor Lambda

Con respecto al factor lambda se pudo obtener valores de mezcla pobre en ralentí y mezcla rica en aceleraciones para los casos del uso de gasolina común y alcohol nafta E15, estos valores se fueron estabilizando en paralelo con el mantenimiento realizado. Logrando obtener una estabilidad de valores lambda con el uso de alcohol nafta E15 conjuntamente con el catalizador.

4.8 Motor Chevrolet Spark

Tabla 39. Ficha técnica Chevrolet Spark

CILINDRAJE:	1.4
MODELO:	2005
INYECCIÓN ELECTRÓNICA	Multipunto
VÁLVULAS	8
OBSERVACIÓN	Funcionamiento GPL y gasolina

4.8.1 Obtención de resultados de los gases contaminantes. Chevrolet Spark

Tabla 40. Límites prescritos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización.

GASES	RÉGIMEN	DEL RÉGIMEN	DEL	TEMPERATURA
	MOTOR	AL MOTOR	EN	DEL MOTOR (°
	MÍNIMO (RPM)	ACELERACIÓN	C)	
		(RPM)		
	500 – 1200	2400-2600		
OXÍGENO (O₂)	5.0			
MONÓXIDO DE CARBONO (CO)	1.0			
HIDROCARBUROS (HC)	200			80
PPM				

Según los parámetros expuestos en la tabla anterior indica los límites permitidos por el analizador y de acuerdo a las normas establecidas por la norma INEN, los cuales se registran de la siguiente manera:

Régimen al mínimo (500 – 1200), como en aceleración (2400 – 2600), a una temperatura mínima de 80°C, el oxígeno no debe sobrepasar el 5%, el monóxido de carbono 4.5% y los hidrocarburos un máximo de 750 partículas por millón, los cuales estos tres elementos son los más

principales para la aprobación o el rechazo de la prueba en motores de gasolina a realizarse.

Se procede a tomar lectura de los gases en el motor Chevrolet Spark por medio del analizador de gases Brain Bee.

Tabla 41. Valores obtenidos utilizando gasolina común en el motor Chevrolet Spark. Marcha mínima.

GASES	% CO	% CO2	% O2	PPM HC
	0.04	14.5	3.89	70
TEMPERATURA	83			
RPM	790			
LAMBDA	1.183			

Físicamente se pudo observar que el motor se encontraba en perfectas condiciones en lo que se refiere a partes o piezas faltantes, con referente al encendido del motor se encontró alterado de modo que se dificultó pero de inmediato se revisó y se logró superar el problema el cual era la falta de un relé de la bomba de gasolina encendiendo el motor perfectamente.

El motor presentaba un problema al no encender, realizando la respectiva diagnosis tomando el centro de atención principalmente al sistema eléctrico y de alimentación de combustible. En la alimentación se pudo comprobar que la bomba de gasolina estaba en buen estado enviando el combustible a los inyectores de forma sincronizada. Descartando ese problema se procedió a verificar si la bujías emitían chispa pero estas no lo hacían, entonces se revisó el sistema de fusibles y relés del motor encontrando la falla la cual era la falta del relé A/C que junto con el respectivo fusible eran los encargados de enviar corriente a la bobina de encendido y posteriormente a las bujías para que así se produzca el arranque del motor.

Una vez solucionado el inconveniente se comenzó hacer el respectivo procedimiento para realizar la prueba en ralentí con la gasolina común se pudo obtener datos normales en todos los gases contaminantes, es decir, cumplían con las normas INEN establecidas. Se puede apreciar un nivel poco elevado de oxígeno y una mezcla pobre, pero en esos valores el motor trabaja correctamente y sin complicaciones ni deficiencias en su funcionamiento.

Tabla 42. Valores obtenidos utilizando gasolina común en el motor Chevrolet Spark. Marcha en aceleración.

GASES	% CO	% CO2	% O2	PPM HC
	0.00	15.0	1.70	21
TEMPERATURA	83			
RPM	2490			
LAMBDA	1.078			

La prueba en aceleración realizada con la gasolina común se pudo obtener datos normales y aún más bajos que en ralentí en todos los gases contaminantes, es decir, cumplían con las normas INEN establecidas. Se puede apreciar la perfección de este motor ya que cuenta con un catalizador. Donde las emisiones de CO (monóxido de carbono) son nulas un factor lambda estable y demás gases contaminantes muy bajos.

Tabla 43. Valores obtenidos utilizando alcohol nafta E10% en el motor Chevrolet Spark Marcha mínima.

GASES	% CO	% CO2	% O2	PPM HC
	0.03	14.04	3.90	32
TEMPERATURA	84			
RPM	800			
LAMBDA	1.187			

Para esta prueba se utilizó mezclas de etanol anhidro 10% con gasolina 90% obteniendo alcohol nafta E10. Esta solución se la realizó con su debida instrumentación, utilizando un recipiente graduado en

mililitros (ml), recipientes de almacenamiento de la nueva mezcla. Se realizó cálculos para obtener valores de porcentaje mediante reglas de tres simple.

Con el uso de alcohol nafta E10 los datos obtenidos por el analizador se ven plasmados en la tabla 43. Se obtuvo nuevos valores los cuales redujeron considerablemente con respecto a la recopilación de la tabla 41. La práctica resultó ser buena ya que se logró reducir aún más los niveles en los gases contaminantes.

Tabla 44. Comparación de valores en marcha mínima según tablas anteriores Chevrolet Spark

MARCHA MÍNIMA

GASES	Gasolina común	Alcohol nafta E10	NORMAS INEN
	Porcentajes	Porcentajes	Porcentajes
CO	0.04	0.03	1.0
CO2	14.5	14.04	12.0 – 15.0
O2	3.89	3.90	5.0
HC(PPM)	70	32	200

Tabla 45. Valores obtenidos utilizando alcohol nafta E10% en el motor Chevrolet Spark. Marcha en aceleración.

GASES	% CO	% CO₂	% O₂	PPM HC
	0.00	15.5	2.08	17
TEMPERATURA	86			
RPM	2590			
LAMBDA	1.093			

Para esta prueba se utilizó mezclas de etanol anhidro 10% con gasolina 90% obteniendo alcohol nafta E10. Esta solución se la realizó con su debida instrumentación, utilizando un recipiente graduado en mililitros (ml), recipientes de almacenamiento de la nueva mezcla. Se realizó cálculos para obtener valores de porcentaje mediante reglas de tres simple.

Con el uso de alcohol nafta E10 los datos obtenidos por el analizador se ven plasmados en la tabla 45. Se obtuvo nuevos valores los cuales redujeron considerablemente con respecto a la recopilación de la tabla 43. La práctica resultó ser buena ya que se logró que el motor reduzca emisiones contaminantes y así pase la prueba.

Tabla 46. Comparación de valores marcha en aceleración según tablas anteriores Chevrolet Spark.

MARCHA EN ACELERACIÓN

GASES	Gasolina común	Alcohol nafta E10	NORMAS INEN
	Porcentajes	Porcentajes	Porcentajes
CO	0.00	0.00	1.0
CO2	15.0	15.5	12.0 – 15.0
O2	1.70	2.08	5.0
HC(PPM)	21	17	200

Con el uso del alcohol nafta E10 en aceleración se siguen notando cambios en comparación con la gasolina común y por ende dentro de los parámetros establecidos por las normas INEN, como se muestran en la tabla 46.

4.8.2 Análisis de la puesta a punto y calibración de motor Chevrolet Spark.

Tabla 47. Comparación y análisis de datos obtenidos con gasolina y alcohol nafta E10.

GASES	GASOLINA		ALCOHOL NAFTA E10-CALIBRADO	
	Ralentí	Aceleración	Ralentí	Aceleración
CO %	0.04	0.00	0.03	0.00
CO2 %	14.5	15	14.4	15.5
O2 %	3.89	1.70	3.90	2.08
HC PPM	70	21	32	17
LAMBDA	1.183(-)	1.078 (-)	1.187 (-)	1.093 (-)

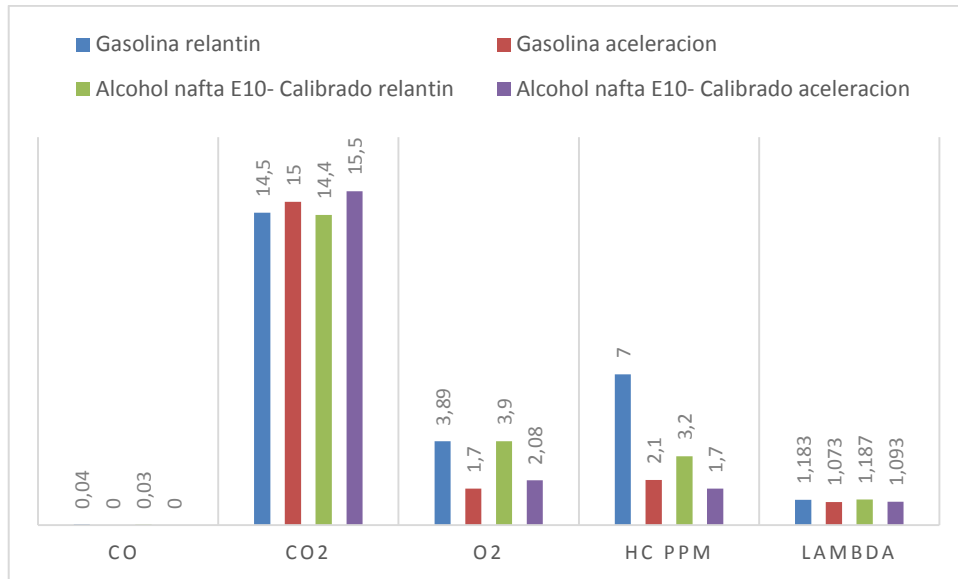


Figura 11. Comparación de emisiones de gases de escape

Monóxido de Carbono (CO)

Como se puede ver en los datos de la tabla anterior con el motor en ralentí y el uso de alcohol nafta E10 se pudo reducir las emisiones de este gas en un 25% logrando un motor más ecológico. Para la prueba en aceleración el valor es completamente nulo, es decir, no existen emisiones de CO cuando este motor está en aceleraciones.

Dióxido de Carbono (CO₂)

Sus valores tanto con el uso de gasolina como de alcohol nafta E10 son estables ya que están dentro de los rangos permitidos para ralentí y en plena carga.

