



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“ESTUDIO DE LA INCIDENCIA EN LAS EMISIONES
CONTAMINANTES MEDIANTE PRUEBAS ESTÁTICAS EN UN
MOTOR A GASOLINA CONSIDERANDO EL
COMPORTAMIENTO DEL TERMOSTATO EN EL SISTEMA DE
REFRIGERACIÓN BAJO LA NORMA NTE INEN 2 204:2002 EN
CONDICIONES DE RALENTÍ O MARCHA MÍNIMA”**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTOR:

STALIN RICARDO LESANO PÉREZ

Riobamba - Ecuador

2021



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**“ESTUDIO DE LA INCIDENCIA EN LAS EMISIONES
CONTAMINANTES MEDIANTE PRUEBAS ESTÁTICAS EN UN
MOTOR A GASOLINA CONSIDERANDO EL
COMPORTAMIENTO DEL TERMOSTATO EN EL SISTEMA DE
REFRIGERACIÓN BAJO LA NORMA NTE INEN 2 204:2002 EN
CONDICIONES DE RALENTÍ O MARCHA MÍNIMA”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTOR: STALIN RICARDO LESANO PÉREZ

DIRECTOR: ING. RODRIGO RIGOBERTO MORENO PALLARES

Riobamba - Ecuador

2021

©2021, Stalin Ricardo Lesano Pérez

Se permite la duplicación en fragmentos o total ya sea para fines académicos o cualquier procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Stalin Ricardo Lesano Pérez declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 8 de septiembre de 2021



Stalin Ricardo Lesano Pérez

C.I. 180464415-9

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación, tipo: **Proyecto de Investigación, ESTUDIO DE LA INCIDENCIA EN LAS EMISIONES CONTAMINANTES MEDIANTE PRUEBAS ESTÁTICAS EN UN MOTOR A GASOLINA CONSIDERANDO EL COMPORTAMIENTO DEL TERMOSTATO EN EL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN BAJO LA NORMA NTE INEN 2 204:2002 EN CONDICIONES DE RALENTÍ O MARCHA MÍNIMA**, realizado por el señor : **STALIN RICARDO LESANO PÉREZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
<p>Ing. José Francisco Pérez Fiallos PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</p>	<p>JOSE FRANCISCO PEREZ FIALLOS  Firmado digitalmente por JOSE FRANCISCO PEREZ FIALLOS</p>	<p style="text-align: center;">2021-09-8 </p>
<p>Ing. Rodrigo Rigoberto Moreno Pallares Mgs. DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN</p>	<p>RODRIGO RIGOBERTO MORENO PALLARES  Firmado digitalmente por RODRIGO RIGOBERTO MORENO PALLARES Fecha: 2021.11.25 22:22:44 -05'00'</p>	<p style="text-align: center;">2021-09-8 </p>
<p>Ing. Johnny Marcelo Pancha Ramos Mgs. MIEMBRO TRIBUNAL</p>	<p>JOHNNY MARCELO PANCHA RAMOS  Firmado digitalmente por JOHNNY MARCELO PANCHA RAMOS</p>	<p style="text-align: center;">2021-09-8 </p>

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de titulación a mi padre Rómulo Rafael que está en el cielo quien me guío forjando los cimientos por esta linda profesión, a mi madre Gloria que día a día lucho creyendo en mi hasta llegar a este punto de mi vida, y mi hermano Luis quien fomento en mi un espíritu de superación y motivación como ejemplo a seguir. Mi familia e amigos quienes desde mi formación como persona y profesional siempre han estado a mi lado brindándome su apoyo incondicional y por los cuales nunca se ha desvanecido la voluntad de superarme cada día, por ultimo mi Universidad donde se ha formado mi carácter adquiriendo una innumerable cantidad de experiencias y conocimientos.

Stalin Lesano

AGRADECIMIENTO

"Por mi parte, nunca me rendiré, y quiero decir nunca" (ELON MUSK). Expreso mis reconocidos agradecimientos a los distinguidos maestros que participaron en el presente trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Automotriz. Mi director y miembro de tesis quienes supieron orientarme con la mejor dedicación y profesionalismo quienes han forjado mentes y espíritus con un profundo conocimiento del área automotriz y una amplia sensibilidad humana por ser profesionales excelentes.

De manera particular mi especial agradecimiento a mi mentor Víctor Muquinche por su gran conocimiento y experiencia en la gestión electrónica del motor, quien fue orientador técnico y profesional e hizo posible la elaboración del presente estudio.

Stalin Lesano

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv

CAPITULO 1

1	MARCO TEÓRICO REFERENCIAS	1
1.1	Introducción	1
1.2	Justificación.....	2
1.3	Objetivos.....	4
1.3.1	<i>Objetivo general.....</i>	<i>4</i>
1.3.2	<i>Objetivos específicos</i>	<i>4</i>
1.4	Problemática	4
1.5	Hipótesis	5
1.6	Estudio del arte	5
1.6.1	<i>Lazos durante el arranque del motor</i>	<i>5</i>
1.6.1.1	<i>Operación en lazo Abierto.....</i>	<i>5</i>
1.6.1.2	<i>Operación en lazo cerrado</i>	<i>6</i>
1.6.2	<i>Termostato durante el arranque en frio.....</i>	<i>7</i>
1.6.3	<i>Necesidad de la válvula termostato</i>	<i>8</i>
1.6.4	<i>Norma NTE INEN 204:2002-2012. Gestión Ambiental. Aire. Vehículos. Lineamientos permisibles para emisiones producidas por móviles terrestres de combustión a gasolina.</i>	<i>8</i>
1.6.5	<i>Método de ensayo y fundamentos</i>	<i>8</i>
1.6.6	<i>Equipos.....</i>	<i>9</i>
1.6.7	<i>Calibración.....</i>	<i>9</i>
1.6.8	<i>Procedimiento de medición</i>	<i>9</i>
1.6.9	<i>Comprobación.....</i>	<i>10</i>
1.6.10	<i>Informe de resultados</i>	<i>10</i>
1.6.11	<i>Informe de resultados con el uso de la norma NTE INEN 203:2002</i>	<i>10</i>

1.6.12	<i>Informe de resultados mediante el uso establecido de la norma NTE INEN 204:2002</i>	10
	
1.6.12.1	<i>Potenciamiento del sistema de refrigeración para disminuir los gases contaminantes..</i>	11
	
1.6.13	<i>Análisis de Gases del Motor de un Vehículo mediante ensayo dinámico y ensayo estático</i>	13
	
1.6.14	<i>Informe de resultados mediante la norma ecuatoriana NTE INEN 2 203</i>	13
1.6.15	<i>Estándares de ámbito mundial para emisiones contaminantes de vehículos a gasolina</i>	14
	
1.6.16	<i>Norma o estándar a nivel Internacional OIML R 99.</i>	15
1.6.17	<i>Norma ISO 6145-1:86</i>	16
1.7	Marco teórico	16
1.7.1	<i>Circuito de enfriamiento o refrigeración del motor</i>	16
1.7.1.1	<i>Refrigeración por medio de aire</i>	17
1.7.1.2	<i>Refrigeración por medio de liquido</i>	18
1.7.1.3	<i>Componentes del circuito de enfriamiento por liquido</i>	18
1.7.1.4	<i>Principio de funcionamiento de termostato</i>	21
1.7.1.5	<i>Tipos de termostato:</i>	22
1.7.1.6	<i>Fallas comunes en el termostato</i>	24
1.7.2	<i>Emisiones contaminantes</i>	24
1.7.2.1	<i>Emisiones contaminantes en condiciones ideales del motor</i>	25
1.7.2.2	<i>Emisiones contaminantes en condiciones reales de funcionamiento</i>	26
1.7.2.3	<i>Gases tóxicos o gases contaminantes</i>	26
1.7.2.4	<i>Gases no contaminantes</i>	29

CAPITULO II

2	MARCO METODOLÓGICO	30
2.1	Tipo y diseño de la investigación	30
2.1.1	<i>Esquema del marco metodológico</i>	31
2.2	Operacionalización de variables	32
2.2.1	<i>Tipos de variables</i>	32
2.3	Técnicas e instrumentos para la toma de valores	32
2.3.1	<i>Selección de los vehículos</i>	32
2.3.2	<i>Elección del combustible a utilizar</i>	36
2.3.3	<i>Analizador de gases</i>	36

2.3.3.1	<i>Conjunto neumático</i>	37
2.3.3.2	<i>Campos de misión del AGS-688</i>	38
2.3.4	<i>Contador de rpm y medidor de temperatura MGT – 300</i>	38
2.3.5	<i>Ensayo para la recepción de valores referente a los gases contaminantes de acuerdo a la normas Norma NTE INEN 203:2000 y la norma NTE INEN 204:2002</i>	39
2.3.6	<i>Técnicas de análisis</i>	43

CAPITULO III

3	ANÁLISIS DE RESULTADOS	44
3.1	Emisiones de gases contaminantes	44
3.1.1	<i>Estudio individual por vehículo con termostato</i>	45
3.1.2	<i>Estudio del efecto individual por vehículo sin termostato</i>	52
3.1.3	<i>Estudio del efecto de hidrocarburos (HC)</i>	59
3.1.4	<i>Estudio del efecto del monóxido de carbono (CO)</i>	60
3.1.5	<i>Estudio del efecto del dióxido de carbono CO2</i>	61
3.1.6	<i>Estudio del efecto del Oxígeno</i>	62
3.1.7	<i>Relación de hidrocarburos entre los vehículos</i>	63
3.1.8	<i>Relación de monóxido de carbono entre los vehículos</i>	65
3.1.9	<i>Relación de dióxido de carbono entre los vehículos</i>	66
3.1.10	<i>Relación del Oxígeno entre los vehículos</i>	68
	CONCLUSIONES	71
	RECOMENDACIONES	73
	GLOSARIO	
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Ciclo de rico a pobre del sensor de O2	7
Tabla 2-1:	Caracterización de los vehículos.....	11
Tabla 3-1:	Parámetros del termostato, niveles de ingreso en el control del caudal.....	12
Tabla 4-1:	Normas relacionadas con las vigentes en ecuador	15
Tabla 5-1:	Rangos de medición e indicación mínima	15
Tabla 6-1:	Grupos de símbolos de velocidad	16
Tabla 1-2:	Especificación técnica de vehículo uno	33
Tabla 2-2:	Especificación técnica de vehículo dos.....	34
Tabla 3-2:	Especificaciones técnicas de vehículo tres.....	35
Tabla 4-2:	Especificaciones técnicas de vehículo cuatro	36
Tabla 5-2:	Campos de medición del AGS-688.....	38
Tabla 1-3:	Resultados de pruebas de emisiones contaminantes	44
Tabla 2-3:	Datos de emisiones sin termostato, vehículo uno	45
Tabla 3-3:	Datos de emisiones con termostato de vehículo dos.....	47
Tabla 4-3:	Datos de emisiones con termostato de vehículo tres.....	49
Tabla 5-3:	Datos de emisiones con termostato de vehículo cuatro.	50
Tabla 6-3:	Datos de emisiones sin termostato de vehículo uno.....	52
Tabla 7-3:	Datos emisiones sin termostato de vehículo dos.....	54
Tabla 8-3:	Datos emisiones contaminantes sin termostato de vehículo tres.....	56
Tabla 9-3:	Datos emisiones contaminantes sin termostato de vehículo cuatro	58
Tabla 10-3:	Resultados promedio de emisiones de HC.....	60
Tabla 11-3:	Resultados promedio de emisiones de CO.....	61
Tabla 12-3:	Resultados promedio de CO2	62
Tabla 13-3:	Resultados promedio de O2	63
Tabla 14-3:	Relación de HC entre vehículos.....	64
Tabla 15-3:	Relación de CO entre vehículos.....	65
Tabla 16-3:	Relación de CO2 entre vehículos.....	67
Tabla 17-3:	Relación de O2 entre vehículos	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Modo lazo abierto	6
Figura 2-1:	Modo lazo cerrado.....	6
Figura 3-1:	El Termostato del motor.....	7
Figura 4-1:	Porcentaje de emisiones de gases en el instante del arranque en frío con combustible etanol -gasolina extra.....	11
Figura 5-1:	Grafica de efectos principales para el CO2.....	12
Figura 6-1:	Resultados de los contaminantes de prueba estática Fuente: (Rocha, 2018) .	14
Figura 7-1:	Motor de una motocicleta con refrigeración directa de aire.....	17
Figura 8-1:	Motor de dos cilindros con ventilación forzada.....	18
Figura 9-1:	Circuito de refrigeración por liquido.....	18
Figura 10-1:	Radiador	19
Figura 11-1:	Bomba de agua.....	19
Figura 12-1:	Despiece del radiador con su ventilador	20
Figura 13-1:	Cámara de refrigeración.....	20
Figura 14-1:	Temperatura de trabajo del termostato.....	21
Figura 15-1:	Principio de funcionamiento del termostato.....	22
Figura 16-1:	Termostato de cera	22
Figura 17-1:	Termostatos marca Gate controlado electrónicamente	23
Figura 18-1:	Termostato con alojamiento marca Gate.....	23
Figura 19-1:	Estructura de emisiones de gases de escape de un motor otto (gasolina) catalizado	25
Figura 20-1:	Combustión ideal	25
Figura 21-1:	Combustión real	26
Figura 1-2:	Vehículos matriculados, participación según uso, clase y marca en el 2018..	32
Figura 2-2:	Vehículo uno utilizado para prueba	33
Figura 3-2:	Vehículo dos utilizado para prueba.....	34
Figura 4-2:	Vehículo tres para prueba.....	34
Figura 5-2:	Vehículo cuatro para prueba	35
Figura 6-2:	Despachos totales de derivados, periodo enero-diciembre 2019/2018	36
Figura 7-2:	Analizador de gases AGS-688	37
Figura 8-2:	Software AGS-688.....	37
Figura 9-2:	Conjunto neumático	38
Figura 10-2:	Equipo MGT - 300 EVO.....	39
Figura 11-2:	Calibración del equipo de medición.....	40

Figura 12-2:	Colocación de la sonda en el tubo de escape	41
Figura 13-2:	Conexión a batería de equipo MGT-300 EVO.....	41
Figura 14-2:	Instalación de la sonda para temperatura para el equipo MGT-300.....	41
Figura 15-2:	Instalación de la sonda de golpeo para RPM del equipo MGT-300 EVO	42
Figura 16-2:	Equipo MGT-300 EVO instalado y conectado con analizador de gases AGS-688	42
Figura 17-2:	Circuito de enfriamiento con presencia de termostato	42
Figura 18-2:	Circuito de enfriamiento sin termostato	43

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3:	HC Y CO2 a ralentí y 2500 rpm con termostato, vehículo uno	46
Gráfico 2-3:	CO, O2, lambda a ralentí y 2500 rpm con termostato, vehículo uno	46
Gráfico 3-3:	HC con termostato, vehículo dos.....	47
Gráfico 4-3:	CO2 con termostato, vehículo dos.....	48
Gráfico 5-3:	CO,O2 y lambda con termostato, vehículo dos.....	48
Gráfico 6-3:	HC, CO2 con termostato, vehículo tres.....	49
Gráfico 7-3:	CO, O2, Lambda con termostato, vehículo tres	50
Gráfico 8-3:	HC, CO2 con termostato, vehículo cuatro.....	51
Gráfico 9-3:	:CO, O2 con termostato, vehículo cuatro	51
Gráfico 10-3:	Lambda con termostato, vehículo cuatro.....	52
Gráfico 11-3:	HC, CO2 sin termostato, vehículo uno.....	53
Gráfico 12-3:	CO, O2, lambda sin termostato, vehículo uno.....	53
Gráfico 13-3:	HC sin termostato, vehículo dos.....	54
Gráfico 14-3:	CO, O2, lambda sin termostato, vehículo dos	55
Gráfico 15-3:	CO2 sin termostato, vehículo dos.....	55
Gráfico 16-3:	HC sin termostato, vehículo tres	56
Gráfico 17-3:	CO, CO2, lambda sin termostato, vehículo tres	57
Gráfico 18-3:	CO2 sin termostato, vehículo tres	57
Gráfico 19-3:	HC, CO2 sin termostato, vehículo cuatro.....	58
Gráfico 20-3:	CO, CO2 sin termostato, vehículo cuatro.....	59
Gráfico 21-3:	Gráfico 22-3: Lambda sin termostato, vehículo cuatro	59
Gráfico 23-3:	Relación Hidrocarburos (HC)	60
Gráfico 24-3:	Relación monóxido de carbono	61
Gráfico 25-3:	Relación dióxido de carbono	62
Gráfico 26-3:	Relación de oxígeno	63
Gráfico 27-3:	Relación de HC entre vehículos a ralentí	64
Gráfico 28-3:	Relación de HC entre vehículos a 2500 rev/min	65
Gráfico 29-3:	Relación de CO entre vehículos a ralentí	66
Gráfico 30-3:	Relación de CO entre vehículos a 2500 rev/min	66
Gráfico 31-3:	Relación de CO2 entre vehículos a ralentí	67
Gráfico 32-3:	Relación de CO2 entre vehículos a 2500 rev/min	68
Gráfico 33-3:	Relación de O2 entre vehículos a ralentí	69
Gráfico 34-3:	Relación de O2 entre vehículos a 2500 rev/min.....	70

RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad el estudio de la incidencia del termostato automotriz sobre las emisiones contaminantes del motor de combustión interna a gasolina para evadir problemas de exceso de temperatura. Para esta investigación se llevó a cabo dos etapas en las pruebas y recolección de datos, siendo la primera etapa con válvula termostato y la segunda sin la válvula, dichas pruebas en los vehículos se realizaron en condiciones de ralentí a 800 revoluciones por minuto (rev/min) y a un régimen de 2.500 (rev/min). Los datos fueron recolectados a 2.500 metros sobre el nivel del mar (msnm) a cuatro camionetas de uso diario en las carreteras del país. La norma que se sustentó la investigación es NTE INEN 2 204:2002 basándose en los límites máximos permitidos para emisiones de gases contaminantes en pruebas estáticas de la misma, por otro lado, el combustible empleado en los vehículos fue gasolina extra siendo la más comercializada en el Ecuador; el equipo utilizado fue AGS-688 marca *BrainBee* de origen italiano homologado usado y certificado a nivel internacional para recolección de datos acerca de los niveles de emisiones de gases contaminantes del motor. Se concluye mediante una herramienta estadística que la válvula termostato sí incide directamente en los niveles de gases contaminantes en pruebas estáticas durante el arranque en frío del motor; considerando aspectos a tomar en cuenta como son: recolección de datos, equipos y vehículos a utilizar.