Oxígeno (O₂)

Para el oxígeno existe un aumento mínimo del 0.25% esto se debe a que el biocombustible etanol contiene más oxígeno que la gasolina común.

Hidrocarburos (HC)

Los gases contaminantes de HC disminuyeron considerablemente aún más a pesar de que el motor ya emitía gases dentro de lo establecido. Con el uso de alcohol nafta E10 el motor en ralentí logró una disminución del 54.28% y a plena carga el porcentaje de reducción de emisión de este gas fue de 19.04%

4.9 Motores a diesel

A continuación se detallará cada uno de los motores tal y como se los encontró en el taller, y su respectiva calibración, indicando que los motores que se analizaran son antiguos y en algunos casos electrónicos lo cual aumentará el grado de dificultad en el momento de realizar el mantenimiento respectivo.

Motores Diesel objetos de la práctica

- Mazda BT50 2008
- Isuzu 1987
- Nissan diesel 1991
- Kia diesel 1992
- Isuzu NHR 2007
- Isuzu 4DB1 1992

4.9.1 Procedimiento de medición y análisis de los gases de escape en motores a diesel

Para realizar la recolección y análisis del resultado de los gases evacuados por cada uno de los motores se debe realizar una serie de procesos organizados para llevar a cabo la práctica a perfección. Es importante seguir los pasos indicados para que el equipo, en este caso el opacímetro funcione correctamente y evitar daños del mismo que pueden resultar costosos.



Figura 12. Visualización del Motor Isuzu NHR

Verificar que el motor esté en perfectas condiciones de funcionamiento es decir:

- Nivel de agua normal.
- Nivel de aceite normal.
- Sensores y actuadores bien conectados.
- Examinar si existen fugas de agua o aceite.
- Elementos completos del motor.
- Sistema eléctrico completo y en buen estado.

4.9.2 Conexión del Opacímetro

Conectar el opacímetro a una fuente de energía común (110v).

Conectar sonda y verificar filtros y dispositivos.



Figura 13. Conexión de elementos y dispositivos del opacímetro

Conectar cables de datos del analizador hacia el ordenador o computador.

4.9.3 Conexión cuenta revoluciones.

Conectar los tres cables en cada entrada del cuentarrevoluciones (batería, sensor de golpeteo, sensor de temperatura).



Figura 14. Conexión cuenta revoluciones.

Conectar el cable de batería se lo identifica por tener pinzas en sus extremos de color rojo positivo y negro negativo los cuales van conectados a los bornes positivo y negativo de la batería.



Figura 15. Conexión a la Batería.

Instalar el cable del sensor de golpeteo cerca del cabezote del motor de preferencia entre los inyectores. Este sensor da lectura de las RPM a las que se encuentra el motor.



Figura 16. Conexión de sensores en el motor.

Instalar el sensor de temperatura en el lugar del medidor de aceite teniendo en cuenta que la longitud del cable del sensor debe ser la misma del medidor de aceite del motor.

4.9.4 Proceso de calentamiento del opacímetro y motor de prueba.

Encender el motor y dejar en ralentí hasta que su temperatura llegue a un mínimo de 75 °C los cuales se ven registrados en el cuenta revoluciones.

Encender el opacímetro y esperar cinco minutos para que llegue a óptimas condiciones de funcionamiento.

4.9.5 Procedimiento para abrir el programa del test oficial

Luego que el opacímetro llegue a su temperatura ideal, el mismo comienza la prueba del auto, limpieza el cual consiste en revisar el

correcto funcionamiento de los lentes los cuales miden la traslucidez del humo del motor diesel, todo esto automáticamente en su interior.

A continuación se procede a introducir ciertos datos que el programa del analizador exige tales como la placa del vehículo, el año, tipo de combustible y números de cilindros como datos importantes. El software del opacímetro indica el momento en que la sonda debe ser conectada en la salida de los gases de escape. Una vez instalada la sonda automáticamente se realiza la medición la cual evalúa la opacidad en ralentí.

4.9.6 Proceso de obtención de datos de los gases contaminantes en marcha mínima.

Realizar tres aceleraciones a nivel máximo de régimen del motor a probar, con el fin de limpiar el tubo de escape y no extraer datos de gases contaminantes erróneos, además de conservar en perfecto estado el opacímetro.

Verificar que la marcha mínima del motor esté dentro de los rangos establecidos por el fabricante del analizador el cual debe ser entre (720 – 1200).

Realizado todo el proceso anterior el software pedirá automáticamente que se inserte la sonda en el tubo de escape.

Una vez instalada la sonda, automáticamente se realiza la medición la cual mide la opacidad en ralentí.



Figura 17. Sonda del Opacímetro en el escape.

4.9.7 Proceso de obtención de datos de los gases contaminantes en aceleración

Automáticamente después de la prueba en marcha mínima el software pedirá al operador acelerar el motor en un rango de 2400 – 3500 RPM progresivamente hasta llegar al máximo antes indicado.

Seguidamente terminada la prueba el operador se encargará de archivar e imprimir los datos de los gases medidos.

Calentar previamente el analizador de gases tal y como aconseja el fabricante, para que así no se produzcan lecturas erróneas.

Conectar el cuentarrevoluciones Brain Bee a la batería para que en la práctica ofrezca lecturas exactas de temperatura y régimen de motor, parámetros que juegan un papel muy importante en la extracción de valores de los gases contaminantes.

4.10 Motor Mazda BT50

Tabla 48. Ficha técnica Mazda bt50

CILINDRAJE:	2.6
MODELO:	2008
BOMBA DE INYECCIÓN	Rotativa Common Rail
NÚMERO DE VÁLVULAS	8
OBSERVACIÓN	Ninguna

4.10.1 Obtención de resultados de los gases contaminantes. Mazda

Tabla 49. Límites prescritos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización

LÍMITES PRESCRITOS	RÉGIMEN DEL MOTOR MÍNIMO (RPM)	DEL AL MOTOR ACELERACIÓN (RPM)	DEL EN DEL MOTOR (° C)	TEMPERATURA DEL MOTOR (° C)
	710	3500		
DIFERENCIA	10			
OPACIDAD (%)				
OPACIDAD (%)	50			75

4.10.2 Resultados obtenidos prueba inicial. Mazda

Tabla 50. Valores obtenidos utilizando diesel común en el motor Mazda.

N° ACELERACIONES	PICO OPACIDAD (%)	RPM RALENTÍ 1/MIN	RPM MÁX. 1/MIN	TEMPERATURA ° C
ACELERACIÓN 1	55.2	720	3450	
ACELERACIÓN 2	2.6	720	3380	
ACELERACIÓN 3	2.8	720	3420	
ACELERACIÓN 4	1.7	720	3510	
ACELERACIÓN 5	12.0	720	3030	
ACELERACIÓN 6	49.5	720	4220	
ACELERACIÓN 7	1.6	720	3430	
ACELERACIÓN 8	1.5	720	3470	82
ACELERACIÓN 9	4.4	720	3410	

Diferencia de opacidad: 48

Valor promedio de opacidad: 13.8

En la prueba realizada se pudo obtener ciertos datos de opacidad, es decir, muy por encima del límite establecido ya que como se muestra en la tabla anterior el programa hace una recolección de datos en general, es decir, realiza una diferencia de opacidad entre los límites en ralentí y aceleración.

En la realización de este trabajo de grado como se ha mencionado anteriormente se utilizará un determinado equipo para el análisis de gases, en motores a gasolina y el opacímetro para motores diesel. En caso de motores diesel el equipo medirá la opacidad de los gases emitidos, es decir, el opacímetro se basa en el nivel de visibilidad que tiene el humo emitido por el motor producto de la combustión.

Entonces de ser el humo más oscuro el factor de opacidad será mayor y por tanto el motor no podría pasar la prueba, pero si el humo es más claro cumplirá con la norma y pasará la prueba de acuerdo con los límites establecidos. En este caso con el uso de diesel fósil común el motor analizado no cumplió con la norma, ya que la cantidad de hollín concentrada en el humo era demasiado elevada.

4.10.3 Análisis de datos obtenidos utilizando biodiesel

Tabla 51. Valores obtenidos utilizando combustible fósil y biodiesel de fritura (B10) en el motor Mazda.

N° ACELERACIONES	PICO OPACIDAD (%)	RPM RALENTÍ 1/MIN	RPM MÁX. 1/MIN	TEMPERATURA ° C
ACELERACIÓN 1	17.0	720	3300	82
ACELERACIÓN 2	1.2	720	2740	
ACELERACIÓN 3	1.8	720	2890	
ACELERACIÓN 4	35.4	720	2640	
ACELERACIÓN 5	2.1	720	1870	
ACELERACIÓN 6	2.5	720	3150	
ACELERACIÓN 7	2.0	720	3060	

ACELERACIÓN 8	1.5	720	2450	
ACELERACIÓN 9	1.8	720	3500	

Diferencia de opacidad: 1

Valor promedio de opacidad: 2.0

Con el uso de biodiesel, más la calibración y mantenimiento del motor el humo del motor se tornó más claro, se pudo lograr que el motor pase la prueba.

Para lograr que el motor pase la prueba se realiza ciertas calibraciones la cuales consistieron en la limpieza de inyectores y ajuste de los mismos ya que se descubrió que existía fugas de combustible en las tuercas racor, para contribuir a una menor contaminación ambiental.

A continuación se utilizó el biocombustible de fritura mezclado con el combustible fósil en una mezcla de B15, es decir, el 85% de diesel común y 15% de biodiesel de fritura. Rectificando problemas y fallas de este motor se procedió a la prueba esperando excelentes resultados.

Realizando la medición de opacidad en el motor Mazda se obtuvo resultados satisfactorios reduciendo considerablemente el hollín en la combustión y permitiendo que el motor pasara la prueba. Técnicamente la reducción en la diferencia de opacidad fue del 97.92%. Además se obtuvo un valor promedio de opacidad de 2.0%; concluyendo que el motor se encuentra en perfectas condiciones y listo para someterse a la revisión vehicular.

Por qué la opacidad es diferente según la aceleración.

Según el análisis de los datos expuestos en las tablas se puede afirmar que al sobre revolucionar el motor se tiene producto de mezclas ricas en la combustión obteniendo así mayor porcentaje de opacidad en el humo emitido ya que en el proceso de combustión a altas revoluciones el diesel

no se quema fácilmente en su totalidad por tal razón no se debe sobrepasar los rangos establecidos en el software del opacímetro.

Tabla 52. Comparación de valores obtenidos utilizando combustible fósil y biodiesel de fritura (AV) (B10) en el motor Mazda.

N° ACELERACIONES	PICO OPACIDAD (%) B10	PICO DE OPACIDAD (%) DIESEL FÓSIL	DE TEMPERATURA ° C
ACELERACIÓN 1	17.0	55.2	
ACELERACIÓN 2	1.2	2.6	
ACELERACIÓN 3	1.8	2.8	
ACELERACIÓN 4	35.4	1.7	
ACELERACIÓN 5	2.1	12.0	82
ACELERACIÓN 6	2.5	49.5	
ACELERACIÓN 7	2.0	1.6	
ACELERACIÓN 8	1.5	1.5	
ACELERACIÓN 9	1.8	4.4	

Diesel

Diferencia de opacidad: 48

Valor promedio de opacidad: 13.8

Biodiesel B10

Diferencia de opacidad: 1

Valor promedio de opacidad: 1.98

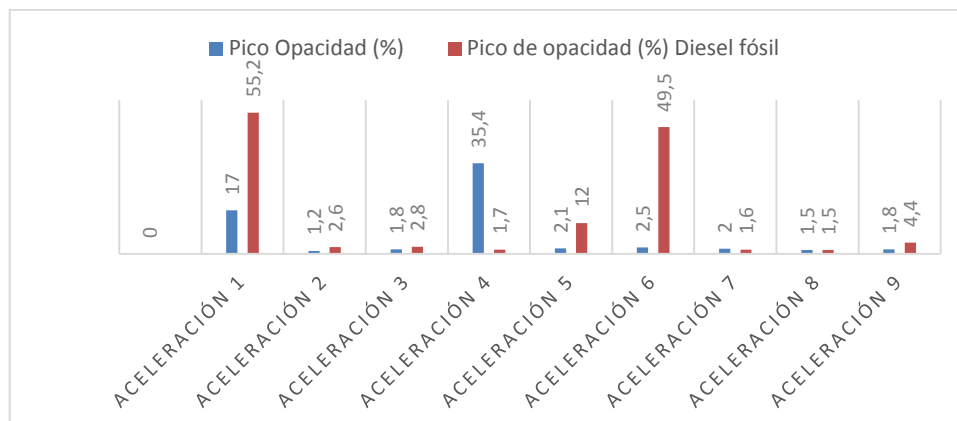


Figura 18. Comparación emisiones de gases de escape

Según investigaciones realizadas la concentración de oxígeno en un biocombustible es del 10% más que del gasoil común, por tanto en la resultante de la reacción química producida en la cámara de combustión,

se obtendrá menor cantidad de gases contaminantes. Además la concentración de azufre contenida en el biodiesel es mínima por lo que contribuye aún más la reducción de gases contaminantes. El aumento de oxígeno también depende de la concentración del biodiesel en la mezcla con el diesel fósil, es decir, entre más biodiesel presente en la mezcla hay más cantidad de moléculas oxígeno y viceversa.

En lo que al material particulado se refiere (hollín), la reducción de este se da por producto de mezcla pobre, es decir, que hay demasiado oxígeno en la mezcla por lo que no se genera el material sólido. El biodiesel contiene mayor cantidad de oxígeno en su estructura molecular, y por ende el aire aspirado más el oxígeno presente en la mezcla aire-combustible (Bx) da como resultado mezclas pobres, lo cual contribuye así a la reducción de opacidad, dependiendo de la variable (x).

La expresión Bx explica que:

B: Nomenclatura de la mezcla de combustible fósil- biocombustible

X: Porcentaje de biodiesel presente en la mezcla (5%, 10%,..... 100%)

Potencia según estudios ya realizados

En base a estudios realizados y comprobados experimentalmente se puede constatar que la potencia entregada por el motor utilizando diesel fósil y mezclas de este con biodiesel es casi la misma. La potencia no se ve afectada, no varía lo que si ocurre es que el motor entrega mayor eficiencia en su funcionamiento. Esto quiere decir que al sobre revolucionar el motor el consumo de diesel es más notorio produciéndose así mezclas ricas.

4.11 Motor Isuzu

Tabla 53. Ficha técnica Isuzu NHR

CILINDRAJE:	2.6
MODELO:	1987
BOMBA DE INYECCIÓN	Rotativa
NÚMERO DE VÁLVULAS	8
OBSERVACIÓN	Turbo adaptado

4.11.1 Obtención de resultados de los gases contaminantes Isuzu.

Tabla 54. Límites prescritos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización

LÍMITES PRESCRITOS	RÉGIMEN MOTOR MÍNIMO (RPM)	DEL AL	RÉGIMEN MOTOR ACELERACIÓN (RPM)	DEL EN	TEMPERATURA DEL MOTOR (° C)
	710		3500		
DIFERENCIA	10				
OPACIDAD (%)					75
OPACIDAD (%)	60				

4.11.2 Resultados obtenidos prueba inicial Isuzu.

Tabla 55. Valores obtenidos utilizando diesel común en el motor Isuzu.

N° ACELERACIONES	PICO OPACIDAD (%)	RPM RALENTÍ 1/MIN	RPM MÁX. 1/MIN	TEMPERATURA ° C
ACELERACIÓN 1	99.8	880	2300	
ACELERACIÓN 2	99.9	930	2750	80
ACELERACIÓN 3	99.9	950	2910	
ACELERACIÓN 4	99.9	930	2780	
ACELERACIÓN 5	99.9	930	2730	

Diferencia de opacidad: 0.1

Valor promedio de opacidad: 99.88

En la prueba realizada se pudo obtener datos exorbitantes de opacidad, es decir, muy por encima del límite establecido.

En la realización de este trabajo de grado como se ha mencionado anteriormente se utilizará un determinado equipo para el análisis de gases, el analizador de gases tanto para motores a gasolina y el opacímetro para motores diesel. En caso de motores diesel el equipo

medirá la opacidad de los gases emitidos, es decir, se basa en el nivel de visibilidad que tiene el humo emitido por el motor producto de la combustión.

Al momento de encender el motor se notó a simple vista demasiado humo color negro que al principio se dedujo que podría ser por el encendido en frío y otro factor el año del mismo, el primer factor normal en todo motor hasta que este eleve su temperatura y trabaje normalmente, pero en este caso el exceso de humo en especial de color negro se visualizó durante toda la práctica lo cual se demuestra en la tabla 55 siendo rechazado por el opacímetro.

Al ser el humo más oscuro el factor de opacidad será mayor y por tanto el motor no podría pasar la prueba, pero si el humo es más claro cumplirá con la norma y pasará la prueba.

Con el uso de diesel fósil común el motor analizado no cumplió con la norma, ya que la cantidad de hollín concentrada en el humo era demasiado elevada.

4.11.3 Análisis de datos obtenidos utilizando biodiesel

Tabla 56. Valores obtenidos utilizando combustible fósil y biodiesel de fritura (B20) en el motor Isuzu.

N° ACELERACIONES	PICO OPACIDAD (%)	RPM RALENTÍ 1/MIN	RPM MÁX. 1/MIN	TEMPERATURA ° C
Aceleración 1	35.4	720	3300	82
Aceleración 2	23.1	720	2740	
Aceleración 3	22.3	720	2890	
Aceleración 4	19.0	720	2640	
Aceleración 5	20.2	720	1870	
Aceleración 6	25.4	720	3150	

Diferencia de opacidad: 6.4

Valor promedio de opacidad: 18.34

Con el uso de biodiesel, más la calibración y mantenimiento del motor el humo del motor se tornó más claro, se pudo lograr que el motor pase la prueba.

Para lograr que el motor pase la prueba se realiza ciertas calibraciones en el motor para contribuir a una menor contaminación ambiental.

La calibración del avance de la inyección ayudó mucho en la disminución de cantidad de humo; el avance de inyección de este motor se encontraba muy por debajo de la calibración para el régimen costero, razón por la cual el motor emitía exuberantes cantidades de humo grisáceo. Para rectificar esta falla se procedió a regular el avance dejándolo en condiciones de régimen sierra a 20°C exactamente.

A continuación se utilizó el biocombustible de fritura mezclado con el combustible fósil en una mezcla de B50, es decir, el 50% de diesel común y 50% de biodiesel de fritura, en este caso se utilizó mucho más biodiesel debido a la antigüedad, rectificando así problemas y fallas de este motor se procedió a la prueba esperando mejores resultados.

Realizando la medición de opacidad en el motor Isuzu se obtuvo resultados satisfactorios reduciendo considerablemente el hollín en la combustión y permitiendo que el motor pasara la prueba. Técnicamente la reducción en la diferencia de opacidad fue del 97.92%. Además se obtuvo un valor promedio de opacidad de 2.0%; concluyendo que el motor se encuentra en perfectas condiciones y listo para someterse a la revisión vehicular.

Por qué la opacidad es diferente según la aceleración

Según el análisis de los datos expuestos en las tablas se puede afirmar que al sobre revolucionar el motor se tiene productos de mezclas ricas en la combustión obteniendo así mayor porcentaje de opacidad en el humo

emitido ya que en el proceso de combustión a altas revoluciones el diesel no se quema fácilmente en su totalidad por tal razón no se debe sobrepasar los rangos establecidos en el software del opacímetro.

Tabla 57. Comparación de valores obtenidos utilizando combustible fósil y biodiesel de fritura (AV) (B10) en el motor Isuzu.