Palabras clave: <EMISIONES CONTAMINANTES>, <INGENIERÍA AUTOMOTRIZ>, <MEZCLA ESTEQUIOMÉTRICA>, <GESTIÓN ELECTRÓNICA>, <COMBUSTIÓN INTERNA>, <AMBATO (CANTÓN)>.



Firmado electrónicamente por:
**HOLGER GERMAN
RAMOS UVIDIA**

2049-DBRA-UPT-2021

2021-11-08

ABSTRACT

This research aimed to study the incidence of the thermostat automotive on pollutant emissions from the gasoline internal combustion engine to avoid overheating problems. There were two stages carried out in testing and data collection. In the first stage with a thermostat valve and the second without it; these tests on the vehicles were performed at idle conditions at 800 revolutions per minute (rev/min) and speed of 2,500 (rev/min). The data was collected at 2,500 meters above sea level (masl) to four pickups for daily use on the country`s highways. The standard that supported the investigation is NTE INEN 2 204:2002 based on the maximum limits allowed for polluting gas emissions in tests static of it. On the other hand, the fuel used in the vehicles was extra gasoline being the most commercialized in Ecuador. The equipment used was BrainBee brand AGS-688 from homologated Italian origin used and certified internationally for data collection about the emission levels of pollutant gases from the engine. It is concluded by a statistical tool that the thermostat valve directly affects gas levels contaminants in static tests during cold engine start; considering aspects to bear in mind such as data collection, equipment, and vehicles to be used.

Keywords: <POLLUTANT EMISSIONS> <STOICHIOMETRIC MIXTURE> <ELECTRONIC MANAGEMENT> <INTERNAL COMBUSTION> <AMBATO (CANTON)>.



Firmado electrónicamente por:
PATRICIA PILAR
MOYOTA AMAGUAYA

CAPITULO 1

1 MARCO TEÓRICO REFERENCIAS

1.1 Introducción

En este proyecto de investigación tiene como finalidad, determinar las emisiones contaminantes que genera un motor de combustión interna a gasolina cuando presenta una falla en la válvula termostato que se encarga de alcanzar el nivel adecuado de grados Celsius en el motor de combustión interna a gasolina para que este trabaje con la eficiencia requerida por el fabricante, como norma a seguir será la NTE INEN 2 204:2002 vigente dispuesta por la agencia nacional de tránsito (ANT) del Ecuador.

Para obtener un buen desempeño del motor, y cumplir con la finalidad para la cual el sistema de inyección fue elaborado y puesto a operar en un motor de combustión provocado, la cual es reducir las emisiones contaminantes, la válvula termostato debe encontrarse en perfecto funcionamiento. En el Ecuador común mente se realizan prácticas no recomendadas para evitar que surjan problemas en el motor a combustión, entre una de estas es habitual conocer que se sustrae la válvula termostato al motor para evitar reparaciones al mismo, esta acción tiene efecto en la inyección alterando el ancho de pulso del inyector debido a que el estado de trabajo del motor al carecer del termostato hará que tarde más tiempo en llegar a su temperatura normal de funcionamiento, por ende este permanecerá en *open loop*. Todo esto desembocando en emisiones al medio ambiente, las cuales son reguladas por la agencia nacional de tránsito, esta norma es NTE INEN 2 204:2002 que se implanto el 01 de agosto del 2012, esta tiene como objetivo controlar y hacer cumplir los niveles permitidos de emisiones contaminantes que producen los vehículos con motor de combustión interna a gasolina, que mediante un analizador de gases se toma lectura de los principales contaminantes generados por la combustión entre gasolina y aire.

La investigación por realizar tiene como fin de estudio obtener un análisis que permita establecer el desempeño correcto y eficaz, y a su vez la incidencia que provoca en los gases contaminantes la mala práctica de sustraer la válvula termostato del sistema de enfriamiento del motor. De esta manera se trata de demostrar que tipo de incidencia tienen en los gases contaminantes el uso del

termostato y su carencia, y conseguir llegar a ser un proyecto que informe a los usuarios de vehículos que tipo de acción están tomando.

Según el anuario de la asociación de empresas automotrices del Ecuador (AEAE) durante el 2019 se comercializaron 54.192 automóviles a gasolina distribuidos en 30 marcas y 105 modelos de los cuales el 28,7% son de origen colombiano, donde se puede apreciar un incremento considerable de automóviles en el país lo que desemboca en una mayor contaminación ambiental.

Mediante un instrumento automotriz llamado analizador de gases se determinará, la variación cuando un vehículo presente o no la válvula termostato en su sistema de refrigeración, y cuya referencia a tomar en cuenta será la norma vigente en el país, de esta manera se pretenderá demostrar si existe una alta incidencia o no en los gases contaminantes del motor a gasolina y la mala práctica de retirar la válvula termostato.

1.2 Justificación

Hoy en día, el problema de la contaminación ambiental es preocupante, el uso inadecuado de combustibles fósiles tiene una gran influencia en el excesivo incremento de la temperatura en el planeta, provocando el efecto invernadero. Emisiones de gases contaminantes que genera el parque automotor por medio de motor de chispa provocada son causantes de problemas medioambientales y mucho más aun cuando presentan fallas en su funcionamiento.

En las zonas urbanas, los vehículos son responsables de nada menos que el 90 por ciento del monóxido de carbono del aire (Darquea, D, 2018 pág. 23), así mismo el monóxido de carbono tiende a convertirse en un factor principal al momento de hablar sobre calentamiento global, por otro lado, un análisis cuyo objeto de estudio fue en la ciudad de la Mana, el 82,65% de vehículos cumplen con el parámetro CO, y el 17,35% de Vehículos no cumplen; mientras que para el parámetro HC el 72,44% cumplen y el 27,56% no cumplen (Clavijo, M; et al., 2018 pág. 8).

Según el anuario de la asociación de empresas automotrices del Ecuador (AEAE) durante el 2019 se comercializaron 54.192 automóviles a gasolina distribuidos en 30 marcas y 105 modelos de los cuales el 28,7% son de origen colombiano, por ende, se aprecia un aumento de automóviles en el país y siendo lógico un incremento de contaminación de gases de escape.

En Ecuador, el 1 de agosto de 2012 se implementó la norma técnica ecuatoriana denominada NTE INEN 2 204: 2002. El propósito de esta norma es regular los límites de emisión para vehículos a gasolina con motor de combustión interna (NTE INEN 2204, 2012).

Dicha norma establece que las cantidades de hidrocarburos (HC), óxidos de nitrógeno (NOX), monóxidos de nitrógeno (CO), y emisiones evaporativas no pueden ser mayores a las cantidades indicadas. Las regulaciones dependerán del estado del motor, sin embargo, existen factores que condicionaran el porcentaje de gases contaminantes que emitirá el motor como el estado operativo mecánico del termostato.

Para lograr mantener el motor dentro de un rango de temperatura, es importante y fundamental el papel que cumple el termostato en el motor, el cual, ubicado en la salida del líquido caliente del radiador. Este actúa como un grifo sensible a la temperatura, es decir, bajo los 85°C se encuentra cerrado impidiendo el paso del líquido refrigerante hacia el radiador, una vez excedida esta temperatura se irá abriendo progresivamente (González, R., 2010 pág. 5). En la mayoría de los casos el termostato tiende a ser normalmente cerrado y su rango de operación mecánica es 100% abierto o 100% cerrado.

El termostato posee gran relevancia en cuanto a la inyección, eficiencia del motor y emisiones contaminantes. El termostato afecta al gasto de combustible y su eficiencia determinará si el motor funcionará a su temperatura normal de funcionamiento. El gasto en volumen de combustible está determinado por diferentes factores en los cuales se puede señalar al estado técnico del termostato y su correspondencia con el régimen de trabajo del motor y las condiciones (López, Y., 2006 pág. 5). Un termostato en mal estado provocará que el motor trabaje en frío. La temperatura ideal de funcionamiento del motor es entre 90° y 100°C además que una temperatura menor a 80°C se denomina trabajo en frío (Gálvez, A. Paucar, D., 2020 pág. 8). Lo que llevará a que el ancho de pulso de los inyectores sea mayor.

Se puede prescindir de un termostato, solo en casos de emergencia; y por un corto tiempo. Lo normal es que siempre tenga instalado, uno en buenas condiciones (Rebelo, J., 2018). En su artículo habla de prescindir del termostato es una opción viable solo en casos de emergencia, mas no por un tiempo prolongado ni mucho menos para solucionar problemas de sobrecalentamiento del motor.

El motor al no alcanzar su temperatura normal de funcionamiento provocará que la ECU aumente el ancho de pulso de los inyectores, es decir más consumo de combustible, por lo tanto, se tendrá un catalizador trabajando a mayor temperatura con más residuos de gasolina cruda en el convertidor catalítico, reduciendo su vida útil, por último, se obtendrá emisiones de gases contaminantes elevadas.

La presente investigación estará enfocada en la repercusión que representa una válvula termostato en mal funcionamiento sobre los gases contaminantes emitidos por el motor de combustión interna (M.C.I) a gasolina.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general*

Realizar un estudio sobre la incidencia de las emisiones de gases contaminantes en relación con el estado mecánico de la válvula termostato en un motor a gasolina.

1.3.2 *Objetivos específicos*

- Conocer los fundamentos teóricos de funcionamiento de la válvula termostato para identificar su incidencia en las emisiones contaminantes.
- Aplicar el método respectivo para emisiones en condiciones estáticas en un vehículo categoría M, con motor a gasolina, sistema de inyección, válvula termostato y catalizador mediante el uso de un analizador de gases homologado.
- Estudiar la incidencia de la válvula termostato en buen funcionamiento y mal funcionamiento en el motor a gasolina para determinar los resultados de emisión de gases.
- Analizar el conjunto de resultados obtenidos de emisiones contaminantes de cada prueba para determinar si estos se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la Norma INEN 2 204:2002

1.4 Problemática

Una válvula termostato en mal funcionamiento o considerando la mala práctica de extracción del mismo, provocará que el motor no alcance su temperatura ideal de funcionamiento en el tiempo requerido, por lo tanto, no se tendrá un control adecuado en la inyección de combustible, recayendo en un alto trabajo para el convertidor catalítico, finalizando en emisiones contaminantes no controladas.

La carencia del termostato durante un ciclo de conducción tiende a repercusiones a largo plazo para el motor de combustión interna, como lo es mayor desgaste de sus partes mecánicas y a su

vez un alto consumo de combustible. La falta de información e importancia de parte de los usuarios de vehículos cuyos motores a gasolina presentan problemas de recalentamiento de motor termina en una inadecuada práctica, que a su vez es mal recomendada por varias mecánicas que de igual manera no prestan atención ni interés a un causante potencial de altas emisiones contaminantes que son reguladas en Ecuador en motores a gasolina para condiciones estáticas por estándares dictados en la norma NTE INEN 2 204:200.

1.5 Hipótesis

Una válvula termostato que presente fallas mecánicas o a su vez que haya sido sustraída del sistema de refrigeración del motor tendrá efectos directos en el vehículo provocando que emita en un mayor porcentaje gases de emisión contaminante al medio ambiente incumpliendo con los parámetros y estándares dentro de la norma NTE INEN 2 204:200 utilizada para vehículos a gasolina en el Ecuador.

1.6 Estudio del arte

1.6.1 Lazos durante el arranque del motor

1.6.1.1 Operación en lazo Abierto

La combustión producto de la mezcla aire-combustible nunca es completa. El combustible que no se ha quemado es conducido durante el tiempo de expulsión al escape llevando emisiones de hidrocarburos y monóxido de carbono. Estas emisiones son elevadas especialmente con el motor frío, ya que el combustible se condensa en las paredes frías del cilindro y abandona la cámara de combustión sin haberse quemado (Villar, J, 2011 pág. 24).

Un motor en frío quiere decir que el líquido refrigerante estará a temperatura ambiente y al momento del encendido su sistema de inyección entrará en lazo abierto (*feedforward*). Durante el lazo abierto la ECU del vehículo tiene como uno de sus objetivos llevar al motor a su temperatura estable de funcionamiento que es 90°C en el menor tiempo posible, para ello el ancho de pulso de cada inyector aumenta y la señal del sensor O₂ que se utiliza para ajustar la duración de la inyección es decir para ajustar la mezcla Aire/Combustible que es 14,7:1 (14,7 partes de oxígeno y 1 parte de combustible) no es validada por la Ecu durante este lazo; durante este periodo la válvula termostato se mantendrá cerrada y el convertidor catalítico aun no estará en funcionamiento ya que necesitara de cierta temperatura para comenzar a convertir los gases contaminantes emitidos por el motor.

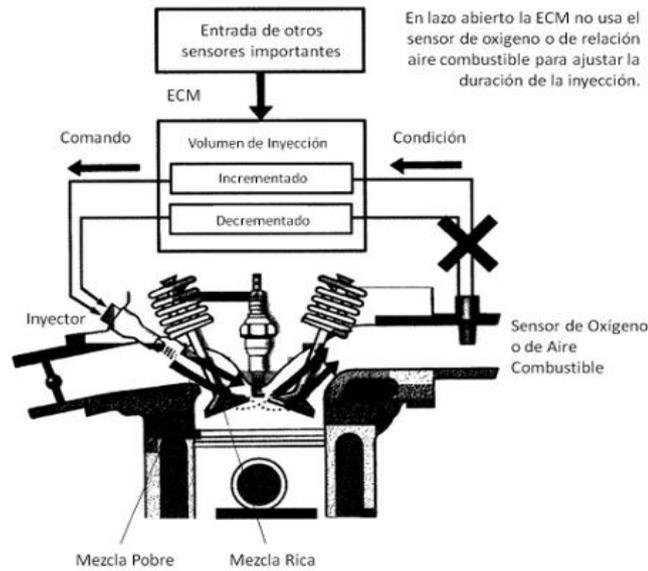


Figura 1-1: Modo lazo abierto
Fuente: (Villar, J, 2011 pág. 104)

1.6.1.2 Operación en lazo cerrado

Una vez que el motor alcance una temperatura mayor a los 90°C, el sistema de inyección del motor pasara a lazo cerrado, la señal del sensor O2 es valida y mientras que su voltaje sea superior a los 0,450 V indicara que la mezcla es rica de lo contrario su mezcla será pobre, de esta manera se hace una corrección en el ancho de pulso de cada inyector y se controla la mezcla estequiometria aire/combustible y a su vez el convertidor catalítico funcionara en su máxima eficiencia.