N° ACELERACIONES	PICO DE OPACIDAD (%) DIESEL FÓSIL	PICO DE OPACIDAD (%) B20	TEMPERATURA ° C
Aceleración 1	99.8	35.4	82
Aceleración 2	99.9	17.0	
Aceleración 3	99.9	22.3	
Aceleración 4	99.9	15.0	
Aceleración 5	99.9	12.0	
Aceleración 6		25.4	

Diesel

Diferencia de opacidad: 0.1

Valor promedio de opacidad: 99.88

Biodiesel B20

Diferencia de opacidad: 6.4

Valor promedio de opacidad: 18.34

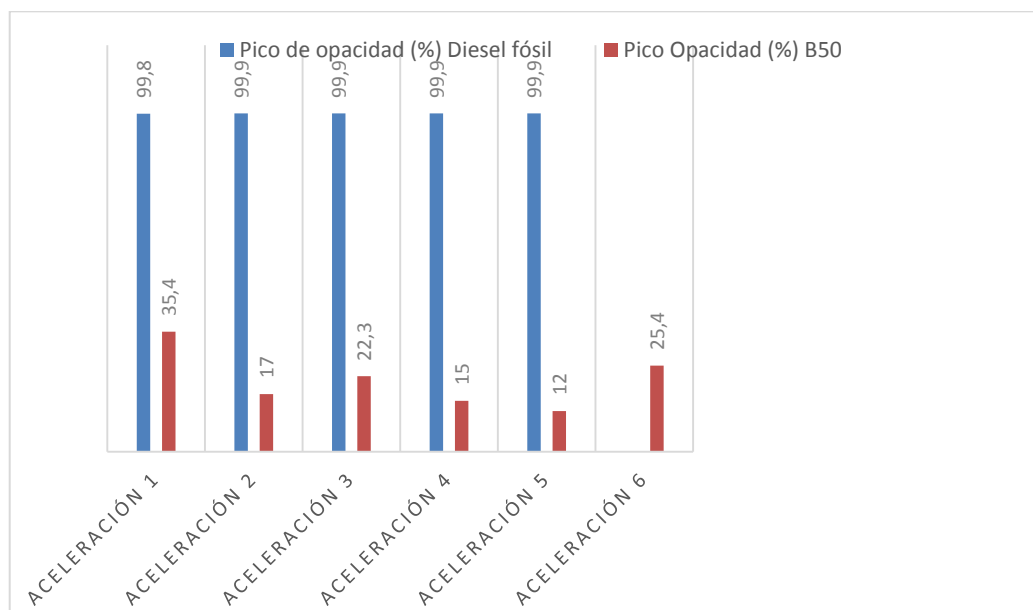


Figura 19. Comparación de emisiones de gases de escape

Según investigaciones realizadas la concentración de oxígeno en un biocombustible es del 10% más que del gasoil común, por tanto en el resultante de la reacción química producida en la cámara de combustión, se obtendrá menor cantidad de gases contaminantes. Además la concentración de azufre contenida en el biodiesel es mínima por lo que contribuye aún más la reducción de gases contaminantes. El aumento de oxígeno también depende de la concentración del biodiesel en la mezcla con el diesel fósil, es decir, entre más biodiesel presente en la mezcla hay más cantidad de moléculas oxígeno y viceversa.

En lo que al material particulado (hollín) se refiere, la reducción de este se da por producto de mezcla pobre, es decir, que hay demasiado oxígeno en la mezcla por lo que no se genera el material sólido. El biodiesel contiene mayor cantidad de oxígeno en su estructura molecular, y por ende el aire aspirado más el oxígeno presente en la mezcla aire-combustible (Bx) da como resultado mezclas pobres, lo cual contribuye así a la reducción de opacidad, dependiendo de la variable (x).

La expresión Bx explica que:

B: Nomenclatura de la mezcla de combustible fósil- biocombustible

X: Porcentaje de biodiesel presente en la mezcla (5%, 10%,..... 100%)

Potencia según estudios ya realizados

En base a estudios realizados y comprobados experimentalmente se puede constatar que la potencia entregada por el motor utilizando diesel fósil y mezclas de éste con biodiesel es casi la misma. La potencia no se ve afectada, no varía lo que si ocurre es que el motor entrega mayor eficiencia en su funcionamiento. Esto quiere decir que al sobre revolucionar el motor el consumo de diesel es más notorio produciéndose así mezclas ricas.

4.12 Motor Isuzu NHR

Tabla 58. Ficha técnica Isuzu NHR

CILINDRAJE:	2.6
MODELO:	2007
BOMBA DE INYECCIÓN	Rotativa
NÚMERO DE VÁLVULAS	8
OBSERVACIÓN	Ninguna

4.12.1 Obtención de resultados de los gases contaminantes Isuzu NHR.

Tabla 59. Límites prescritos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización

LÍMITES PRESCRITOS	RÉGIMEN DEL MOTOR AL MÍNIMO (RPM)	RÉGIMEN DEL MOTOR EN ACELERACIÓN (RPM)	TEMPERATURA DEL MOTOR (° C)
	710	3500	
DIFERENCIA	10		
OPACIDAD (%)			75
OPACIDAD (%)	50		

4.12.2 Resultados obtenidos prueba inicial Isuzu NHR.

Tabla 60. Valores obtenidos utilizando diesel común en el motor Isuzu NHR.

N° ACELERACIONES	PICO OPACIDAD (%)	RPM RALENTÍ 1/MIN	RPM MÁX. 1/MIN	TEMPERATURA ° C
Aceleración 1	0.0	760	2640	81
Aceleración 2	18.8	870	2140	
Aceleración 3	23.9	770	2910	
Aceleración 4	13.6	750	2300	
Aceleración 5	21.3	750	2510	
Aceleración 6	23.2	750	2820	
Aceleración 7	22.3	760	2770	
Aceleración 8	16.5	750	2510	

Diferencia de opacidad: 9.6

Valor promedio de opacidad 19.38

En la prueba realizada se pudo obtener datos normales, es decir, están dentro de los parámetros registrados o indicados en los límites del opacímetro.

En la realización de este tipo de pruebas o experimentación como se ha mencionado anteriormente se utilizará un determinado equipo para el análisis de gases, el analizador de gases tanto para motores a gasolina y el opacímetro para motores diesel. En caso de motores diesel el equipo medirá la opacidad de los gases emitidos, es decir, se basa en el nivel de visibilidad que tiene el humo emitido por el motor producto de la combustión.

Entonces al ser el humo más oscuro el factor de opacidad será mayor y por tanto el motor no podría pasar la prueba, pero si el humo es más claro cumplirá con la norma y pasará la prueba. En este caso no se apreció ningún color de humo a la salida del motor lo que dio una señal positiva reflejada en la tabla anterior.

Con el uso de diesel fósil común el motor analizado cumplió con la norma, ya que no hubo concentraciones altas de hollín y por tanto la opacidad no se registró fuera de los límites.

4.12.3 Análisis de datos obtenidos utilizando biodiesel

Tabla 61. Valores obtenidos utilizando combustible fósil y biodiesel de fritura (B10) en el motor Isuzu NHR.

N° ACELERACIONES	PICO	RPM	RPM	TEMPERATURA ° C
	OPACIDAD (%)	RALENTÍ 1/MIN	MÁX. 1/MIN	
Aceleración 1	14.9	730	2160	95
Aceleración 2	6.5	700	2680	
Aceleración 3	7.2	740	2470	
Aceleración 4	6.1	730	2590	
Aceleración 5	6.6	730	2750	

Diferencia de opacidad: 8.8

Valor promedio de opacidad: 8.3

En este caso debido a las perfectas condiciones de motor solo se utilizó biodiesel con el fin de observar cuanto más podía disminuir la opacidad lo cual se demostró en los datos obtenidos además se registró menos aceleraciones que con el diesel común.

A continuación se utilizó el biocombustible de fritura mezclado con el combustible fósil en una mezcla B10, es decir, el 90% de diesel común y 10% de biodiesel de fritura, en este caso se utilizó menos biodiesel debido al buen estado del motor ya que en la primer prueba se vio la aprobación del mismo. Lo que se esperó en este análisis es ver mejores resultados como se verifica en la tabla anterior.

Realizando la medición de opacidad en el motor Isuzu NHR se obtuvo resultados satisfactorios reduciendo considerablemente aún más el hollín en la combustión y permitiendo que el motor pasara la prueba. Técnicamente la reducción en la diferencia de opacidad fue del 8.8%. Además se obtuvo un valor promedio de opacidad de 8.3%; concluyendo que el motor se encuentra en perfectas condiciones y listo para someterse a la revisión vehicular.

Por qué la opacidad es diferente según la aceleración

Según el análisis de los datos expuestos en las tablas se puede afirmar que al sobre revolucionar el motor se tiene productos de mezclas ricas en la combustión obteniendo así mayor porcentaje de opacidad en el humo emitido ya que en el proceso de combustión a altas revoluciones el diesel no se quema fácilmente en su totalidad además este tipo de motores trabaja mejor a menor carga por tal razón no se debe sobrepasar los rangos establecidos en el software del opacímetro.

Tabla 62. Comparación de valores obtenidos utilizando combustible fósil y biodiesel de fritura (AV) (B10) en el motor Isuzu.

N° ACELERACIONES	PICO DE OPACIDAD (%) DIESEL FÓSIL	PICO DE OPACIDAD (%) B10	TEMPERATURA ° C
Aceleración 1	0.0	14.9	82
Aceleración 2	18.8	6.5	
Aceleración 3	23.9	7.2	
Aceleración 4	13.6	6.1	
Aceleración 5	21.3	6.6	
Aceleración 6	23.2		
Aceleración 7	22.3		
Aceleración 8	16.5		

Diesel

Diferencia de opacidad: 9.6

Valor promedio de opacidad: 19.38

Biodiesel B10

Diferencia de opacidad: 8.8

Valor promedio de opacidad: 8.3

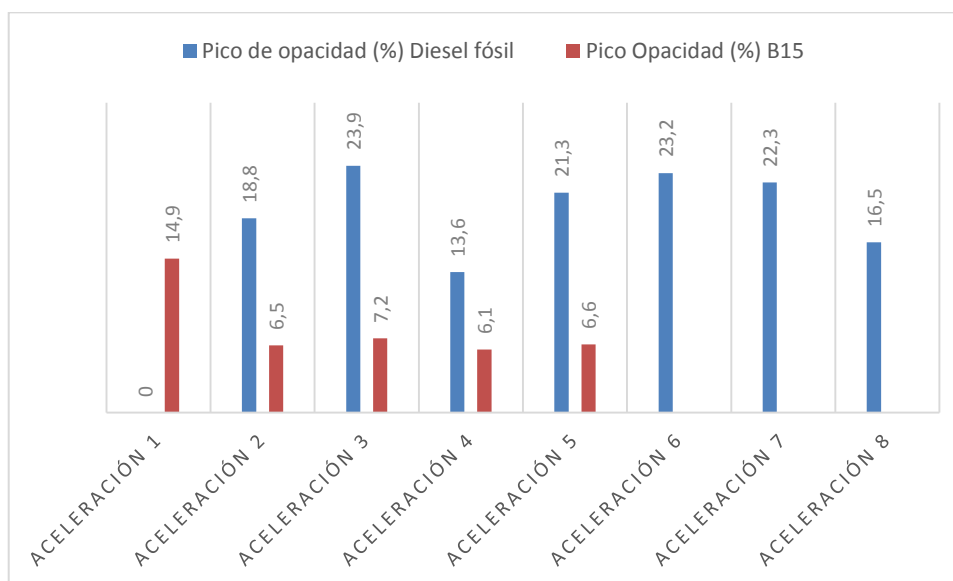


Figura 20. Comparación de emisiones de gases de escape

Según investigaciones realizadas la concentración de oxígeno en un biocombustible es del 10% más que del gasoil común, por tanto en la resultante de la reacción química producida en la cámara de combustión, se obtendrá menor cantidad de gases contaminantes. Además la concentración de azufre contenida en el biodiesel es mínima por lo que contribuye aún más la reducción de gases contaminantes. El aumento de oxígeno también depende de la concentración del biodiesel en la mezcla con el diesel fósil, es decir, entre más biodiesel presente en la mezcla hay más cantidad de moléculas oxígeno y viceversa.