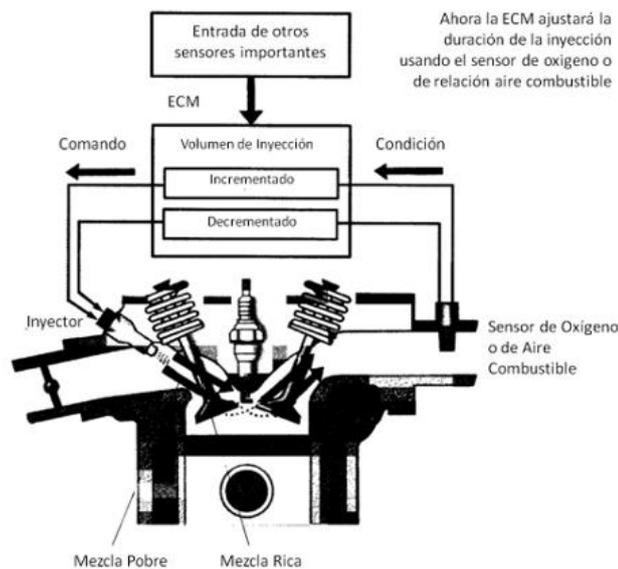


Figura 2-1: Modo lazo cerrado
Fuente: (Villar, J, 2011 pág. 105)

El catalizador de tres vías alcanza su máxima tasa de conversión para los contaminantes HC, CO y NO (Villar, J, 2011 pág. 24). La unidad de control del motor estará constantemente monitoreando los niveles de voltaje del sensor O₂ para regular la mezcla, mientras que el sensor de oxígeno está ciclando de rico a pobre constantemente dependiendo del flujo de los gases emitidos al escape, esto permitirá que el catalizador trabaje a su mejor manera intentando mantener el valor de lambda en uno ($\lambda = 1$), durante todo el ciclo de conducción.

Tabla 1-1: Ciclo de rico a pobre del sensor de O₂

Contenido de Oxígeno de Escape	Salida del sensor de Oxígeno	La mezcla Aire/Combustible parece:
Baja	Alto, arriba de 0,45 Volts	Rica
Alta	Bajo, debajo de 0,45 Volts	Pobre

Fuente: (Villar, J, 2011 pág. 26)

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

1.6.2 Termostato durante el arranque en frío

Con el motor en frío, el termostato se encuentra cerrado y permite que el motor alcance rápidamente su temperatura de trabajo. Cuando el motor y el líquido refrigerante se calientan aproximadamente a (90-120) °C, el termostato se abre y permite el paso del líquido caliente al radiador (Dominguéz y Ferrer, 2019 pág. 54).

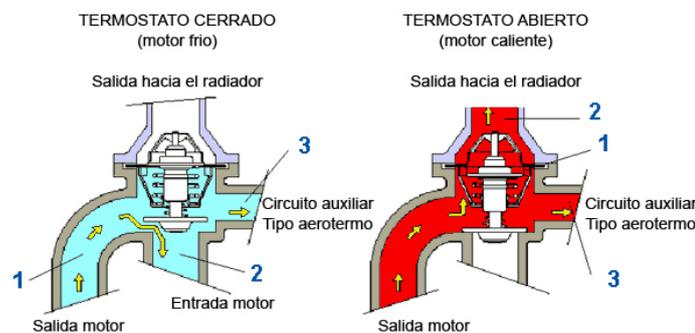


Figura 3-1: El Termostato del motor

Fuente: (Rivas, 2017 pág. 88)

Durante el arranque en frío, en el radiador no existe circulación de refrigerante por que el termostato se encuentra cerrado y no permite que el líquido refrigerante circule fuera del motor para así lograr disminuir el tiempo en que el motor tardara en llegar a su temperatura normal de funcionamiento. Mientras se mantiene cerrado, el agua vuelve al motor por un *by pass*. Es decir, de acuerdo con Fuentes (2012 pág. 7), el radiador puede disipar el calor que procede del motor con ayuda a su vez del aire circulado por frente del vehículo. Un motor que se encuentre trabajando

en frío tendrá una eficiencia muy baja debido a problemas en la mezcla y la dosificación del combustible.

1.6.3 Necesidad de la válvula termostato

La mayor cantidad de contaminantes es emitida durante el arranque en frío o durante los minutos que tarda el automóvil en calentarse (Pérez, 2018 pág. 28). La válvula termostato está encargada de mantenerse cerrada hasta que el motor alcance su temperatura de funcionamiento ideal que oscila entre 85–90°C dependiendo del fabricante, impidiendo que el líquido refrigerante ingrese al radiando.

Un motor en frío tardara un lapso de tiempo hasta operar en condiciones normales durante un arranque en frío, es ahí donde la válvula termostato es indispensable ya que si esta presenta problemas en su funcionamiento como es quedarse totalmente abierta o en si haber sido retirada del circuito de refrigeración, tendrá repercusión en un mayor desgaste de las partes móviles y mayor tiempo en alcanzar su temperatura normal de funcionamiento haciéndolo trabajar a temperaturas menores entre (85–90) °C (dependiendo del fabricante), a su vez, en marcha mínima y con una temperatura ambiente baja no habrá un control de refrigeración. El motor tendrá más instantes de laso abierto en el sistema de inyección lo que incidirá directamente en las emisiones contaminantes.

1.6.4 Norma NTE INEN 204:2002-2012. Gestión Ambiental. Aire. Vehículos. Lineamientos permisibles para emisiones producidas por móviles terrestres de combustión a gasolina.

Dicta los parámetros en los porcentajes de gases contaminantes del motor a gasolina. Dentro de dicha norma se encuentra valores permitidos a marcha mínima o ralentí (prueba estática), métodos de ensayo y valores o tablas donde especifican los valores máximos que deben cumplir los automotores como también los procesos para el ensayo partiendo de la norma NTE INEN 2 203.

1.6.5 Método de ensayo y fundamentos

El principio de funcionamiento se basa en la absorción de luz infrarroja sin dispersión del gas. Determinación de hidrocarburos, monóxido de carbono y dióxido de carbono. El oxígeno se mide mediante una pila de combustible. Siempre que se obtenga la aprobación, esto no excluye el uso de equipos con otros principios operativos.

1.6.6 Equipos

Los importadores y distribuidores de equipos de medición de emisiones deben obtener un certificado de conformidad emitido por el fabricante o propietario del diseño del equipo, u obtener la aprobación de la autoridad competente del país de origen del laboratorio autorizado por el equipo. Demostrar que el procedimiento de evaluación básico del equipo de medición a utilizar debe cumplir con la recomendación internacional OIML R 99.

Deben tener la capacidad de auto calibrarse. Esta operación debe realizarse de forma automática cada vez que se enciende el dispositivo o la operación debe realizarse manualmente cada vez que el usuario lo necesite, por lo que el equipo de medición debe contar con un dispositivo que pueda imprimir directamente los resultados e identificar el vehículo bajo prueba.

1.6.7 Calibración

El equipo se calibra en base a los lineamientos del fabricante. Si el personal calificado no está disponible, el proceso de calibración como mínimo debe ser una vez cada tres meses. Al finalizar cada mantenimiento correctivo, se debe calibrar el equipo. Se necesita de un gas que cumpla con la norma ISO 6145 y a su vez, poseer una certificación que va a ser entregada por el fabricante acorde a la norma que se vaya a implementar.

1.6.8 Procedimiento de medición

Antes de realizar la prueba, comprobar lo siguiente:

- El equipo se debe calentar y estabilizar de acuerdo con las regulaciones del fabricante.
- Quitar cualquier material particulado o material extraño, el vapor de agua o líquido que se acumule en el depósito debe ser eliminado ya que puede cambiar la lectura de la muestra.
- Comprobar si la caja de cambios del vehículo está en punto muerto (caja de cambios manual) o estacionada (caja de cambios automática).
- Comprobar si el control de aceleración manual (descarga eléctrica) no está en funcionamiento y que los accesorios del vehículo se encuentren en suspensión de corriente.
- Comprobar si el escape no está roto y si no hay otra salida a parte del diseño original que provoque la dilución o fugas del escape.

Si el vehículo no cumple con las condiciones establecidas no se llevará a cabo la prueba antes de corregirlas. Con el vehículo en estado estático, en nivel cero y motor apagado, comprobar que el

nivel de aceite esté entre alto y bajo en la bayoneta del aceite, y después encenderlo y comprobar que llegue a su temperatura normal de funcionamiento.

1.6.9 Comprobación

Conectar el módulo adicional del analizador de gases a la batería del vehículo, posterior, ubicar correctamente las sondas de toma de datos como son de revoluciones y temperatura, después ubicar la sonda de gases en el escape para comprobar que esté sujeta al mismo de manera fija durante todo el periodo que se lleve a cabo la prueba.

- Espere el tiempo de respuesta de los equipos de medida proporcionado por cada fabricante.
- Imprima lecturas de emisión medidas.
- Si el vehículo está diseñado para tener sistemas de escape dobles, medir cada salida de escape de forma individual. El valor a registrar será el mayor entre las salidas medidas.

1.6.10 Informe de resultados

El resultado es la lectura más alta registrada del valor obtenido cuando está estable. El técnico encargado de la toma de datos entregará un informe donde reflejará los valores de la prueba y junto a una impresión y conclusiones emitidas por el equipo.

1.6.11 Informe de resultados con el uso de la norma NTE INEN 203:2002

En “Evaluación en ruta de las emisiones vehiculares en frío a 2850 msnm con oxigenación de gasolina a base de etanol” (Calero et al., 2018 pág. 41) se realizó un estudio, donde se evaluaron las emisiones contaminantes a tres vehículos a gasolina con la temperatura no óptima de funcionamiento, es decir, motor en frío y sus emisiones contaminantes de acuerdo a la norma NTE INEN 2 204:2002 en condiciones de altura.

1.6.12 Informe de resultados mediante el uso establecido de la norma NTE INEN 204:2002

- **Prueba:** A condición de 2580 metros sobre el nivel del mar se dispuso realizar la prueba para gases contaminantes en conducen de motor frío, donde se utilizó el equipo denominado *on board* para medir los niveles de oxígeno en el combustible gasolina a base de etanol en relación a las emisiones vehiculares, tomando en cuenta que para cada medición los vehículos permanecerán apagados en un lapso de 10 a 12 horas para asegurar que los motor se encuentren completamente a temperatura ambiente (Calero et al., 2018 pág. 2).

- **Rendimiento obtenido:** Como resultado final se determinó que existe una variación a considerar en el monóxido de carbono para los vehículos y el uso de combustible, por otro lado, los hidrocarburos y los óxidos nitrosos no presentan variación significativa en el uso de combustibles, pero si entre los vehículos (Calero et al., 2018 pág. 42).

Tabla 2-1: Caracterización de los vehículos

Marca	Modelo	c.c	Potencia (Hp@rpm)	ϵ
VOLKSWAGEN	Gol	1.8	99@5250	10.8:1
CHEVROLET	Grand Vitara	2.0	126@6000	9.3:1
MAZDA	BT-50	2.2	101@4500	9.2:1

Fuente: (Calero et al., 2018)

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Según la prueba estos son los vehículos más representativos en el parque automotor de Quito y más adecuados para realizar la investigación de los gases contaminantes en frío.

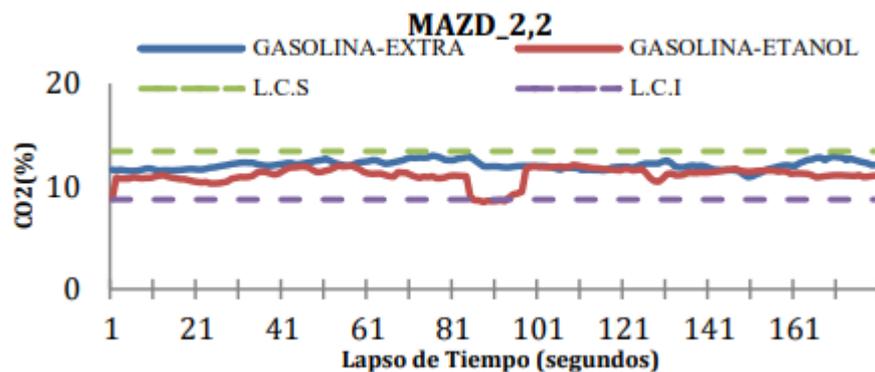


Figura 4-1: Porcentaje de emisiones de gases en el instante del arranque en frío con combustible etanol -gasolina extra.

Fuente: (Calero et al., 2018).

Durante la prueba en frío los vehículos no aumentan su potencia, ya que en análisis de emisiones contaminantes el dióxido de carbono demuestra que tan eficiente se encuentra el motor, en la figura 4-1 los niveles de CO2 no superan los 13,5 de porcentaje.

1.6.12.1 Potenciamiento del sistema de refrigeración para disminuir los gases contaminantes

- **Prueba:** Como propósito del proyecto fue estudiar los efectos en el medio ambiente al retirar el termostato del vehículo, como también analizar y optimizar el funcionamiento del motor de combustión interna en función de dichos parámetros y las revoluciones del motor, para dicho ensayo se tomó muestra en diferentes ciclos de dos niveles con paradas iguales (Torres et al, 2017 pág. 2).

- Rendimiento obtenido:** La eficiencia del motor se verá afectada debido a la carencia del termostato debido a que este tardará más tiempo en conseguir su temperatura normal de funcionamiento. Es optimo que el termostato habrá totalmente al momento que el motor excede su temperatura, ayudando de esta forma a disminuir el tiempo de encendido del electroventilador y las emisiones de HC. Para lograr que las emisiones de HC sean mínimas las proporciones del líquido dentro del sistema de enfriamiento deberán ser 84.84% de refrigerante y 15.15% de agua (Torres et al, 2017 pág. 5).

Tabla 3-1: Parámetros del termostato, niveles de ingreso en el control del caudal

Niveles	Ángulos	Área (paso)
1	20 °	131,99 mm ²
2	55 °	362,97mm ²
3	90 °	594mm ²

Fuente: (Torres et al, 2017 pág. 5)

Realizado por: Lesano, Stalin,2021.

En el análisis los valores a tomar en cuenta fueron los grados de apertura de la válvula termostato, conforme la temperatura normal de funcionamiento del motor a gasolina llegando a ser estable (Torres et al, 2017 pág. 5).

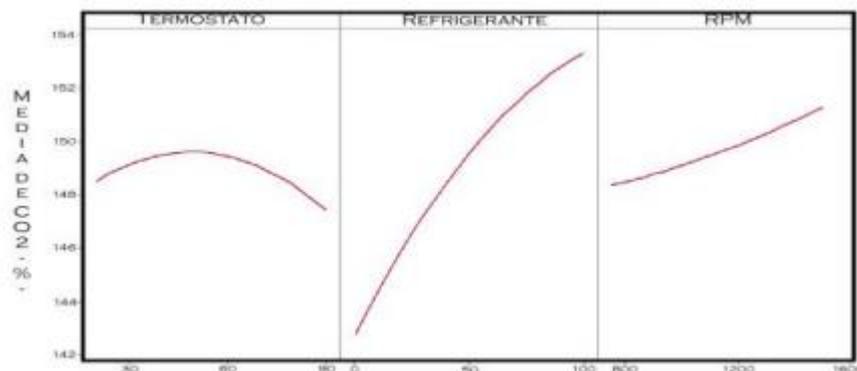


Figura 5-1: Efectos principales para el CO2.

Fuente: (Torres et al, 2017)

En la Figura 5-1 se ilustra la incidencia del termostato en el CO2, en la primera sección la cual es una parábola proyectada hacia abajo donde se tendrá un punto máximo representando el momento en que la válvula termostato se encuentre un 50% abierta de su totalidad reduciendo las emisiones de CO2, en la segunda sección el motor se encuentra trabajando al 100% con refrigerante aumentando proporcionalmente el CO2; para terminar mientras el régimen de giro aumenta de igual manera aumenta las emisiones de CO2 (Torres et al, 2017 pág. 12).

1.6.13 *Análisis de Gases del Motor de un Vehículo mediante ensayo dinámico y ensayo estático*

En “Análisis de Gases del Motor de un Vehículo a través de Pruebas Estáticas y Dinámicas” (Rocha et al, 2018 pág. 98) se realizó un artículo cuyo objetivo era analizar las emisiones del motor de encendido provocado por medio de protocolos internacionales para la evaluación de la variabilidad entre ensayos dinámicos y estáticos. Las respectivas pruebas de laboratorio se realizaron a una altura sobre los 2810 msnm., en la ciudad de Quito-Ecuador. El vehículo experimentado fue un Nissan Sentra 1.6 L., sometido a pruebas estáticas (ralentí; 2500 rpm), y dinámicas (ASM50/15, ASM25/25, IM 240), donde su norma a utilizar como respaldo fue la denominada NTE INEN 2 203 imperante en el Ecuador.

1.6.14 *Informe de resultados mediante la norma ecuatoriana NTE INEN 2 203*

- **Prueba:** se determinó los niveles de emisiones con gasolina extra mediante los ensayos estáticos y ensayos dinámicos. Los ensayos estáticos se llevaron a cabo con la ayuda del equipo MAHA de origen alemán cuyo modelo es MTG 5 bajo la norma NTE INEN 2203 norma técnica vigente en el Ecuador (Rocha et al, 2018 pág. 99).

El procedimiento consiste, que la presión de aceite medida sea estable en los 94°C y a su vez que el motor se encuentre a una temperatura ideal de operación según el fabricante, después mientras el vehículo se encuentre a ralentí se debe introducir la sonda lambda en la salida del tubo de escape, posterior cerciorarse que la sonda se encuentre fija durante la medición.

El analizador de gases utilizado posee las certificaciones avaladas de su calibración que se encontraba válida a la fecha. Se toman muestras en ralentí, y en aceleraciones de 2500 rpm, se repite el proceso durante tres veces para tomar el valor en promedio. El valor es guardado por el equipo de medición para su posterior análisis (Rocha et al, 2018 pág. 99).

Rendimiento obtenido: la concentración másica de oxígeno en el aire admitido disminuye con la altitud. En la figura 6-1, se nota claramente las concentraciones de CO, en ralentí se mantiene alto 2,69 % V., pero a 2.500 rpm se reduce a 0,7 %; Los niveles de porcentaje de emisión del dióxido de carbono se denomina de tal manera que la energía de salida, donde las emisiones de HC, en ralentí están en 244,3 ppm mientras que a 2.500 rpm se reduce a 151 ppm (Rocha et al, 2018 pág. 103).

Se deduce que el sistema de inyección del vehículo está trabajando de forma incorrecta en ralentí porque se mantiene en 1.79 ppm, y afecta en la operación normal de funcionamiento del motor de combustión interna a gasolina (Rocha et al, 2018 pág. 104).

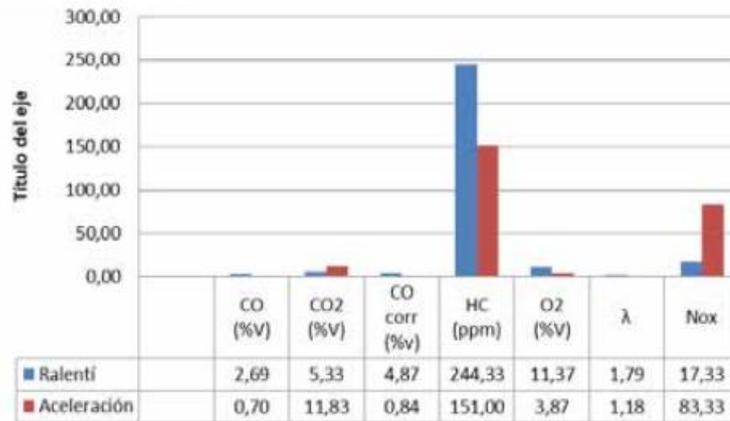


Figura 6-1: Resultados de los contaminantes de prueba estática
Fuente: (Rocha et al, 2018).

Según los resultados, el vehículo presenta un problema en los HC, los cuales hacen referencia a anomalías en el sistema de encendido del motor, a su vez una alternativa que se debe tomar en cuenta es fallas en el sistema de enfriamiento que lleve a concluir que no cuenta con termostato, lo cual incide en la combustión ya que el sistema bordo del vehículo determina que el motor está trabajando en frío.

1.6.15 Estándares de ámbito mundial para emisiones contaminantes de vehículos a gasolina

La gran parte de los países en América Latina carecen de un estatuto legislativo veraz para el avance, la implementación y ejecución de las normas vehiculares referente a emisiones contaminantes y de tipo invernal. Un puñado de países poseen laboratorios propios para elaborar pruebas para emisiones de vehículos y motores. Esto da como evidencia la implementación de procedimientos de certificación y calificación de vehículos y motores sin tener pruebas de validación efectuadas por el estado o de manera privada. En algunos casos, el sector privado presenta datos de ensayos, mientras que en otros países el fabricante pone en aclaración jurada la ejecución sin contar con ningún tipo de datos respaldados por certificación numérica (Posada, et al, 2018 pág. 13).

Esta carencia de certificación deja abierta la oportunidad de que los vehículos en las carreteras sudamericanas no cumplan con sus normas de inserción respecto a emisiones. El avance en varios países sirve como reflejo de cómo se debe implementar en países sudamericanos.

Tabla 4-1: Normas relacionadas con las vigentes en Ecuador

NORMA	PAÍS
<i>International Recommendation OIML R 99.</i>	Internacional
ISO 6145-1:86	Internacional

Fuente: (Torres et al, 2017)

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Las normas mostradas en la tabla anterior guardan mucha similitud con la normativa aplicada en Ecuador actualmente en lo que concierne a los métodos de ensayo, sin embargo, tienen algunas diferencias en cuanto a la clasificación de los neumáticos.

1.6.16 Norma o estándar a nivel Internacional OIML R 99.

Es la norma se puede apreciar la guía para instrumentos de medición referentes a las emisiones de escape de los vehículos como de igual manera los factores principales y las regulaciones de metrología que se llegan a tomar en cuenta para analizar al momento de referirse a emisiones contaminantes:

Tabla 5-1: Rangos de medición e indicación mínima

Rangos de medida			
CO % vol.	CO ₂ % vol.	O ₂ % vol.	HC ppm vol.
0-5	0-6	0-21	0-2,000

Fuente: (Torres et al, 2017)

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Adicionalmente en la tabla 5-1 se aprecia los errores máximos permisibles que están regularizados y aplican a los instrumentos en condiciones de temperatura, presión atmosférica, valores de voltaje, principales frecuencias, vibraciones y voltaje de batería.

Tabla 6-1: Grupos de símbolos de velocidad

Class	Type of error	Máximo permisible errors			
		CO	CO ₂	O ₂	HC
00	Absolute	±0.02 % vol	±0.3 % vol	±0.01 % vol	± 4 ppm vol
	Relative	±0.3 % vol	± 3 % vol	± 3 % vol	± 3 %
0	Absolute	±0.03 % vol	±0.4 % vol	±0.01 % vol	± 10 ppm vol
	Relative	± 3 % vol	± 4 % vol	± 3 % vol	± 5 % vol
1	Absolute	±0.06 % vol	±0.4 % vol	±0.1 % vol	± 12 ppm vol
	Relative	± 3 % vol	± 4 % vol	± 3 % vol	± 5 % vol

Fuente: (Torres et al, 2017).

Realizado por: Lesano, Stalin,2021.

Estos son los valores permisibles que debe tener un equipo destinado a medir los gases contaminantes de un vehículo a gasolina en relación a estándares de medición a nivel internacional.

1.6.17 Norma ISO 6145-1:86

Gas Analysis Preparation of Calibration Gas Mixtures. Dynamic Volumetric Methods - Part 1 - Methods of Calibration.

Esta norma está conformada de uno u otro método para la preparación de mezclas de gases de calibración. También describe cómo estos métodos pueden vincularse a los valores máximos permitidos de acuerdo a las leyes establecidas por el estado a nivel nacional referenciándose en una metrología acerca de los porcentajes de los gases emitidos por el tubo de escape.

1.7 MARCO TEÓRICO

1.7.1 Circuito de enfriamiento o refrigeración del motor

El objetivo del circuito de enfriamiento es mantener al motor en su temperatura óptima durante todo el ciclo de conducción a cualquier régimen de motor y condición de operación. El motor de combustión, debido a su funcionamiento, genera grandes cantidades de calor. Este calor puede llegar a alcanzar esporádicamente en algunos puntos del motor temperaturas de hasta 2000°C (Dominguéz y Ferrer , 2019 pág. 57).

La refrigeración de motores térmicos puedes ser por aire o por líquidos.

1.7.1.1 Refrigeración por medio de aire

Este tipo de refrigeración es forzada y es utilizada en motores de un bajo cilindraje y también para motocicletas. El sistema descarga el calor del motor directamente a la atmósfera a través del aire que circula por unas aletas dispuestas en el motor (Dominguéz y Ferrer , 2019 pág. 54).

La dimensión de las aletas dependerá de que tan cerca este de la cámara de combustión del motor, para su manufactura se emplean materiales que presenten un alto grado de conductividad térmica. La refrigeración por aire puede ser de forma directa o forzada.

En la refrigeración directa el motor va expuesto al exterior, se enfría cuando el aire choca con las aletas del motor mientras el vehículo está en movimientos, mientras mayor sea la velocidad del vehículo más eficaz será la refrigeración del motor.



Figura 7-1: Motor de una motocicleta con refrigeración directa de aire

Fuente: (Dominguéz y Ferrer , 2019).

La refrigeración forzada es utilizada para vehículos cuyo motor se encuentre cerrado y no cuenten con una ventilación del exterior, para este tipo se utiliza un ventilador que gira en solidario con el motor, este aire generado es canalizado por las aletas y también por las culatas llegando a una refrigeración eficaz en condiciones de ralentí o marcha mínima.

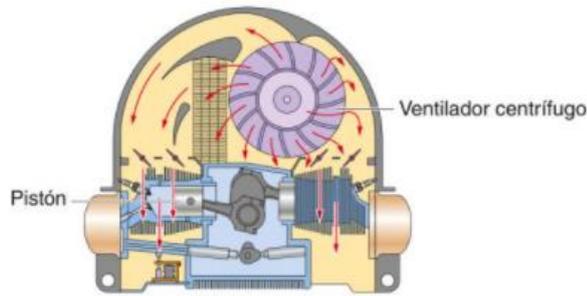


Figura 8-1: Motor de dos cilindros con ventilación forzada
Fuente: (Dominguéz y Ferrer , 2019).

1.7.1.2 Refrigeración por medio de liquido

La refrigeración por liquido es la más utilizada en la actualidad debido a sus ventajas tanto a altas temperatura donde no permite que el motor se sobrecaliente evacuando el calor generado, mientras que para temperaturas muy bajas el motor no se congelara.

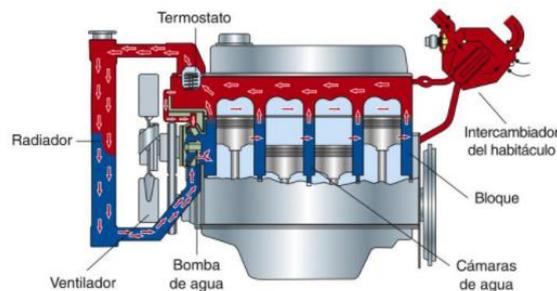


Figura 9-1: Circuito de refrigeración por liquido
Fuente: (Dominguéz y Ferrer , 2019)

Con la ayuda de una bomba de agua o una bomba centrífuga, cuando el motor está a su temperatura de funcionamiento, el refrigerante se envía al radiador, a cuya temperatura el líquido se enfría mediante aire forzado y entra nuevamente en el bloque del motor, absorbiendo así el calor de partes mecánicas.

1.7.1.3 Componentes del circuito de enfriamiento por liquido

Radiador

Es el elemento donde se produce el enfriamiento o evacuación del calor del líquido refrigerante. Va colocado normalmente en la parte delantera del vehículo y suele estar protegido por una parrilla.

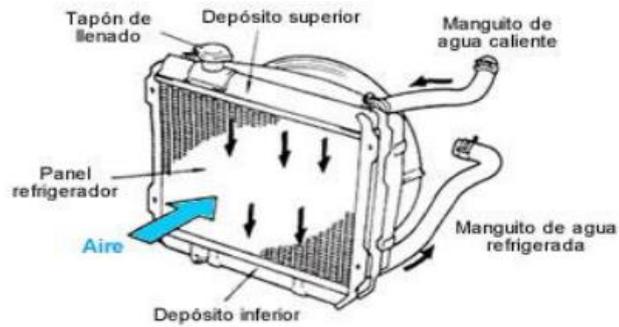


Figura 10-1: Radiador
Fuente: (Vallejo, C, 2016)

Bomba de agua

Es activada por el motor e incrementa el caudal de circulación del líquido entre el motor y el radiador. La bomba es movida habitualmente por medio de la banda encargada del arrastre de los accesorios, dicha banda si se encuentra destensada repercutirá en un falso contacto entre las poleas desembocando en sobrecalentamiento del motor. En ciertos casos la bomba puede ser impulsada por la cadena o banda de distribución (Vallejo, C, 2016 pág. 31). En la figura 11-1 se puede observar el esquema de la bomba de agua.

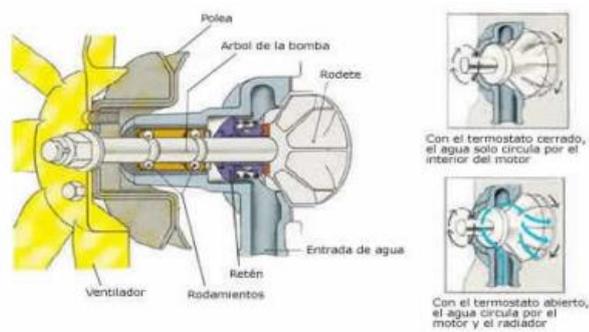


Figura 11-1: Bomba de agua
Fuente: (Vallejo, C, 2016)

Electro ventilador

Para potenciar el paso del aire a través del radiador se incorpora un ventilador que funciona movido por el motor o, más habitualmente accionado por un motor eléctrico, y controlado por un termo contacto que regula su velocidad a medida que el motor lo necesite o así lo requiera (Vallejo, C, 2016 pág. 31).

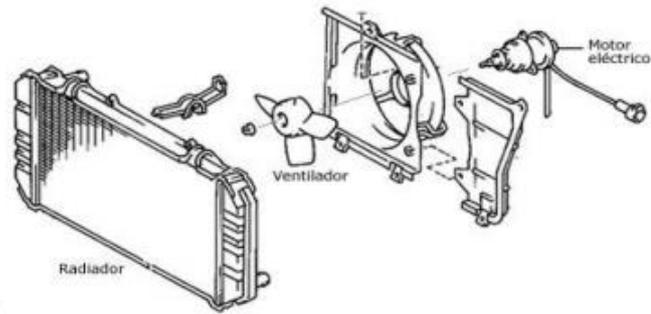


Figura 12-1: Despiece del radiador con su ventilador
Fuente: (Vallejo, C, 2016)

Depósito regulador

Sirve para guardar el refrigerante, además de ser un rebosadero, ya que cuando el sistema alcanza una presión crítica, éste la libera hacia el depósito, por lo que a veces se observa que se incrementa el volumen de refrigerante dentro de éste (Vallejo, C, 2016 pág. 33).

Mangueras

El refrigerante va desde el radiador hasta el motor a través de una serie de mangueras fuertes y flexibles que puedan tolerar las elevadas temperaturas del motor como de igual manera la gran presión que en estas se genera (Vallejo, C, 2016 pág. 35).

Cámara de refrigeración

Son cavidades dentro de la culata del motor y block del motor cuyo fin son permitir la circulación del refrigerante, rodeando los cilindros, la cámara de combustión, asientos de bujías y guías de las válvulas (Vallejo, C, 2016 pág. 36).

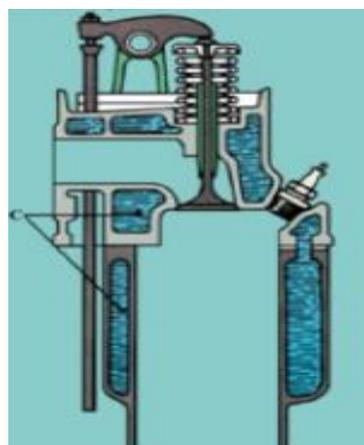


Figura 13-1: Cámara de refrigeración
Fuente: (Dominguéz y Ferrer , 2019)

Termostato

Los termostatos desempeñan la función de ajustar y mantener los niveles de calor generados en el motor, controlando el caudal del líquido refrigerante que pasa a través del radiador, para garantizar el equilibrio entre el calor introducido en el circuito y el cedido al exterior.