En lo que al material particulado (hollín) se refiere, la reducción de este se da por productos de mezcla pobre, es decir, que hay demasiado oxígeno en la mezcla por lo que no se genera el material sólido. El biodiesel contiene mayor cantidad de oxígeno en su estructura molecular, y por ende el aire aspirado más el oxígeno presente en la mezcla aire-combustible (Bx) da como resultado mezclas pobres, lo cual contribuye así a la reducción de opacidad, dependiendo de la variable (x).

La expresión Bx explica que:

B: Nomenclatura de la mezcla de combustible fósil- biocombustible

X: Porcentaje de biodiesel presente en la mezcla (5%, 10%, 100%)

Potencia según estudios ya realizados

En base a estudios realizados y comprobados experimentalmente se puede constatar que la potencia entregada por el motor utilizando diesel fósil y mezclas con biodiesel es casi la misma. La potencia no se ve afectada, no varía lo que si ocurre es que el motor entrega mayor eficiencia en su funcionamiento. Esto quiere decir que al sobre revolucionar el motor el consumo de diesel es más notorio produciéndose así mezclas ricas.

4.13 Motor Nissan Diesel

Tabla 63. Ficha técnica Nissan

CILINDRAJE:	2.0
MODELO:	1991
BOMBA DE INYECCIÓN	En Línea
NÚMERO DE VÁLVULAS	8
OBSERVACIÓN	Ninguna

4.13.1 Obtención de resultados de los gases contaminantes. Nissan

Tabla 64. Límites prescritos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización

LÍMITES PRESCRITOS	RÉGIMEN DEL MOTOR AL MÍNIMO (RPM)	RÉGIMEN DEL MOTOR EN ACELERACIÓN (RPM)	TEMPERATURA DEL MOTOR (° C)
	710	3500	
DIFERENCIA	10		
OPACIDAD (%)			75
OPACIDAD (%)	60		

4.13.2 Resultados obtenidos prueba inicial. Nissan

Tabla 65. Valores obtenidos utilizando diesel común en el motor Nissan

N° ACELERACIONES	PICO OPACIDAD (%)	RPM RALENTÍ 1/MIN	RPM MÁX. 1/MIN	TEMPERATURA ° C
Aceleración 1	55.2	720	3450	82
Aceleración 2	72.3	720	3380	
Aceleración 3	68.8	720	3420	
Aceleración 4	87.6	720	3510	
Aceleración 5	65,4	720	3030	
Aceleración 6	66.2	720	4220	

Valor diferencia de opacidad: 22.2

Valor promedio de opacidad: 69.3

En la prueba realizada al igual que en los demás motores se pudo obtener datos exorbitantes de opacidad, es decir, muy por encima del límite establecido.

En la realización de este trabajo de grado como se ha mencionado anteriormente se utilizará un determinado equipo para el análisis de gases, el analizador de gases tanto para motores a gasolina y el opacímetro para motores diesel. En el caso de motores diesel el equipo medirá la opacidad de los gases emitidos, es decir, este se basa en el nivel de visibilidad que tiene el humo emitido por el motor producto de la combustión.

Entonces al ser el humo más oscuro el factor de opacidad será mayor y por tanto el motor no podría pasar la prueba, pero si el humo es más claro cumplirá con la norma y pasará la prueba.

Con el uso de diesel fósil común el motor analizado no cumplió con la norma, ya que la cantidad de hollín concentrada en el humo era demasiado elevada.

La falla principal que el motor presentó al inicio es la emisión de humo azul por el tubo de escape por tal razón se dedujo que dentro del cilindro se estaba produciendo la combustión de aceite junto con la mezcla aire-combustible. Puesto que el exceso de opacidad en la prueba realizada era muy elevado se planteó y se estudió posibles soluciones.

4.13.3 Análisis de datos obtenidos utilizando biodiesel

Tabla 66. Valores obtenidos rectificando fallas y utilizando mezcla de combustible fósil y biodiesel de fritura (B10) en el motor Nissan.

N° ACELERACIONES	PICO OPACIDAD (%)	RPM RALENTÍ 1/MIN	RPM MÁX. 1/MIN	TEMPERATURA ° C
Aceleración 1	60.0	750	3300	
Aceleración 2	50.3	750	2740	

Aceleración 3	55.7	750	2890	
Aceleración 4	48.6	750	2640	
Aceleración 5	52.2	750	2750	82
Aceleración 6	49.7	750	3150	
Aceleración 7	53.1	750	3060	
Aceleración 8	58.9	750	2450	
Aceleración 9	55.5	750	3500	

Valor diferencia de la opacidad: 9,2

Valor promedio de opacidad: 53,9

Con el uso de biodiesel, más la calibración y mantenimiento del motor el humo del motor se tornó más claro, se pudo lograr que el motor pase la prueba.

Como se mencionó anteriormente la presencia de humo azul en los gases de escape era abundante se dedujo que se produce la combustión de aceite en la cámara. Para ello se procedió a verificar la fuente del problema y se recurrió a desmontar la culata del motor y desarmarla. Se pudo observar que en el cilindro del segundo pistón contenía exceso de carbonilla, entonces se verificó rápidamente el estado de las guías y asientos de válvulas del determinado cilindro y estos estaban averiados o desgastados.

Se procedió a armar y al montaje de la culata. Con todo listo para la prueba se procedió a mezclar el diesel común en un 90% con el biodiesel de fritura en un 10% obteniendo una solución o mezcla de B10. El resultado del análisis de la opacidad resultó ser satisfactorio ya se obtuvo el resultado deseado que el motor cumpla con la norma establecida por Corpaire.

Por qué la opacidad es diferente según la aceleración

Según el análisis de los datos expuestos en las tablas se puede afirmar que al sobre revolucionar el motor se tiene productos de mezclas ricas en

la combustión obteniendo así mayor porcentaje de opacidad en el humo emitido ya que en el proceso de combustión a altas revoluciones el diesel no se quema fácilmente en su totalidad por tal razón no se debe sobrepasar los rangos establecidos en el software del opacímetro.

Tabla 67. Comparación de valores obtenidos utilizando combustible fósil y biodiesel de fritura (AV) (B10) en el motor Nissan.

N° ACELERACIONES	PICO OPACIDAD (%) B10	PICO DE OPACIDAD (%) DIESEL FÓSIL	TEMPERATURA ° C
Aceleración 1	60.0	55.2	82
Aceleración 2	50.31	72.32	
Aceleración 3	55.71	68.82	
Aceleración 4	48.63	87.61	
Aceleración 5	52.22	65.41	
Aceleración 6	49,72	66,24	
Aceleración 7	53,12		
Aceleración 8	58,91		
Aceleración 9	55,11		

Diesel

Valor diferencia de opacidad: 22.2

Valor promedio de opacidad: 69.3

Biodiesel B10

Valor diferencia de la opacidad: 9,2

Valor promedio de opacidad: 53,9

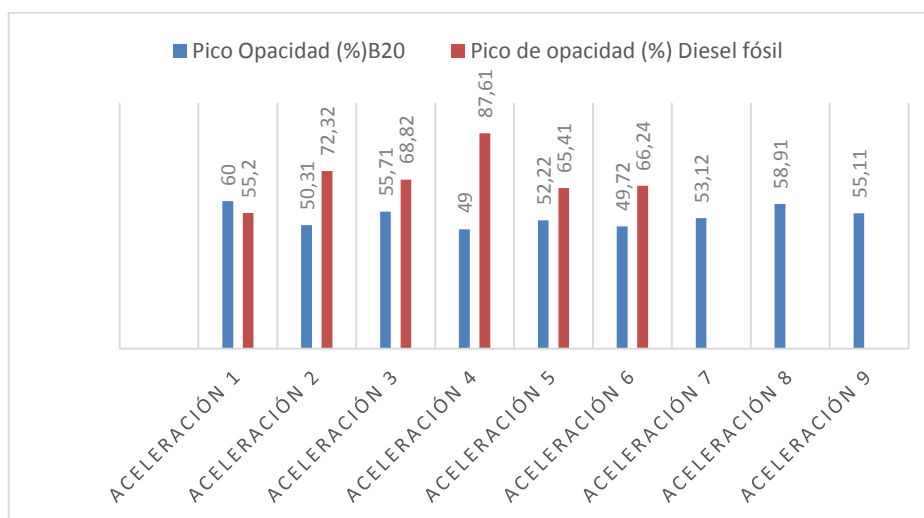


Figura 21. Comparación de emisiones de gases de escape

En la tabla 67 se puede ver que realizando un promedio de las pruebas realizadas con biodiesel y diesel fósil se obtuvo una gran diferencia logrando reducir el valor promedio de opacidad en un 22.23%. Gran ayuda se obtuvo del biodiesel ya que este por su mayor presencia de oxígeno en su composición lo hace más ecológico con respecto al diesel común contribuyendo directamente a la disminución de opacidad. Lo que logra el biodiesel es permitir una mezcla pobre en el cilindro sin alterar la eficiencia del motor ya que este contiene oxígeno en su estructura molecular.

Según investigaciones realizadas la concentración de oxígeno en un biocombustible es del 10% más que del gasoil común, por tanto en la resultante de la reacción química producida en la cámara de combustión, se obtendrá menor cantidad de gases contaminantes. Además la concentración de azufre contenida en el biodiesel es mínima por lo que contribuye aún más la reducción de gases contaminantes. El aumento de oxígeno también depende de la concentración del biodiesel en la mezcla con el diesel fósil, es decir, entre más biodiesel presente en la mezcla hay más cantidad de moléculas oxígeno y viceversa.