Acelerando el precalentamiento del motor y ajustando constantemente su temperatura de funcionamiento, el termostato alarga la vida útil del motor en cierta manera, mejorando sus prestaciones y reduciendo los consumos y las emisiones (Aziendali, D, 2018). Generalmente, está montado dentro de un colector de material plástico o de aluminio ubicado en la culata del motor.

Para su temperatura de funcionamiento todos los tipos de termostatos poseen en su código la temperatura de inicio de apertura ejemplo 507-82; Por lo tanto, el termostato comienza su apertura entre 80° C y 84° C debiendo estar totalmente abierto en 97° C (Hernández, J, 2020).

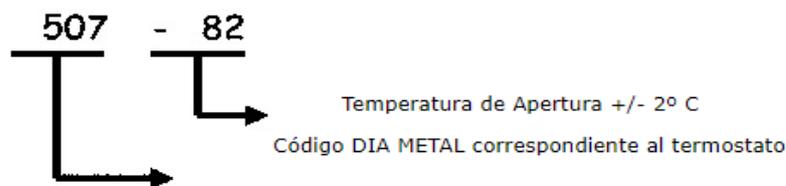


Figura 14-1: Temperatura de trabajo del termostato
Fuente: (Hernández, J, 2020)

1.7.1.4 Principio de funcionamiento de termostato

Durante la fase de arranque con el motor a temperatura ambiente, la válvula termostato impide la circulación del líquido de refrigeración hacia el radiador, reduciendo así el tiempo empleado para alcanzar la temperatura ideal. Una vez que el nivel de temperatura del líquido destinado a refrigerar aumenta (alcanzando un nivel comprendido entre 75 °C y 125 °C en función del tipo de motor y de la posición del termostato en el circuito de refrigeración), el termostato comienza a abrirse y permite que el líquido pase a través del radiador. Este proceso se realiza mecánicamente debido a la expansión de la mezcla de cera y aluminio presente en el elemento sensible del termostato, lo que provoca que la válvula se abra a altas temperaturas presentes en el circuito de refrigeración.

Cuando la temperatura de líquido refrigerante es 5 °C por debajo de la temperatura normal de funcionamiento del motor esta válvula se cierra hasta una nueva apertura (Hernández, J, 2020).

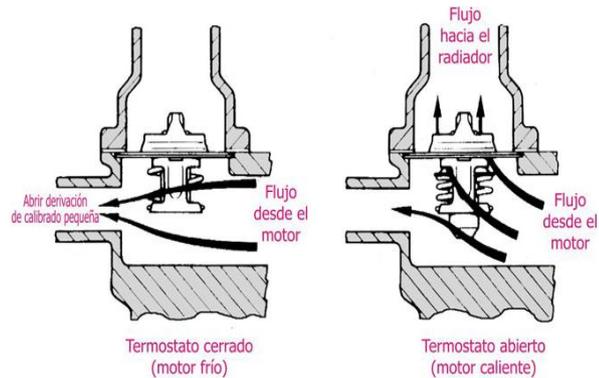


Figura 15-1: Principio de funcionamiento del termostato.
Fuente: (Hernández, J, 2020)

1.7.1.5 Tipos de termostato:

En la actualidad encontramos varios tipos de termostatos:

Termostato de muelle.

Este tipo de válvula termostato está formado por un muelle en circunferencia y forjado en material de latón, también, en su interior contiene alcohol, debido a que su volatilidad facilita que al contacto con el líquido caliente este abrirá mediante la expansión del muelle (Granel, A, 2020).

Termostato de capsula.

Son los más comunes cuya característica distintiva es una cera con alto coeficiente de dilatación, se encuentra al interior de la válvula por lo cual está en contacto directo con el líquido refrigerante, al incremento potencial de calor esta se expande permitiendo el paso del refrigerante (Granel, A, 2020).



Figura 16-1: Termostato de cera
Fuente: (Granel, A, 2020)

Termostatos controlados electrónicamente

Estos termostatos contienen en su interior además de una cera una resistencia eléctrica, la cual es monitoreada por la unidad de control del motor que se encargará de aumentar o disminuir la demanda de corriente, de esta manera se posee un control más exacto del motor, en momentos sin necesidad de que el motor se encuentre caliente esta puede abrirse debido a correcciones en la inyección (Gates Corporation, 2019).



Figura 17-1: Termostatos marca Gate controlado electrónicamente

Fuente: (Gates Corporation, 2019)

Termostatos con alojamiento

Dichos termostatos presentan alojamiento o conductos específicos y diseñados por el fabricante para un control con diferentes finalidades y una inyección más correcta (Gates Corporation, 2019).



Figura 18-1: Termostato con alojamiento marca Gate

Fuente: (Gates Corporation, 2019)

1.7.1.6 *Fallas comunes en el termostato*

Termostato pegado o encastillado. - ocurre cuando el termostato se queda cerrado y no permite que el líquido pase al radiador para su enfriamiento. Como uno de los síntomas a tomar en cuenta son:

- Se visualiza líquido refrigerante por las juntas del colector del motor apareciendo fugas en el mismo.
- Calentamiento en exceso del motor, produciendo una alta presión en la junta de la culata.
- El motor tiende a presentar vibraciones debido a que el líquido refrigerante no se encuentra circulando por las mangueras del radiador para su enfriamiento.

El motor tarda en calentar. - se debe a que el termostato se quedó en posición abierta, es decir, que, desde el arranque del motor, el líquido pasa al radiador y no recircula por las camisas, hasta calentarse, es decir tarda en alcanzar su temperatura nominal. Con la válvula abierta el refrigerante estará constantemente circulando por el radiador lo que hará que el motor funcione en frío. Los motores excesivamente fríos tienen un funcionamiento poco eficaz, lo que provoca un consumo de combustible excesivo y de los niveles de emisiones, así como un desgaste mayor en las partes móviles del motor. Esto se lo puede apreciar de dos formas:

- El motor se encuentra trabajando a temperaturas bajas, provocando que el refrigerante este circulando de una manera masiva.
- La calefacción no emite aire caliente al habitáculo del vehículo debido a que el motor no proporciona el calor requerido.

Las consecuencias de un fallo por apertura pueden ser menos catastróficas que las de un fallo por cierre, aunque ambos casos son siempre indeseables. Puesto que no todos los procesos de envejecimiento de los termostatos presentan un patrón de fallo claro.

1.7.2 *Emisiones contaminantes*

De acuerdo con Jarrín (2015 pág. 5), en los últimos años, el uso de vehículos dentro y fuera de las ciudades se ha incrementado rápidamente, por lo que los problemas de contaminación se han vuelto cada vez más graves, afectando la salud del ambiente y de los residentes, esta contaminación se descarga a través de tubos de escape que contienen emisiones de (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), hidrocarburos no quemados (HC) y compuestos de plomo.

Para que el motor de combustión interna genere energía, convierte la energía química del combustible en energía térmica, que luego se convierte en mecánica.

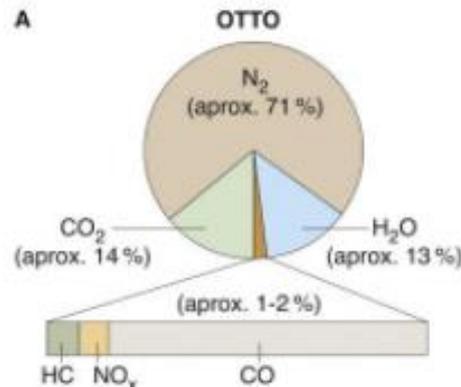


Figura 19-1: Estructura de emisiones de gases de escape de un motor otto (gasolina) catalizado

Fuente: (Pardiñas y Feijo, 2018)

1.7.2.1 Emisiones contaminantes en condiciones ideales del motor

Cuando la mezcla que ingresa al motor está completamente en estado estequiométrico, ocurrirá una combustión ideal (Nuñez, C, 2018 pág. 9).

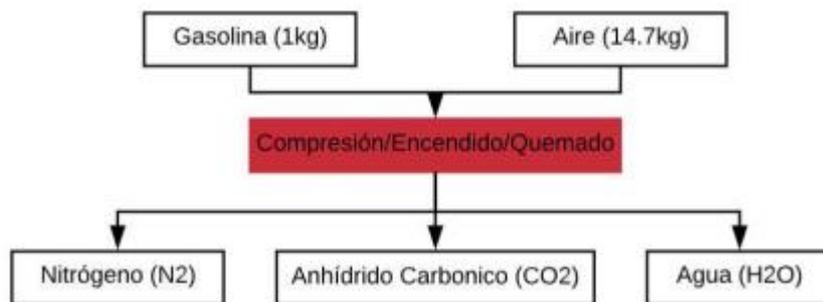


Figura 20-1: Combustión ideal

Fuente: (Nuñez, C, 2018)

La combustión perfecta expulsa al ambiente dióxido de carbono CO₂, y agua H₂O los cuales no son tóxicos, esta combustión se produce al tener una mezcla estequiometria, es decir se necesitan 14,7 gramos de aire para combustionar completamente y 1 gramo de combustible teóricamente (Vintimilla, P, 2015 pág. 6).

1.7.2.2 Emisiones contaminantes en condiciones reales de funcionamiento

El motor durante su funcionamiento experimenta diferentes estados, no siempre se consigue la mezcla estequiometría, en otras palabras, no se producirá una combustión completa, por lo que se liberarán otros gases, como monóxido de carbono CO, hidrocarburos HC y óxidos de nitrógeno NOx. De esta manera Vintimilla (2015 págs. 6-7) recalca que estos a diferencia de los anteriores, si son tóxicos; y, dependiendo de qué tan completa sea la combustión, mayor será la cantidad de gases tóxicos expulsados al ambiente.

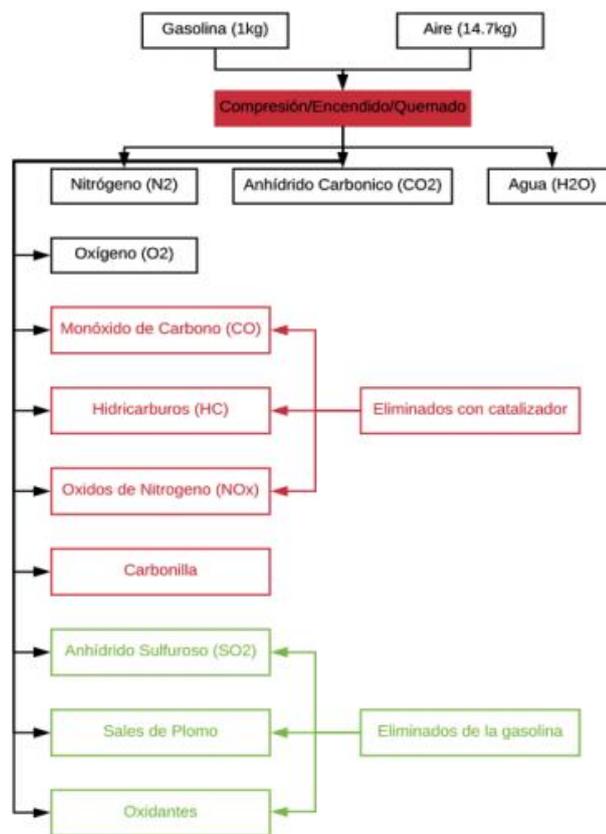


Figura 21-1: Combustión real

Fuente: (Nuñez, C, 2018)

1.7.2.3 Gases tóxicos o gases contaminantes

Monóxido de carbono

Se produce por una combustión incompleta por falta de oxígeno es decir mezcla rica (Pardiñas y Feijo, 2018). En altitudes superiores a los 2500 metros, hay menos oxígeno que en otras partes del país, lo que se traducirá en un decrecimiento en la combustión de la mezcla, de esta manera aumentando las emisiones de monóxido de carbono (Vintimilla, P, 2015).

Impacto en la salud y medio ambiente

- Es muy tóxico por su gran afinidad a la hemoglobina de la sangre, logrando impedir el transporte de oxígeno por los glóbulos rojos.
- En concentraciones superiores a 0,3 % puede llegar a ser mortal.
- Baja la capacidad de concentración y rendimiento (Pardiñas y Feijo, 2018 pág. 234) (Alba, E, 2016 pág. 32) (Nuñez, C, 2018 pág. 11).

Causas en el motor

- Una mezcla muy rica por falta de oxígeno a causa de: presión de combustible muy alta, inyector de combustible tiene fugas y el diafragma del regulador de combustible se rompe.
- Falsas señales a la Unidad de control del motor
- Contaminación de combustible en el Carter
- Válvula del sistema EVAP obstruida
- Sensor de oxígeno defectuoso

Hidrocarburos HC

Es combustible no quemado, o quemados parcialmente, expulsados por el escape, son denominados hidrocarburos, están formados por la unión de hidrógeno y carbono (Vintimilla, P, 2015). Estos hidrocarburos son componentes que están presentes en las partículas sin quemar (Pardiñas y Feijo, 2018). Dichas partículas se las representa por partes por millón (ppm).

Impacto en la salud y medio ambiente

- Irritan los órganos sensoriales, mientras que en otros casos puede ser cancerígeno debido a su cantidad de benceno.
- Debido a que su estructura molecular no es inflamable, producen aldehídos y fenoles.
- Daño al medio ambiente por su reacción con óxidos de nitrógeno formados por el ozono troposférico y otros reactivos fotoquímicos (Vintimilla, P, 2015) (Pardiñas y Feijo, 2018 pág. 234) (Nuñez, C, 2018 pág. 12).

Causas en el motor

- Problemas en el sistema de encendido: bujías y cables defectuosos, bajo voltaje de la bobina, fallas en el circuito primario, falla en los contactos de la cabeza del distribuidor e incorrecto tiempo de encendido
- Problemas mecánicos: Distribuidor desfasado, válvulas mal asentadas, incorrecta calibración de válvulas, desgaste de anillos del pistón y depósitos de carbón en las válvulas de admisión
- Falsas señales a la unidad de mando: incorrecto valor de carga de los sensores TPS, CKP y MAP; sensor de oxígeno y temperatura defectuosos.
- Mezclas de aire muy pobres: entradas falsas de aire, fugas de vacío y empaque de colector con flujo excesivo
- Falla en el termostato

Óxidos de nitrógeno NOx

Se forma durante la combustión. Es un gas tóxico, irritante y precursor de la formación de partículas de nitrato, que conlleva la producción de ácidos en el ambiente (Nuñez, C, 2018 pág. 23). Durante un ciclo de conducción a altas rpm, la combustión en la cámara del cilindro eleva la temperatura y presión junto a un exceso de oxígeno originando altos óxidos nitrosos (Pardiñas y Feijo, 2018 pág. 234).

Impactos en la salud y medio ambiente

- Irrita el aparato respiratorio pudiendo dañarlo gravemente.
- Provoca lluvia ácida que ocasiona la muerte a las plantas.
- Una exposición prolongada afecta al sistema inmune y al pulmón, causando daños irreversibles en el tejido pulmonar.
- Tiene gran influencia en la formación de smog fotoquímico (Pardiñas y Feijo, 2018) (Nuñez, C, 2018).

Causas en el motor

- Alta carga en el motor
- Mezcla pobre
- Mal funcionamiento del sistema EGR

- Presión de combustible muy baja

1.7.2.4 Gases no contaminantes

Dióxido de carbono (CO₂)

Gas natural ubicado en la atmosfera en niveles de aproximadamente de 0,035%. Las exposiciones a corto plazo de CO₂, es decir a niveles por debajo del 2%, no produce efectos nocivos (Vintimilla, P, 2015).

Este aparece cuando se combustionan combustibles que contienen carbono en presencia del oxígeno aspirado, cuando la mezcla es más rica o más pobre disminuye la presencia de CO₂, mientras que su valor es máximo cuando $\lambda=1$ (Pardiñas y Feijo, 2018). En los vehículos el CO₂ habla sobre la eficiencia del motor

Oxígeno O₂

Además de estar en el aire a una concentración del 21%, es fundamental para la combustión. Esto depende de la concentración de la mezcla para que el oxígeno pueda oxidar los enlaces hidrocarbonados y ser descargado al exterior con el resto del gas, además en mayor proporción en condiciones pobre y menor en condiciones ricas (Nuñez, C, 2018).

Agua H₂O

Es esencial para la combustión además que se encuentra en el aire en una concentración de 21%. Depende si la mezcla es rica o pobre para que el Oxígeno pueda oxidar los enlaces de Hidrocarburos y es expulsado con el resto de los gases al exterior (Nuñez, C, 2018).

CAPITULO II

2 MARCO METODOLÓGICO

Por el motivo de la investigación se seleccionaron 4 vehículos los cuales son camionetas (pick up), las cuales en el País son las más usadas para realizar trabajos o las cuales si de vehículos livianos de dos ejes nos referimos son las que más se encuentran operando el día a día, a dichos vehículos en su mayoría se les realiza la mala práctica de retirar el termostato al momento de presentar problemas de sobrecalentamiento en el motor. Tomando en cuenta este aspecto y guiándonos por la norma ecuatoriana para emisiones de gases emitidos por el motor denominada NTE INEN 2 203–2000 a marcha mínima, las presentes pruebas para esta investigación se realizaron en vehículos de tipo M.

2.1 Tipo y diseño de la investigación

El propósito de la investigación es estudiar los datos obtenidos de emisiones contaminantes del MCI por medio de la presencia de válvulas termostatos en el sistema de refrigeración del motor y la falta de válvulas termostáticas, se recurrió a los siguientes tipos y diseños de investigación: cuantitativa, correlacional y de campo; dichos campos son los más acordes a la investigación y problemática del estudio.

INVESTIGACION CUANTITATIVA

Los resultados de los gases contaminantes son de carácter numérico es decir valores cuantitativos que mediante las pruebas con y sin termostato, dichos valores se los utilizara en herramientas estadísticas para analizar y evaluar la incidencia del termostato en el porcentaje de los gases expulsados por el escape del motor.

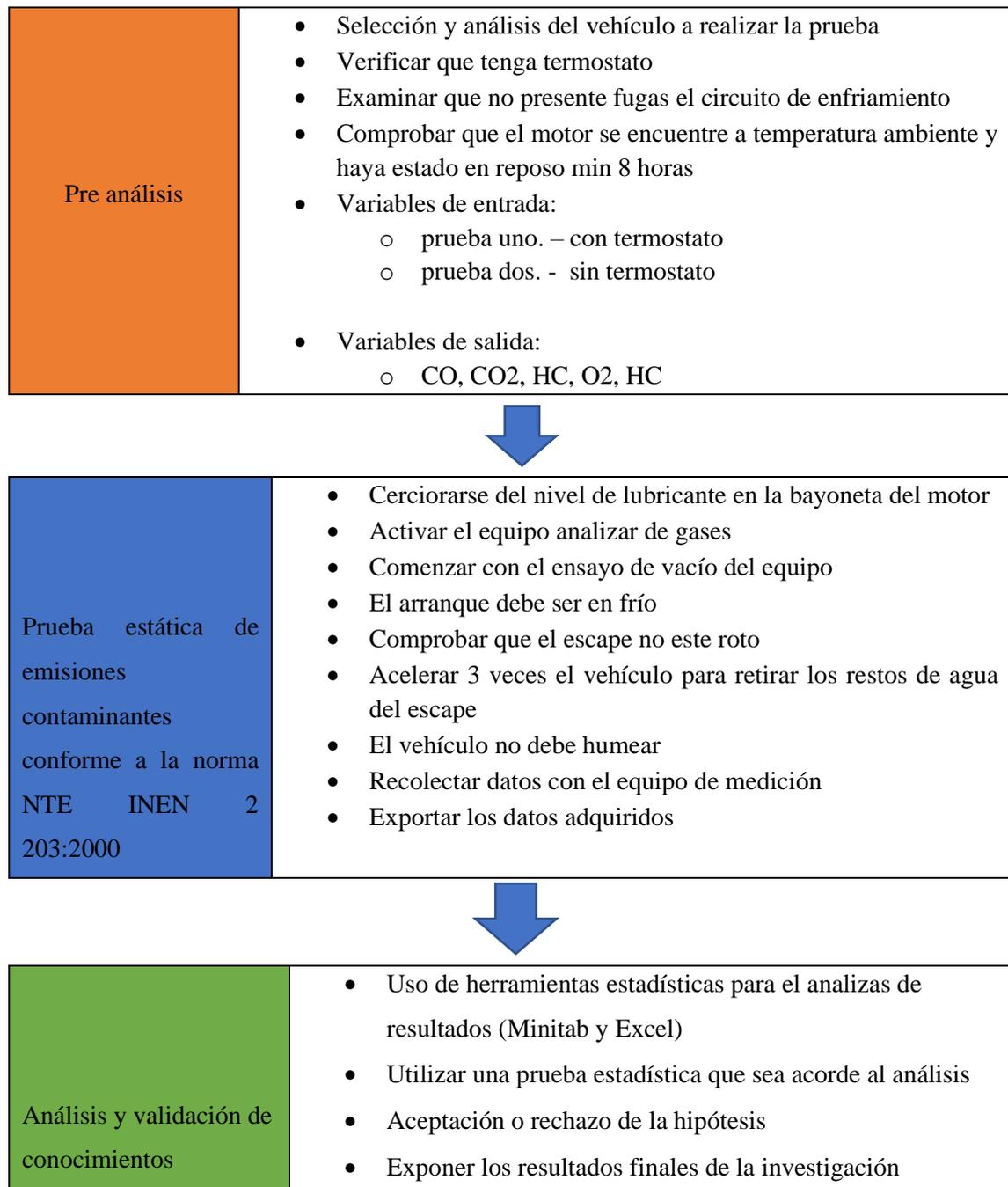
INVESTIGACION CORRELACIONAL

Esta investigación es correlacional ya que se buscará si existe una relación entre los gases contaminantes del motor y la válvula termostato en dos condiciones, una cuando la válvula termostato esté en el circuito de refrigeración y dos cuando la válvula haya sido sustraída.

INVESTIGACION DE CAMPO

Es una investigación de campo ya que los datos que se obtienen son de una forma directa, la obtención es en condiciones frías del motor, tanto con termostato y sin el mismo; llegando a analizar el impacto que tiene la válvula termostato en arranques en frío.

2.1.1 Esquema del marco metodológico



2.2 Operacionalización de variables

2.2.1 Tipos de variables

Variable de entrada

- Válvula termostato

Variable de salida

Prueba estática de emisión de gases

- Hidrocarburos HC
- Monóxido de carbono CO
- Dióxido de carbono CO₂
- Oxígeno O₂

2.3 Técnicas e instrumentos para la toma de valores

2.3.1 Selección de los vehículos

El parque automotor ecuatoriano va en aumento, mucho más en el ámbito de uso particular, dentro de los cuales tenemos automóviles, camionetas, motocicletas, furgonetas, etc. Tungurahua es la provincia con mayor tasa de matriculación en el país según Anuario de estadísticas de transporte 2018 (Larrea y Riofrío, 2018 pág. 8).

En el año 2018 se registraron 2.4 millones de vehículos matriculados: mayoritariamente de uso particular (91,1%); correspondientes a la clase automóviles (31,2%), y de la marca Chevrolet (27,6%) (Larrea y Riofrío, 2018 pág. 10).

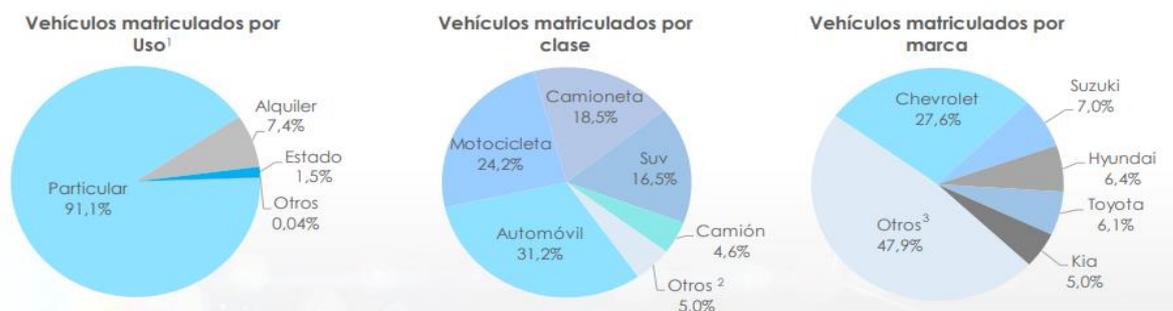


Figura 22-2: Vehículos matriculados, participación según uso, clase y marca en el 2018

Fuente: Agencia nacional de tránsito 2018 (Larrea y Riofrío, 2018)

Como se aprecia en la figura 1-2, según los vehículos matriculados por marca el 47,9% representa a otras marcas como vienen a motivo de la presente investigación. Los vehículos de fabricación y homologados en china poseen gran presencia en el mercado automotriz de Ecuador, donde ocupan el tercer lugar en ventas con una participación del 13,5 por ciento en 2018. (Armas, S, 2019).

Dados los datos expuestos se tomó la decisión de optar por tres marcas de vehículos dentro del parque automotor de Ecuador para este estudio.

Para el caso del vehículo número uno se optó por elegir una camioneta TM 2.4 4x2.



Figura 23-2: Vehículo uno utilizado para prueba
Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Ficha técnica del vehículo:

Tabla 7-2: Especificación técnica de vehículo uno

Especificaciones generales	
Año	2013
Tipo de carrocería	Pick-up
Número de plazas	5 plazas
Número de puertas	4 puertas
Combustible	Gasolina
Cilindrada real	2405 c.c. (146.76 c. i)
Diámetro del cilindro	87.5 milímetros
Distribución de cilindros	Motor en línea
Modificación motora	2.4i (124 Cv)
Número de cilindros	4 cilindros
Número de válvulas por cilindro	4 válvulas por cilindro
Par máximo	190 Nm @2000 rpm
Potencia máxima	124 Cv
Admisión	Inyección indirecta multipunto
Tracción	trasera

Fuente: (FichasMotor, 2021)

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Segundo vehículo. – camioneta cabina simple 2.2cc año 2007



Figura 24-2: Vehículo dos utilizado para prueba
Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Ficha técnica del vehículo:

Tabla 8-2: Especificación técnica de vehículo dos

Especificaciones generales	
Tipo de vehículo	Pick Up
Año	2007
Motor	2,184 cc
Transmisión	Mecánico
Cojinería	Cuero
Combustible	Gasolina
Tracción	4x2
Capacidad de personas	3
Potencia	85 hp
Torque	118 Lbf

Fuente: (CocheEspañol, 2013)

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Tercer vehículo. - camioneta cabina doble 2.6 cc, año de fabricación 2008.



Figura 25-2: Vehículo tres para prueba
Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Ficha técnica del vehículo

Tabla 9-2: Especificaciones técnicas de vehículo tres

Especificaciones Técnicas	
Tipo	4 cilindros
Cilindrada	2606 cc
Potencia	135.3 HP
Torque	226. 6 Nm
Relación de compresión	8.4 : 1
Alimentación de combustible	Inyección multipunto de gasolina
Diseño	Cabina doble
Puertas	4
Suspensión delantera	Independiente doble brazo con barra de torsión
Suspensión trasera	Eje rígido con ballesta

Fuente: (CocheEspañol, 2013)

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Para el caso del vehículo número cuatro, de marca de origen chino se eligió una camioneta 4x2 doble cabina año de fabricación 2015



Figura 26-2: Vehículo cuatro para prueba

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Ficha técnica del vehículo:

Tabla 10-2: Especificaciones técnicas de vehículo cuatro

Especificaciones Técnicas	
Largo X ancho	5040 x 1800 x 1730
Modelo del motor	Mitsubishi 16v, 4 cilindros en línea, SOHC, MPI
Potencia	134 HP
Torque máximo	200 Nm@4000 rpm
Suspensión frontal	Doble horquilla con barra de torsión
Suspensión Posterior	Ballestas
Frenos	Frenos de disco delanteros, frenos posteriores de tambor

Fuente: (Ambacar, 2019)

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

2.3.2 Elección del combustible a utilizar

De acuerdo con EP PETROECUADOR (2020 pág. 1) la gasolina extra se vende en la zona norte del Ecuador (representa el 43% de la demanda nacional). Siendo la primera en ventas la gasolina eco país con un 48% de ventas y en tercer lugar gasolina súper con un 9%. Debido a que en Ambato no se comercializa gasolina eco país se optó por usar en los vehículos gasolina extra ya es la que está en segundo lugar en demanda en el país.



Figura 27-2: Despachos totales de derivados, periodo enero-diciembre 2019/2018

Fuente: (EP PETROECUADOR, 2020)

2.3.3 Analizador de gases

Para la toma de los datos sobre emisiones contaminantes se la realizo por medio del uso del equipo denominado AGS-688 de origen de fabricación italiano cuya marca es *BrainBee*, dicho equipo está diseñado para realizar mediciones en estado estático y dinámico por medio de una sonda que se la fijara al tubo de escape del vehículo. El equipo está provisto de seis pantallas leds para visualizar las lecturas de cada gas en curso, posterior al ensayo el equipo emitirá un informe de resultados.

Sus características principales de línea de emisión BrainBee son:

- Estación de configuración modular y conexión con estación de computadora a través de USB.
- Solución *plug and play*, comprobación de todos los equipos de diagnóstico
- Precisión extrema en la medición.
- Cuenta con un medidor de rpm que se lo conecta por medio de vía bluetooth, como de igual manera una pinza amperimétrica o un MGT-300 EVO.
- Un cable de denominación RS-232 se lo usa para la conexión con el hardware.



Figura 28-2: Analizador de gases AGS-688
Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

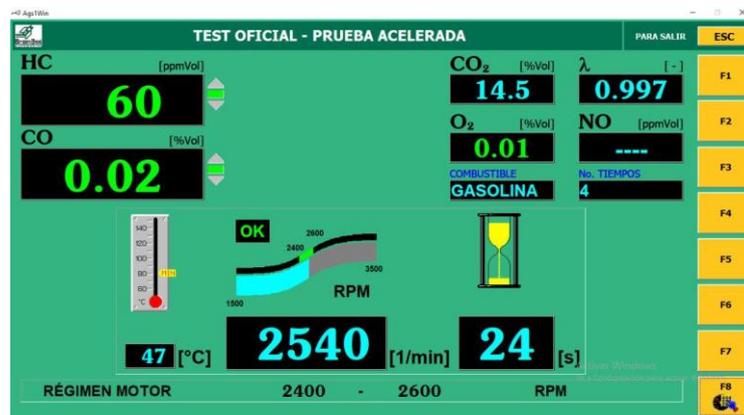


Figura 29-2: Software AGS-688
Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

2.3.3.1 Conjunto neumático

Para evitar taponamientos o resistencias en la cañería de gas está implantado un separador de la condensación y de esta forma aumentar el tiempo para un próximo mantenimiento. El diseño de fabricación es muy útil al momento de la separación del agua que se encuentra en los gases contaminantes. Dentro del equipo esta implementado un filtro que se divide en dos partes: un filtro de red y otro de coalescente. El equipo AGS-688 cuenta con una calibración extra la cual

consiste en un cilindro que contiene muestras de gas, a diferencia de otros equipos donde su calibración consiste en vacío de aire. En la parte posterior del equipo se puede encontrar la alimentación para el contador de revoluciones y medidor de temperatura que se las pueden hacer por medio físico o bluetooth (Mahle, B, 2021).



Figura 30-2: Conjunto neumático
Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

2.3.3.2 Campos de misión del AGS-688

Tabla 11-2: Campos de medición del AGS-688

CO	0	÷9,99	% vol.	Res. 0,01
CO2	0	÷ 19,9	% vol.	Res 0,1
HC hexano	0	÷ 9 999	Ppm vol.	Res 1
O2	0	÷ 25	% vol.	Res 0,01
NOX	0	÷ 5 000	Ppm vol.	Res 1
Lambda	0.5	÷ 5		Res 0,001
Revoluciones inductancia/capacitancia	300	÷ 9 990	Rpm	Res 10
Temperatura del aceite	20	÷ 150	°C	Res 1

Fuente: (Mahle, B, 2021)

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

2.3.4 Contador de rpm y medidor de temperatura MGT – 300

Se encarga de registrar las revoluciones por minuto del vehículo en base a un sensor de detonación el cual es de tipo inductivo, mientras que para la medida de la temperatura del motor se la registra por medio de una sonda que se la introduce en lugar de la bayoneta de medición del líquido de lubricación del motor. El equipo proporciona información en tiempo real con una señal clara y organizada (Mahle, B, 2021).