En lo que al material particulado se refiere (hollín), la reducción de este se da por producto de mezcla pobre, es decir, que hay demasiado oxígeno en la mezcla por lo que no se genera el material sólido. El biodiesel contiene mayor cantidad de oxígeno en su estructura molecular, y por ende el aire aspirado más el oxígeno presente en la mezcla aire-combustible

En base a estudios realizados y comprobados experimentalmente se puede constatar que la potencia entregada por el motor utilizando diesel fósil y mezclas de este con biodiesel es casi la misma. La potencia no se ve afectada, no varía lo que si ocurre es que el motor entrega mayor eficiencia en su funcionamiento. Esto quiere decir que al sobre

revolucionar el motor el consumo de diesel es más notorio produciéndose así mezclas ricas.

4.14 Motor Kia

Tabla 68. Ficha técnica Kia

CILINDRAJE:	2.6
MODELO:	1992
BOMBA DE INYECCIÓN	Rotativa
NÚMERO DE VÁLVULAS	8
OBSERVACIÓN	Ninguna

4.14.1 Obtención de resultados de los gases contaminantes. KIA

Tabla 69. Límites prescritos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización

LÍMITES PRESCRITOS	RÉGIMEN DEL MOTOR AL MÍNIMO (RPM)	RÉGIMEN DEL MOTOR EN ACELERACIÓN (RPM)	TEMPERATURA DEL MOTOR (° C)
	710	3500	
DIFERENCIA	10		
OPACIDAD (%)			75
OPACIDAD (%)	50		

4.14.2 Resultados obtenidos prueba inicial. Kia

Tabla 70. Valores obtenidos utilizando diesel común en el motor Kia.

N° ACELERACIONES	PICO OPACIDAD (%)	RPM RALENTÍ 1/MIN	RPM MÁX. 1/MIN	TEMPERATURA ° C
Aceleración 1	80.4	720	3450	82
Aceleración 2	78.6	720	3380	
Aceleración 3	76.5	720	3420	
Aceleración 4	87,4	720	3510	
Aceleración 5	84.3	720	3030	
Aceleración 6	79,8	720	4220	
Aceleración 7	1.6	720	3430	
Aceleración 8	1.5	720	3470	
Aceleración 9	4.4	720	3410	

Valor de la diferencia de opacidad: 10,9

Valor promedio de la opacidad: 81.2

En la tabla anterior se puede apreciar datos exorbitantes de opacidad, es decir, muy por encima del límite establecido. Entonces de ser el humo más oscuro el factor de opacidad será mayor y por tanto el motor no podría pasar la prueba, pero si el humo es más claro cumplirá con la norma y pasará la prueba.

Con el uso de diesel fósil común el motor analizado no cumplió con la norma, ya que la cantidad de hollín concentrada en el humo era demasiado elevada. Debido a la presencia de humo negro de la emisión de gases productos de la combustión, se concluyó que no se estaba combustionando todo el combustible; falla que podría ser por exceso de combustible inyectado o por falta de oxígeno en la mezcla.

4.14.3 Análisis de datos obtenidos utilizando biodiesel

Tabla 71. Valores obtenidos rectificando fallas y utilizando biodiesel de fritura (B10) en el motor Kia.

N° ACELERACIONES	PICO OPACIDAD (%)	RPM RALENTÍ 1/MIN	RPM MÁX. 1/MIN	TEMPERATURA ° C
Aceleración 1	58,3	720	3300	82
Aceleración 2	47.51.2	720	2740	
Aceleración 3	44.61.8	720	2890	
Aceleración 4	49.735.4	720	2640	
Aceleración 5	43.52.1	720	1870	
Aceleración 6	41.72.5	720	3150	
Aceleración 7	45.32.0	720	3060	
Aceleración 8	38.71.5	720	2450	

Valor de la diferencia de opacidad: 6.6

Valor promedio de opacidad: 42.3

Como se mencionó anteriormente este motor emitía exceso de humo negro además de emitir un olor poco agradable este humo provocaba irritación en los ojos por lo que se llegó a tomar la decisión de desmontar los inyectores y verificar su estado. Revisando la presión de los inyectores se pudo observar que en dos de ellos existían caídas de presión al momento de la inyección. La presión ejercida en este tipo de inyector oscila entre los 80 bar y 120 bar, y los inyectores que presentaban falla ofrecían una presión de combustible de 65 bar; porque en estos existía goteo de diesel. Por tanto se teorizó que las toberas se encontraban en mal estado por lo que se vio en la necesidad de sustituirlas.

Una vez cambiadas las toberas de los inyectores que presentaban falla se procedió a calibrarlos para que estos trabajen a presiones de 120bar. Además se sustituyó el filtro de combustible y limpieza de la trampa de agua. Adicionalmente se reemplazó el filtro de aire para obtener mayor eficiencia en la entrada de aire.

A continuación se utilizó el biocombustible de fritura mezclado con el combustible fósil en una mezcla de B10, es decir, el 90% de diesel común y 10% de biodiesel de fritura. Rectificando problemas y fallas de este motor se procedió a la prueba esperando buenos resultados.

Con el uso de biodiesel, más la calibración y mantenimiento del motor el humo del motor se tornó más claro, se pudo lograr que el motor pase la prueba.

Por qué la opacidad es diferente según la aceleración

Según el análisis de los datos expuestos en las tablas se puede afirmar que al sobre revolucionar el motor se tiene productos de mezclas ricas en la combustión obteniendo así mayor porcentaje de opacidad en el humo emitido ya que en el proceso de combustión a altas revoluciones el diesel

no se quema fácilmente en su totalidad por tal razón no se debe sobrepasar los rangos establecidos en el software del opacímetro.

Tabla 72. Comparación de valores obtenidos utilizando combustible fósil y biodiesel de fritura (AV) (B10) en el motor.

N° ACELERACIONES	PICO OPACIDAD (%) B10	PICO DE OPACIDAD (%) DIESEL FÓSIL	TEMPERATURA ° C
Aceleración 1	58.3	80.4	82
Aceleración 2	47.5	78.6	
Aceleración 3	44.6	76.5	
Aceleración 4	49.7	87.4	
Aceleración 5	43.5	84.3	
Aceleración 6	41.7	79.8	
Aceleración 7	45.3	1.6	
Aceleración 8	38.7	1.5	
Aceleración 9	1.8	4.4	

Diesel

Valor de la diferencia de opacidad: 10,9

Valor promedio de la opacidad: 81.2

Biodiesel B10

Valor de la diferencia de opacidad: 6.6

Valor promedio de opacidad: 42.3

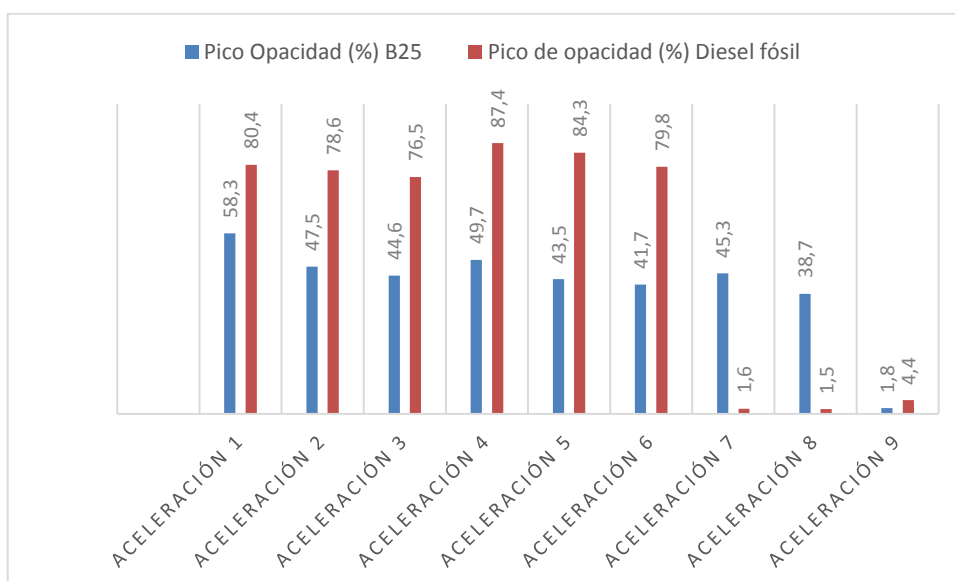


Figura 22. Comparación de emisiones de gases de escape

Con la utilización de 90% de combustible fósil y 10% de biodiesel se obtuvo buenos resultados los cuales con la medición de opacidad en el motor Kia se redujo considerablemente el hollín en la combustión y permitiendo que el motor pasara la prueba. Además se logró reducir el valor promedio de opacidad en un 47.9%; concluyendo que el motor se encuentra en perfectas condiciones y listo para someterse a la revisión vehicular.

Según investigaciones realizadas la concentración de oxígeno en un biocombustible es del 10% más que del gasoil común, por tanto en la resultante de la reacción química producida en la cámara de combustión, se obtendrá menor cantidad de gases contaminantes. Además la concentración de azufre contenida en el biodiesel es mínima por lo que contribuye aún más la reducción de gases contaminantes. El aumento de oxígeno también depende de la concentración del biodiesel en la mezcla con el diesel fósil, es decir, entre más biodiesel presente en la mezcla hay más cantidad de moléculas oxígeno y viceversa.

En lo que al material particulado se refiere (hollín), la reducción de este se da por producto de mezcla pobre, es decir, que hay demasiado oxígeno en la mezcla por lo que no se genera el material sólido. El biodiesel contiene mayor cantidad de oxígeno en su estructura molecular, y por ende el aire aspirado más el oxígeno presente en la mezcla aire-combustible (Bx) da como resultado mezclas pobres, lo cual contribuye así a la reducción de opacidad, dependiendo de la variable (x).

La expresión Bx explica que:

B: Nomenclatura de la mezcla de combustible fósil- biocombustible

X: Porcentaje de biodiesel presente en la mezcla (5%, 10%,100%)

Potencia según estudios ya realizados

En base a estudios realizados y comprobados experimentalmente se puede constatar que la potencia entregada por el motor utilizando diesel

fósil y mezclas de este con biodiesel es casi la misma. La potencia no se ve afectada, no varía lo que si ocurre es que el motor entrega mayor eficiencia en su funcionamiento. Esto quiere decir que al sobre revolucionar el motor el consumo de diesel es más notorio produciéndose así mezclas ricas.