Opciones de registro de señal:

- Sensor de vibración
- Sonda de temperatura
- Conexiones a batería del vehículo



Figura 31-2: Equipo MGT - 300 EVO
Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

2.3.5 *Ensayo para la recepción de valores referente a los gases contaminantes de acuerdo a la norma NTE INEN 203:2000 y la norma NTE INEN 204:2002*

Pasos para la medición en modo estático de gases contaminantes emitidos por el escape del vehículo.

Se procederá a la toma de valores de acuerdo a como dicta la norma NTE INEN 203:2000 en la cual manifiesta:

- Someter el equipo a un precalentamiento y calibración como dicta el fabricante.
- Retirar todo el material, sustancia o agua que se encuentre acumulado en la sonda y que puede afectar a un correcto análisis.
- Revisar que el vehículo este en neutral o parqueo de ser automático.
- Para el instante de la recolección de datos, los accesorios dentro del vehículos a medir deben estas en estado off.
- Tomar en consideración que el escape este en optimas funciones sin ninguna alteración extra o con fugas, de ser el caso que presente modificación debe ser rechazado.
- El nivel del líquido de lubricación del motor debe estar entre los valores de máximo y mínimo.
- Dar marcha al motor hasta que alcance su temperatura estable.

- Si el vehículo no cumple con estos reglamentos no se podrá realizar la medición de gases (NTE INEN 2 203:2000).

Lectura

- Cerciorarse que los rpm estén en tiempo real.
- Antes de encender el vehículo, la sonda de medición del equipo ya debe estar fijada en el escape del mismo.
- El vehículo debe llegar a su temperatura normal de operación.
- Los valores obtenidos deben ser impresión por el software del equipo.
- Dependiendo del fabricante, pueden existir vehículos con dos salidas de escape, en estos casos tomar lectura de las dos salidos y aceptar como valor a considerar el más alto (NTE INEN 2 203:2000).

Informe de resultados

El resultado final será la mayor lectura registrada por el medidor de las lecturas obtenidas (NTE INEN 2 203:2000).

Las siguientes pruebas se realizaron en cuatro vehículos y se dividirán en dos bloques, el primero bloque con la implementación del termostato en cada vehículo, y el segundo bloque sin termostato. Dichas pruebas se las realizaron en cada vehículo a ralentí (800 rpm) y a 2500 rpm para cada caso.



Figura 32-2: Calibración del equipo de medición
Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.



Figura 33-2: Colocación de la sonda en el tubo de escape
Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.



Figura 34-2: Conexión a batería de equipo MGT-300 EVO
Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.



Figura 35-2: Instalación de la sonda para temperatura para el equipo MGT-300
Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.



Figura 36-2: Instalación de la sonda de golpeo para RPM del equipo MGT-300 EVO
Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

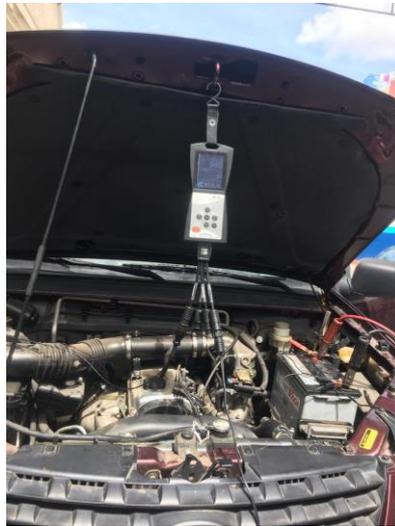


Figura 37-2: Equipo MGT-300 EVO instalado y conectado con analizador de gases AGS-688
Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

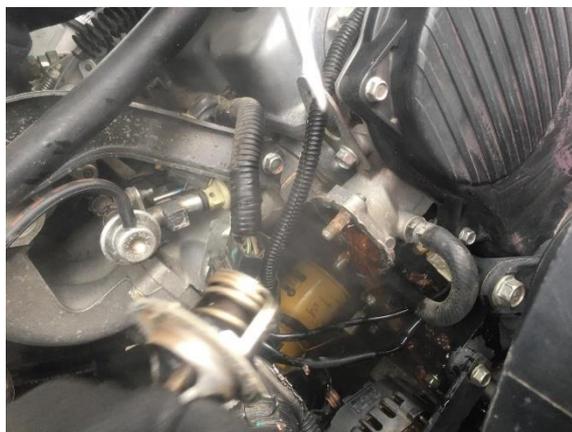


Figura 38-2: Circuito de enfriamiento con presencia de termostato
Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.



Figura 39-2: Circuito de enfriamiento sin termostato
Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

2.3.6 Técnicas de análisis

Para realizar el correcto análisis en la presente investigación, se hará uso de un software eficaz para un estudio estadístico de los datos obtenidos y el cual es herramienta de domino denominado: EXCEL, siendo muy útil para el tipo de análisis que necesita usar.

Excel

Excel es un software de hojas de cálculo electrónico que nos permite crear hojas de valores números, ingresar y procesar los datos tabulados de una forma automatizada mediante fórmulas, construir una base de datos, que mediante la investigación se vaya obteniendo. Además, crear graficas de manera eficaz para llegar a conclusiones, de manera estadística encontrar la mediana, media, desviación estándar y típica.

CAPITULO III

3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1 Emisiones de gases contaminantes

Para la obtención de datos sobre emisiones contaminantes del motor a gasolina se realizó 16 pruebas las cuales se dividieron en dos bloques, uno con la válvula termostato dentro de la salida del líquido refrigerante al motor y el otro sin termostato.

Dichos bloques se subdividieron en dos subgrupos en base a las RPM del motor, el primer subgrupo fue a marcha mínima o ralentí y en el otro subgrupo a 2500 rpm para comprobar su funcionamiento a diferentes cargas del motor. Cada prueba tubo un intervalo de una hora como mínimo, ya que las pruebas en el vehículo se las debe realizar con el motor en frio o a temperatura ambiente como lo manda o dicta en la norma ecuatoriana para emisiones contaminantes NTE INEN 2 203:2000, cada subgrupo tuvo un tiempo de toma de datos de 15 minutos, mientras que cada bloque tuvo un tiempo de toma de muestras de 1 hora.

Todos los datos que se muestran en la tabla 1-3 se los recolecto en la ciudad de Ambato a una altura de 2500 msnm.

Tabla 12-3: Resultados de pruebas de emisiones contaminantes

	Número de Vehículo	RPM [1/min]	HC [ppm Vol.]	CO [%Vol.]	CO2 [%Vol.]	O2 [%Vol.]	Lambda [-]
Con termostato	1	800	109	0.54	13.7	0.74	1.014
		2500	58	0.65	13.8	0.63	1.008
	2	800	283	0.60	13.6	0.88	1.012
		2500	248	0.60	13.7	0.75	1.007
	3	800	87	0.56	13.6	1.08	1.031
		2500	100	0.68	13.6	0.96	1.021
	4	800	27	0.02	14.6	0	0.998
		2500	15	0.02	14.6	0	0.999
Sin termostato	1	800	122	0.52	13.8	0.77	1.016
		2500	56	0.67	13.8	0.60	1.006
	2	800	276	0.75	13.6	0.82	1.005
		2500	200	0.61	13.8	0.79	1.010
	3	800	100	0.62	13.5	1.24	1.036
		2500	84	0.68	13.7	0.87	1.017
	4	800	65	0.01	14.5	0	0.997
		2500	57	0.02	14.5	0.01	0.998

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

3.1.1 Estudio individual por vehículo con termostato

VEHÍCULO UNO:

En el caso de la camioneta, en el equipo se registró dos niveles de régimen del motor, el primero a ralentí o marcha mínima y el segundo a 2500 revoluciones, en la tabla 13-3, los niveles de HC no superan los 200 ppm por vol. como así lo dice la norma NTE INEN 2 204:2002. Para el monóxido de carbono la variación no es mayor 0,5 % vol.; por otra parte, el dióxido de carbono para los dos regímenes es superiores a 13,5 % indicando una buena eficiencia del motor; cave recalcar que los niveles de oxígeno (O_2) no son superiores a 1 % indicando buena eficiencia del catalizador, para el caso del valor lambda los datos indican valores muy cercanos a 1 demostrando una mezcla estequiometria excelente.

Tabla 13-3: Datos de emisiones *sin termostato*, vehículo uno

	RPM [1/min]	HC [ppm Vol.]	CO [% Vol.]	CO ₂ [% Vol.]	O ₂ [%Vol.]	Lambd a [-]
LUV D-MAX	800	109	0,54	13,7	0,74	1,014
2.4 4X2	2500	58	0,65	13,8	0,63	1,008

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Para detallar los niveles de emisiones en los gráficos 1-3 y 2-3, se encuentra de forma lineal los datos emitidos por el vehículo a dos regímenes: ralentí y 2500 rpm.

Para el caso de HC y CO₂ en el gráfico 1-3, se aprecia que los niveles emitidos en ralentí para los hidrocarburos son mayores que al momento de encontrarse a 2500 rpm con una gran diferencia de 51 partes por millón de partículas, esto debido a que en ese régimen el termostato ya se encuentra parcialmente abierto a medida que los grados aumentan en el motor la válvula termostato gradualmente se abrirá hasta llegar a su grado de apertura máxima y se volverá a cerrar al momento que la temperatura tienda a bajar; para el caso del Dióxido de carbono en el gráfico que 2-3, se puede observar que no presenta una variación significativa en comparación a los hidrocarburos pero a su vez deducir que a medida que la carga del motor aumente el porcentaje de volumen de CO₂ también lo hará.

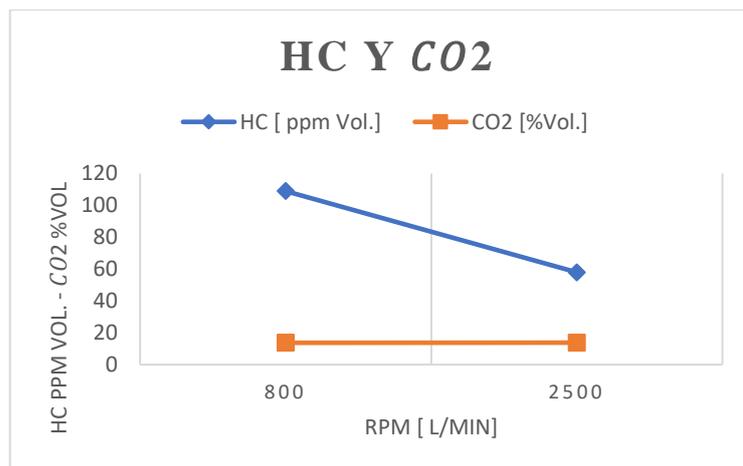


Gráfico 1-3: HC Y CO2 a ralentí y 2500 rpm con termostato, vehículo uno
Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

En el gráfico 1-3, se observa las líneas que representan al CO, O2 y lambda pertenecientes al vehículo número uno en condición de *con termostato*, donde los gases que presenta variaciones notables son el O2 y el CO, partiendo del CO cuyos valores tiende a subir junto con el régimen de carga del motor de igual manera aumenta, por otro lado el oxígeno tiene un comportamiento opuesto ya que a medida que las revolución por minuto del motor suben sus niveles de porcentaje bajan; por último el valor lambda el cual indica la relación de mezcla estequiométrica se encuentra parcialmente estable.

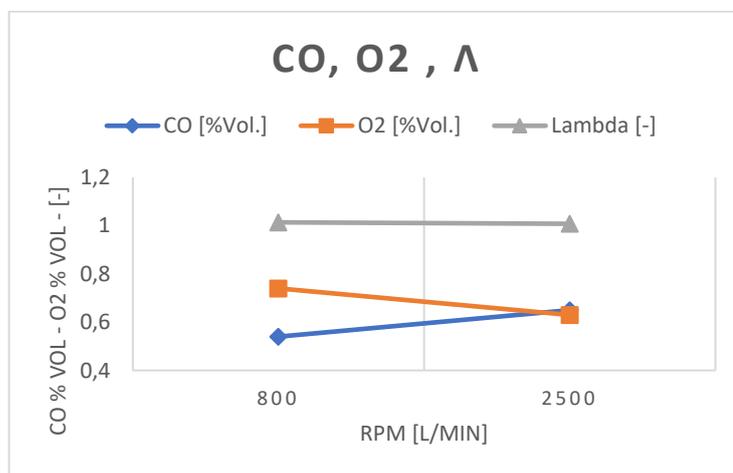


Gráfico 2-3: CO, O2, lambda a ralentí y 2500 rpm con termostato, vehículo uno
Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

VEHÍCULO DOS:

Para el vehículo dos en la tabla 14-3, se aprecia que los valores de hidrocarburos no quemados son elevados y sobrepasan del límite permitido que es 200 ppm por porcentaje de volumen para alturas entre 1500-3000 msnm, así como lo dice en la norma NTE INEN 2 204:2002. Por otro

lado, los niveles de CO son constantes tanto para ralentí como para 2500 rpm, de igual modo el CO₂ es mayor a 13,5 % lo que indica una buena condición del motor; para los valores de emisiones de oxígeno y lambda se encuentran dentro del rango permitido.

Tabla 14-3: Datos de emisiones *con termostato de vehículo dos*

	RPM [1/min]	HC [ppm Vol.]	CO [%Vol.]	CO ₂ [%Vol.]	O ₂ [%Vol.]	Lambda [-]
MAZDA	800	283	0,6	13,6	0,88	1,012
B2200	2500	248	0,6	13,7	0,75	1,007

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Para mejor apreciación en el gráfico 3-3, los niveles de HC son elevados indicando un problema en el sistema de encendido, a su vez a medida que aumenta el régimen del motor estos niveles de emisiones bajan referenciándose en la temperatura y al tiempo o ancho de pulso de inyección de cada inyector.

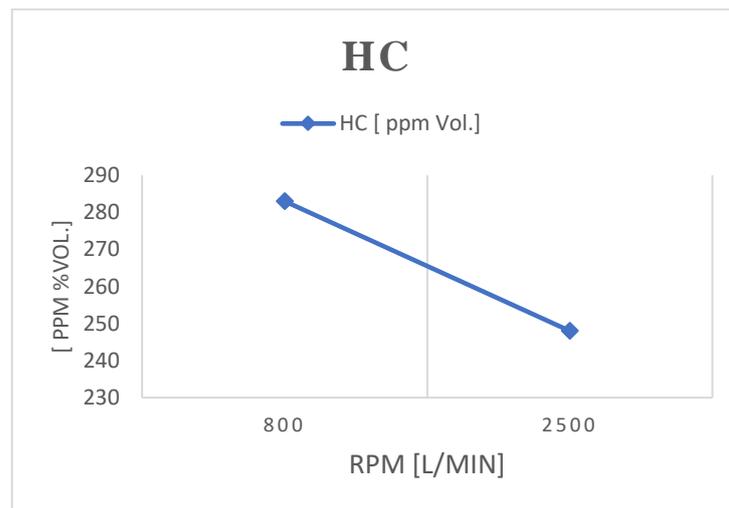


Gráfico 3-3: HC *con termostato, vehículo dos*

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Para el CO en el gráfico 4-3, se aprecia que los niveles de porcentaje de volumen aumentan en relación directa a las revoluciones por minuto del motor, cabe mencionar que a niveles superiores a 13,5% son reflejo de que no existen pérdidas considerables de energía.

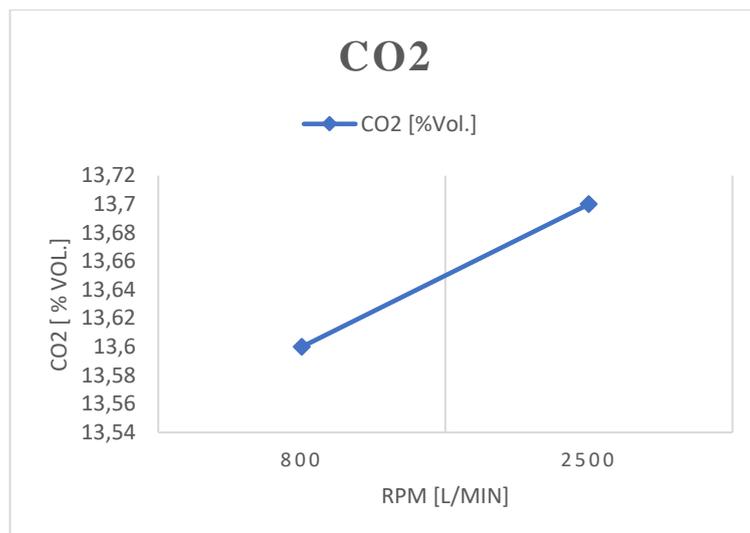


Gráfico 4-3: CO2 con termostato, vehículo dos
 Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

En el gráfico 5-3, los valores de O2 decrecen a medida que aumentan las revoluciones del motor reflejando que el convertidor catalítico se encuentra operando, mientras que el monóxido de carbono y lambda no presenta una variación significativa.