4.15 Motor Isuzu

Tabla 73. Ficha técnica Isuzu NPR

CILINDRAJE:	2.6
MODELO:	1992
BOMBA DE INYECCIÓN	Rotativa Common Rail
NÚMERO DE VÁLVULAS	8
OBSERVACIÓN	Ninguna

4.15.1 Obtención de resultados de los gases contaminantes en el motor Isuzu.

Tabla 74. Límites prescritos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización

LÍMITES PRESCRITOS	RÉGIMEN DEL MOTOR AL MÍNIMO (RPM)	RÉGIMEN DEL MOTOR EN ACELERACIÓN (RPM)	TEMPERATURA DEL MOTOR (° C)
	710	3500	
DIFERENCIA OPACIDAD (%)	10		75
OPACIDAD (%)	50		

4.15.2 Resultados obtenidos prueba inicial Isuzu.

Tabla 75. Valores obtenidos utilizando diesel común en el motor Isuzu.

N° Aceleraciones	Pico Opacidad (%)	RPM ralentí 1/min	RPM máx. 1/min	Temperatura ° C
Aceleración 1	68.3	720	3450	
Aceleración 2	73.2	720	3380	
Aceleración 3	81.1	720	3420	
Aceleración 4	69.7	720	3510	80
Aceleración 5	75.3	720	3030	

Valor de la diferencia de opacidad: 12.8

Valor promedio de la opacidad: 73.5

Según la tabla anterior se obtuvo datos exorbitantes de opacidad, es decir, muy por encima del límite establecido.

En la realización de este trabajo de grado como se ha mencionado anteriormente se utilizará un determinado equipo para el análisis de gases, el analizador de gases tanto para motores a gasolina y el opacímetro para motores diesel. En caso de motores diesel el equipo medirá la opacidad de los gases emitidos, es decir, este se basa en el nivel de visibilidad que tiene el humo emitido por el motor producto de la combustión. Entonces de ser el humo más oscuro el factor de opacidad será mayor y por tanto el motor no podría pasar la prueba, pero si el humo es más claro cumplirá con la norma y pasará la prueba.

4.15.3 Análisis de datos obtenidos utilizando biodiesel

Tabla 76. Valores obtenidos solucionando fallas y utilizando mezcla de combustible fósil y biodiesel de fritura (B10) en el motor Isuzu.

N° ACELERACIONES	PICO OPACIDAD (%)	RPM RALENTÍ 1/MIN	RPM MÁX. 1/MIN	TEMPERATURA ° C
Aceleración 1	35.6	720	3300	82
Aceleración 2	41.4	720	2740	
Aceleración 3	39.8	720	2890	
Aceleración 4	30.3	720	2640	
Aceleración 5	29.8	720	2550	
Aceleración 6	31.2	720	3150	
Aceleración 7	26.9	720	3060	
Aceleración 8	29.1	720	2450	

Valor de la diferencia de opacidad: 4.3

Valor promedio de la opacidad: 29.4

Con el uso de biodiesel, más la calibración y mantenimiento del motor el humo del motor se tornó más claro, se pudo lograr que el motor pase la prueba.

Para lograr que el motor pase la prueba se realiza ciertas calibraciones en el motor para contribuir a una menor contaminación ambiental.

La falla principal que este motor presentó fue su inestabilidad en ralentí, alterando el funcionamiento del motor y por ende al momento de realizar el análisis de opacidad el motor no cumplía con la norma. Se dedujo posibles fallas se llegó a la conclusión de que la sincronización del motor no era adecuada.

En el proceso de desmontaje de la distribución se pudo constatar que el piñón del árbol de levas estaba saltado un diente. En la solución de la falla se retiró el piñón del árbol de levas y se giró el motor hasta que pueda coincidir, una vez hecho aquel proceso se continúa a montar el piñón y a montar la tapa de distribución.

A continuación se encendió el motor para verificar que la falla haya sido corregida y se obtuvo buenos resultados ya que el motor no falló en ralentí y a plena carga.

A continuación se utilizó el biocombustible de fritura mezclado con el combustible fósil en una mezcla de B10, es decir, el 90% de diesel común y 10% de biodiesel de fritura. Rectificando problemas y fallas de este motor se procedió a la prueba esperando buenos resultados.

Por qué la opacidad es diferente según la aceleración

Según el análisis de los datos expuestos en las tablas anteriores se puede afirmar que al sobre revolucionar el motor se tiene producto de mezclas ricas en la combustión obteniendo así mayor porcentaje de opacidad en el humo emitido ya que en el proceso de combustión a altas revoluciones el diesel no se quema fácilmente en su totalidad por tal razón no se debe sobrepasar los rangos establecidos en el software del opacímetro.

Tabla 77. Comparación de valores obtenidos utilizando combustible fósil y mezcla de diesel y biodiesel de fritura (AV) (B10) en el motor Isuzu.

N° ACELERACIONES	PICO OPACIDAD (%) B10	PICO DE OPACIDAD (%) DIESEL FÓSIL	TEMPERATURA ° C
Aceleración 1	35.6	68.3	82
Aceleración 2	41.4	73.2	
Aceleración 3	39.8	81.1	
Aceleración 4	30.3	69.7	
Aceleración 5	29.8	75.3	
Aceleración 6	31.2		
Aceleración 7	26.9		
Aceleración 8	29.1		
Aceleración 9	1.8		

Diesel

Valor de la diferencia de opacidad: 12.8

Valor promedio de la opacidad: 73.5

Biodiesel B10

Valor de la diferencia de opacidad: 4.3

Valor promedio de la opacidad: 29.3

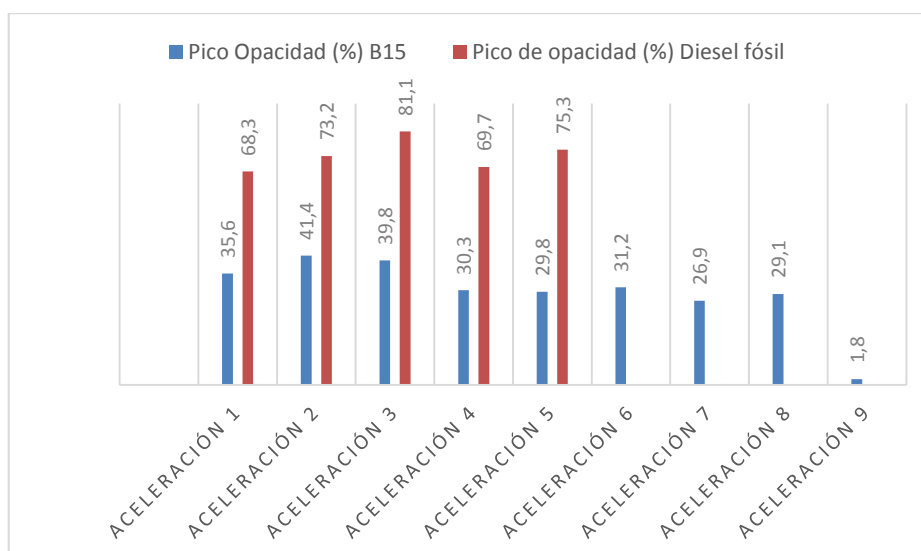


Figura 23. Comparación de emisiones de gases de escape

Realizando la medición de opacidad en el motor Isuzu se obtuvo resultados satisfactorios reduciendo considerablemente el hollín en la

combustión y permitiendo que el motor pasara la prueba. Además se obtuvo un valor promedio de opacidad de 60.13%; concluyendo que el motor se encuentra en perfectas condiciones y listo para someterse a la revisión vehicular.

Según investigaciones realizadas la concentración de oxígeno en un biocombustible es del 10% más que del gasoil común, por tanto en la resultante de la reacción química producida en la cámara de combustión, se obtendrá menor cantidad de gases contaminantes. Además la concentración de azufre contenida en el biodiesel es mínima por lo que contribuye aún más la reducción de gases contaminantes. El aumento de oxígeno también depende de la concentración del biodiesel en la mezcla con el diesel fósil, es decir, entre más biodiesel presente en la mezcla hay más cantidad de moléculas oxígeno y viceversa.

En lo que al material particulado se refiere (hollín), la reducción de este se da por producto de mezcla pobre, es decir, que hay demasiado oxígeno en la mezcla por lo que no se genera el material sólido. El biodiesel contiene mayor cantidad de oxígeno en su estructura molecular, y por ende el aire aspirado más el oxígeno presente en la mezcla aire-combustible (Bx) da como resultado mezclas pobres, lo cual contribuye así a la reducción de opacidad, dependiendo de la variable (x).

La expresión Bx explica que:

B: Nomenclatura de la mezcla de combustible fósil- biocombustible

X: Porcentaje de biodiesel presente en la mezcla (5%, 10%,..... 100%)

Potencia según estudios ya realizados

En base a estudios realizados y comprobados experimentalmente se puede constatar que la potencia entregada por el motor utilizando diesel fósil y mezclas de este con biodiesel es casi la misma. La potencia no se ve afectada, no varía lo que si ocurre es que el motor entrega mayor eficiencia en su funcionamiento. Esto quiere decir que al sobre revolucionar el motor el consumo de diesel es más notorio produciéndose así mezclas ricas.

Tabla 78. Comparación de valores obtenidos en los motores a gasolina.

Motores	Gasolina Común						Alcohol nafta E10						Disminución de Gases en porcentajes %					
	CO%		O2%		HCppm%		CO%		O2%		HC ppm%		CO%		O2%		HCppm%	
	Ralentí	Acele.	Ralentí	Acele.	Ralentí	Acele.	Ralentí	Acele.	Ralentí	Acele.	Ralentí	Acele.	Ralentí	Acele.	Ralentí	Acele.	Ralentí	Acele.
Honda Civic 1999	0.55	0.88	10.7	7.80	1289	1229	0.29	0.72	4.85	4.15	315	270	47.29	18,19	54,7	46.79	75.56	78.03
Corsa Evolution 2004	0.61	0.77	4.27	1.65	78	82	0.62	0.59	4.81	3.89	62	52	0.01	23.37	11.22	57.58	20.51	36.58
Corsa Wind 1998	3.95	6.76	5.18	8.05	1639	1119	2.8	3.73	3.41	2.96	584	421	29.11	44.82	34.16	63.22	64.36	62.37
Corsa Wind 1997 Catalizado	4.53	9.39	8.66	5.06	2350	4690	1.25	3.73	2.81	1.96	512	640	62.12	60.28	67.55	61.26	78.21	86.02
Chevrolet Spark 2005	0.04	0.00	3.89	1.70	70	21	0.03	0.00	3.90	2.08	32	17	25	0.00	0.25	39.28	54.28	19.04

Tabla 79. Comparación de valores obtenidos en los motores diesel

Motores	Diesel Común		Biodiesel B10		Disminución de opacidad en porcentajes%	
	Diferencia de Opacidad%	Promedio de opacidad%	Diferencia de Opacidad%	Promedio de opacidad%	Diferencia de Opacidad% entre diesel y biodiesel	Promedio de opacidad% entre diesel y biodiesel
Mazda BT50	48	13.8	1	1.98	97.91	85.5
Isuzu 1987	0.1	99.88	6.4	18.34	98.4	81.63
Isuzu NHR 2007	9.6	19.38	8.8	8.3	8.3	57.17
Nissan 1991	22.2	69.3	9.2	53.9	58.55	27.84
Kía 1992	10.9	81.2	6.6	42.3	39.44	47.9
Isuzu 1992	12.8	73.5	4.3	29.3	66.40	60.13

CAPÍTULO VI

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

Se consigue reducir la emisión de gases contaminantes mediante la utilización de energías limpias como son los biocombustibles, en este caso alcohol nafta E10; consiguiendo un valor promedio del 37.26% de disminución de monóxido de carbono (CO), con el motor en ralentí, así mismo se disminuyó un dato promedio en todas las pruebas del 61.10% de Hidrocarburos (HC), resultados que fueron favorables para la aprobación de los mismos.

Se obtuvo una disminución en la diferencia de opacidad del 61.75% utilizando mezclas de biodiesel con gasoil o energías limpias B10 n todos los motores, del mismo modo un dato promedio de 59.11% en el promedio de opacidad utilizando la misma mezcla.

La adaptación de un catalizador ayudó a la reducción de las emisiones de gases, viéndose reflejada en los datos expuestos anteriormente. Además otros de los cambios más importante que se destaca es el cambio de bujías y cables en los cuales se pudo observar también la disminución en lo que hidrocarburos se refiere.

Se consiguió hacer para la contribución de la reducción en este caso de material particulado en algunos motores es el avance o retraso de la bomba de inyección así como también la calibración de los inyectores, factores muy importantes para reducir el humo excesivo.

4.16 Recomendaciones

Se aconseja a los estudiantes investigar, indagar más acerca de energías ecológicas como son los biocombustibles para así proponer ideas y soluciones que permitan contaminar menos nuestro planeta.

Se recomienda realizar un análisis minucioso de como ayudan los biocombustibles a reducir emisiones de gases contaminantes y así tomar en cuenta lo importantes que son dentro de la industria automotriz.

Se recomienda tomar conciencia acerca del catalizador ya que este reduce considerablemente emisiones tóxicas producidas por el motor. Mucha gente lo extrae y no se dan cuenta que esto es perjudicial para la salud humana y del planeta.

Realizar estudios de la disminución de carbón en motores diesel mediante biodiesel.

Tener en cuenta las medidas exactas para mezclas tanto en diesel como para gasolina con biocombustibles para futuros ensayos.

5 Bibliografía

- Ciria, J. I. (2009). *Propiedades y características de combustibles diesel*.
<http://www.wearcheckiberica.es/documentacion/doctecnica/combustibles.pdf>
- Gutiérrez". (2006). *Mecánica Automotriz*". Lima: palomino, 2006, primera edición.
- Leganés, M. d. (2009). *Emisiones de CO2 de los vehículos convencionales e híbridos*. Recuperado el 2012, de <http://www.ecologistasenaccion.org/article16233.html>
- PAZ, A. (2000). "*Manual de Automóviles*". Madrid: Dossat.
- Hermogenes Gil Martínez (2000). "*Manual práctico del automóvil*", Edición MMXI/MMXII, Editorial Cultural S.A, Madrid-España.
- Tomas Gómez Morales (2006). "*Elementos Amoviles*", Tercera Edición, Paraninfo S.A, Madrid-España.
- Babor Ibarz (1935). "*Química General Moderna*", Octava Edición, Editorial Marín S.A, Barcelona-Bogotá-Buenos Aires-México-Puerto Rico.
- Técnicas del Automóvil (2000) "*Inyección Electrónica*", Decima Edición". S.E.
- Moreno José Manuel (2007) "*Mecánica y Electricidad del Automóvil*", Ediciones Pirámide, Madrid-España.
- Pérez Alonso S.M (2001) "*Temática Automotriz*", Vol. I Segunda Edición, Editorial Paraninfo S.A, Madrid-España.
- Andrino, J. (2011)."*Mecánica y Entrenamiento Simple del Automóvil*". Madrid, España.
- Cerscheler, H. (1989). "*Tecnología del Automóvil*". Madrid, España, Edición 2000.

- Gilardi, J. (1985). "*Motores de Combustión Interna*". San José, Costa Rica, Segunda Edición.
- Palomares, J. (2007). "*Motores de Combustión Interna I*". Ediciones Lima.
- Rojas, L. (01 de Marzo de 2001). "*Mecánica Automotriz*". Inacap.
- William, C. (1993). "*Mecánica del Automóvil I*". Barcelona, España, Ediciones Boixar.
- Parera, M. (2005). "*Inyección Electrónica en Motores de Gasolina*". Ediciones, Alfa omega, España.
- Arias, M. (1990). "*Manual del Automóvil*". Editorial Dossat, Madrid – España.
- Rueda. (2005). "*Manual Técnico de fuel Inyección*". Editorial Diseli, El Salvador.
- Zelaya, A. (2006). "*Análisis General de los Vehículos Híbridos y su Funcionamiento*". Guatemala.
- R.H.Jones, M. F. (2008). "*Materiales para Ingeniería*". Editorial Reverte, S.A. Barcelona.

Anexos

Anexos I

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRÁCTICA EN MOTORES A
GASOLINA

Anexos II
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRÁCTICA EN MOTORES DIESEL

Anexos III
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS OBJETOS DE LA PRÁCTICA





Anexos IV
SOCIALIZACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100316518-8
APELLIDOS Y NOMBRES:	Ortega Guerrón Lenin Fernando
DIRECCIÓN:	Ibarra
EMAIL:	lennynortegag@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	
TELÉFONO MÓVIL:	0993669389

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"ANÁLISIS DE LOS GASES CONTAMINANTES Y PUESTA A PUNTO DE LOS MOTORES A DIESEL Y GASOLINA QUE EXISTEN EN LOS TALLERES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ 2014-2015."
AUTOR (ES):	Ortega Guerrón Lenin Fernando Puedmag Chuquín Andrés Amilcar
FECHA: AAAAMMDD	2015-04-27
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mantenimiento Automotriz
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Carlos Mafía

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Ortega Guerrón Lenin Fernando, con cédula de identidad Nro. 100316518-8, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 27 días del mes de Abril del 2015

EL AUTOR:

(Firma).....

Nombre: Ortega Guerrón Lenin Fernando

C.I.: 100316518-8

Facultado por resolución de Consejo Universitario _____



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Sembrando Digital Institucional, deseará la
 capacidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de conservar los
 Yo, Ortega Guerrón Lenin Fernando, con cédula de identidad Nro. 100316518-8, manifiesto mi
 voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la
 Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o
 trabajo de grado denominado: **"ANÁLISIS DE LOS GASES CONTAMINANTES Y PUESTA A PUNTO DE
 LOS MOTORES A DIESEL Y GASOLINA QUE EXISTEN EN LOS TALLERES DE LA CARRERA DE
 INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ 2014-2015."**, que ha sido desarrollado para optar
 por el título de: Ingeniero en Mantenimiento Automotriz, en la Universidad Técnica del
 Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos
 anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada.
 En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en
 formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

TÍTULO:	"ANÁLISIS DE LOS GASES CONTAMINANTES Y PUESTA A PUNTO DE LOS MOTORES A DIESEL Y GASOLINA QUE EXISTEN EN LOS TALLERES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ 2014-2015"
AUTOR (ES):	Ortega Guerrón Lenin Fernando Rodríguez Chacón Andrés Aníbal
(Firma).....	
Nombre: Ortega Guerrón Lenin Fernando	
C.I.: 100316518-8	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL CUAL OPTA:	Ingeniero en Mantenimiento Automotriz
ÁREA DE DIRECTOR:	ING. CARLOS MATA

Ibarra, a los 27 días del mes de Abril del 2015



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

4. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO		
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100343934-4	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Puedmag Chuquín Andrés Amílcar	
DIRECCIÓN:	Ibarra	
EMAIL:	yandmag@gmail.com	
TELÉFONO FIJO:	062615424	TELÉFONO MÓVIL: 0980711655

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“ANÁLISIS DE LOS GASES CONTAMINANTES Y PUESTA A PUNTO DE LOS MOTORES A DIESEL Y GASOLINA QUE EXISTEN EN LOS TALLERES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ 2014-2015.”
AUTOR (ES):	Ortega Guerrón Lenin Fernando Puedmag Chuquín Andrés Amílcar
FECHA: AAAAMMDD	2015-04-27
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mantenimiento Automotriz
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Carlos Mafla

5. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Puédmag Chuquín Andrés Amílcar, con cédula de identidad Nro. 100343934-4, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

6. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 27 días del mes de Abril del 2015

EL AUTOR:

ACEPTACIÓN:

(Firma).....
Nombre: Puédmag Chuquín Andrés Amílcar
C.I.: 100343934-4

Facultado por resolución de Consejo Universitario _____



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Puedmag Chuquín Andrés Amílcar, con cédula de identidad Nro. 100343934-4, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: **"ANÁLISIS DE LOS GASES CONTAMINANTES Y PUESTA A PUNTO DE LOS MOTORES A DIESEL Y GASOLINA QUE EXISTEN EN LOS TALLERES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ 2014-2015."**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mantenimiento Automotriz, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

(Firma).....
Nombre: Puedmag Chuquín Andrés Amílcar
C.I.: 100343934-4

Ibarra, a los 27 días del mes de Abril del 2015.