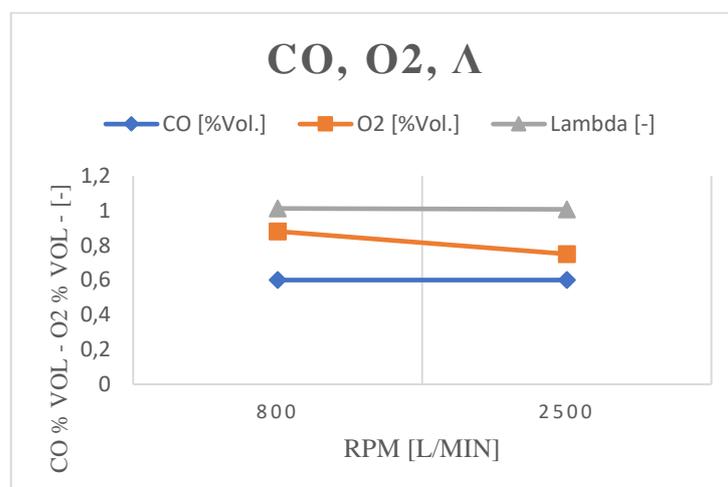


Gráfico 5-3: CO, O2 y lambda con termostato, vehículo dos
 Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

VEHÍCULO TRES:

En la tabla 4-3, se puede identificar los gases contaminantes a dos tipos de régimen como son a marcha mínima y 2500 rpm. Para los gases de Co y HC, estos se encuentran dentro del límite que dicta la norma NTE INEN 2 204:2002 establece para pruebas estáticas; el CO2 se mantiene en 13,6% Vol., mientras que la variación de O2 es de 0,12 % volumen siendo ligeramente mayor que uno a ralentí; Para lambda es por muy poco superior a 1 lo que indica que existe una cierta cantidad de aire mayor a la de combustible.

Tabla 15-3: Datos de emisiones *con termostato* de vehículo tres

	RPM [1/min]	HC [ppm Vol.]	CO [% Vol.]	CO2 [% Vol.]	O2 [% Vol.]	Lambda [-]
Vehículo 3	800	87	0,56	13,6	1,08	1,031
	2500	100	0,68	13,6	0,96	1,021

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Para mejor apreciación en el gráfico 6-3, los hidrocarburos no quemados se elevan en relación directa a las revoluciones del motor, además que el dióxido de carbono no presenta una diferencia significativa al aumentar el régimen de carga.

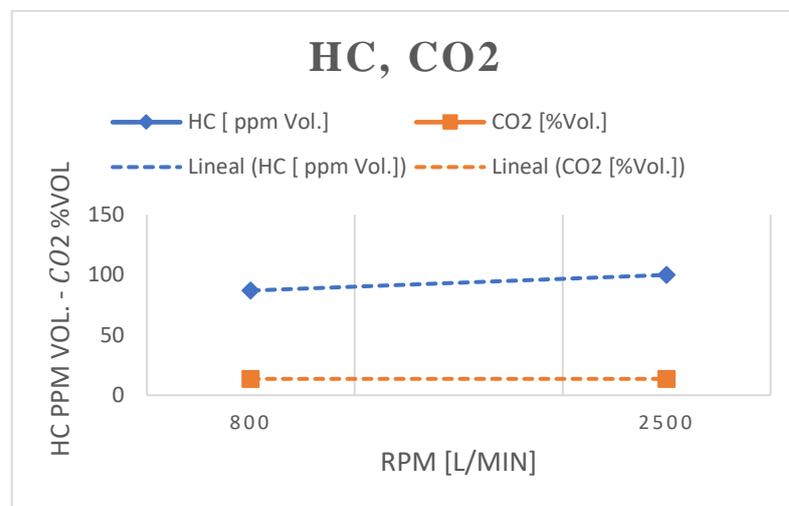


Gráfico 6-3: HC, CO2 *con termostato*, vehículo tres

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Cabe señalar que en la gráfica 7-3, el CO aumenta ligeramente a 2500 rpm tanto para ralentí como para 2500 rpm no sobrepasa el 1% de volumen cumpliendo con el límite que dicta la norma NTE INEN 2 204:2002. En cuanto al O2 sus valores disminuyen en baja proporción en relación a su valor a ralentí (1,08 % Vol.), por último, lambda no presenta una variación considerable.

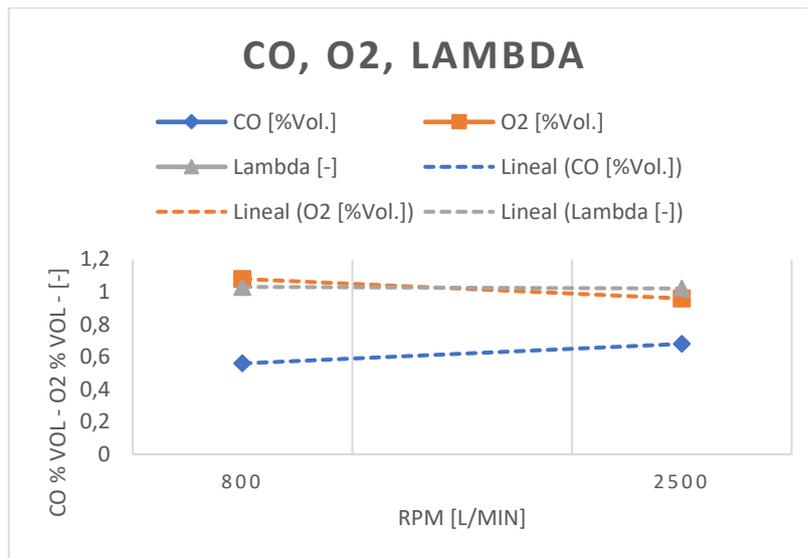


Gráfico 7-3: CO, O2, Lambda con termostato, vehículo tres
Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

VEHÍCULO CUATRO:

Inicialmente en la tabla 5-3, los datos de emisiones contaminantes con termostato del vehículo cuatro son muy buenos, empezando con los HC que presentan valores muy bajos indicando un buen sistema de encendido, seguido de los CO con un porcentaje de volumen muy por debajo del 1% que dice la norma NTE INEN 2 204:2002 como límite, continuando con el CO2 con 14,6% muy por encima de los 13,5 % demostrando una excelente eficiencia del motor, seguido del Oxígeno cuyo valor es 0 esto debido a un muy buen desempeño del catalizador, por último se tiene a lambda cuyos valores esta próximos a uno, reflejando una mezcla equilibrada de aire/combustible.

Tabla 16-3: Datos de emisiones con termostato de vehículo cuatro.

	RPM [1/min]	HC [ppm Vol.]	CO [% Vol.]	CO2 [% Vol.]	O2 [% Vol.]	Lambda [-]
WINGLE	820	27	0,02	14,6	0	0,998
	2530	15	0,02	14,6	0	0,999

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Para mayor ilustración en el gráfico 8-3, se aprecia que los niveles de hidrocarburos no quemados descienden a medida que las revoluciones por minuto del motor se elevan con una diferencia de 12 ppm de hidrocarburos; en cuanto al dióxido de carbono, este se mantiene estable tanto para ralentí o marcha mínima y para 2500 rpm.

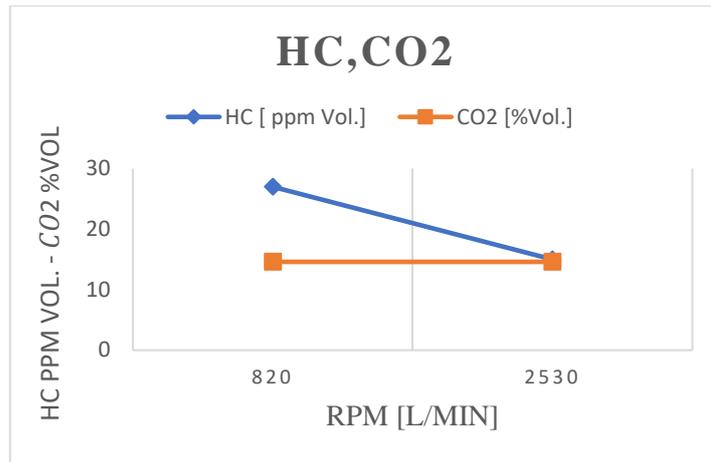


Gráfico 8-3: HC, CO2 con termostato, vehículo cuatro
 Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Después en la gráfica 9-3, el CO se mantiene en 0,02 % de volumen, y el O2 se encuentra en valores de cero para las dos condiciones de funcionamiento debido a que el catalizador absorbe el oxígeno expulsado en el escape.

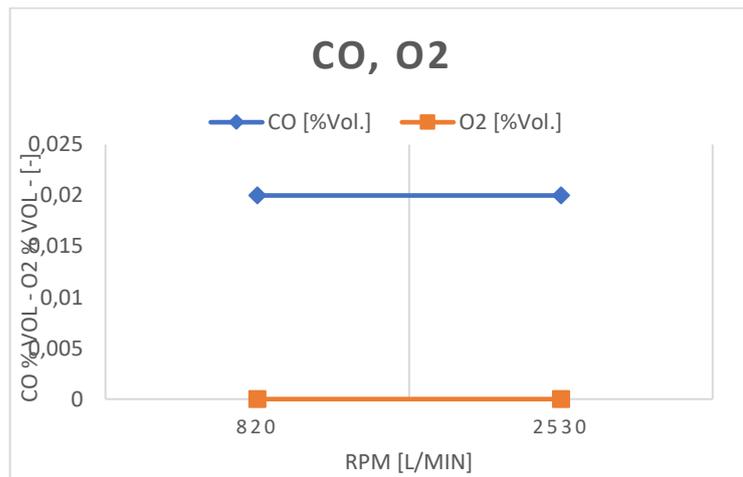


Gráfico 9-3: :CO, O2 con termostato, vehículo cuatro
 Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Por terminar en la gráfica 10-3, los valores de lambda no presentan una variación a considerar ya que están en una variación centesimal.

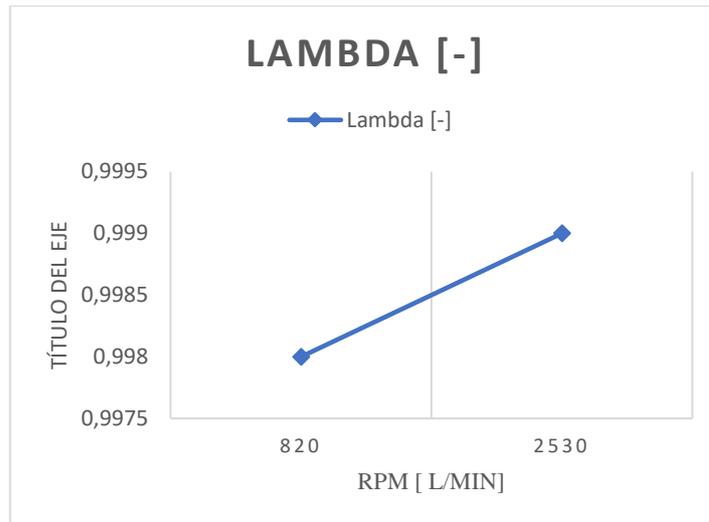


Gráfico 10-3: Lambda con termostato, vehículo cuatro
Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

3.1.2 Estudio del efecto individual por vehículo sin termostato

VEHÍCULO UNO:

En la tabla 6-3, se puede apreciar los niveles de emisiones de gases tanto para ralentí (800 rpm) y 2500 rpm cuando el vehículo está sin la válvula termostática, en el caso de los HC existe una gran diferencia de 66 ppm de porcentaje de volumen de hidrocarburos; seguido con el monóxido de carbono cuyo mayor valor es 0,67 % vol. cuando está a 2500 rpm, continuando con los gases se observa los datos del oxígeno que presenta una variación de 0,17 % volumen, por terminar se aprecia los valores de lambda que en condición de ralentí tienden a demostrar una mezcla ligeramente pobre indicando más cantidad de aire que de combustibles, para la condición de 2500 rpm lambda se acerca exactamente a 1 con un mínimo índice superior de 0,006.

Tabla 17-3: Datos de emisiones *sin termostato* de vehículo uno

	RPM [1/min]	HC [ppm Vol.]	CO [% Vol.]	CO2 [% Vol.]	O2 [% Vol.]	Lambda [-]
LUV D-AX 2.4 4X2	800	122	0,52	13,8	0,77	1,016
	2500	56	0,67	13,8	0,6	1,006

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Se hace necesario resaltar en el gráfico 11-3, que la línea de los HC tiende a decrecer a medida que aumentan el rpm del motor, pero dichos valores manteniéndose dentro de los límites permitidos por la noma NTE INEN 2 204:2002, por otra parte, para el caso del CO2 se mantiene linealmente constante en 13,8 % de volumen.

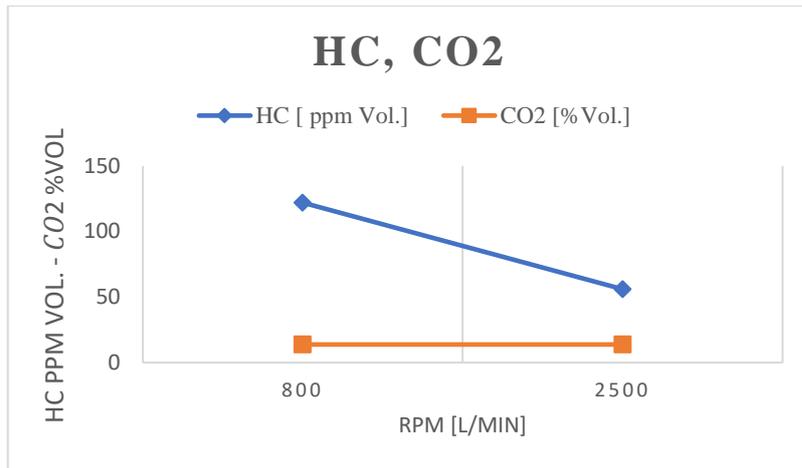


Gráfico 11-3: HC, CO2 *sin termostato, vehículo uno*
 Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Para el caso del gráfico 12-3, el CO aumenta en función directa al rpm, mientras que el O2 decrece como se ve en la gráfica, por terminar se observa que en lambda no existe una diferencia significativa tanto para ralentí como para 2500 rpm.

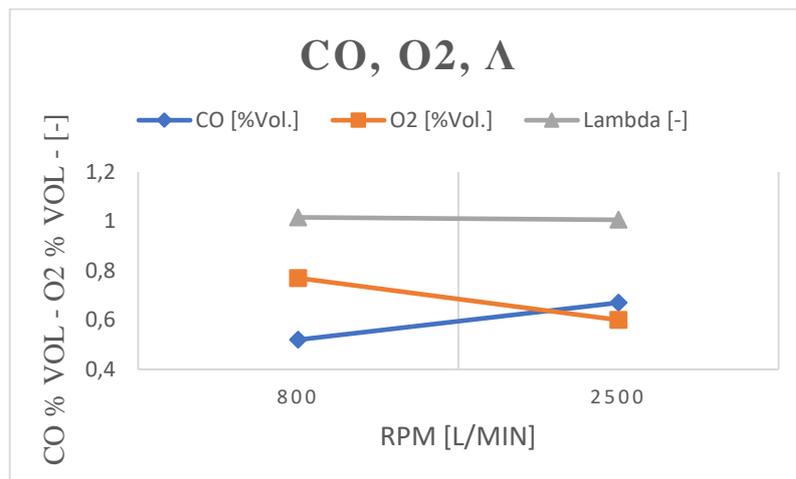


Gráfico 12-3: CO, O2, lambda *sin termostato, vehículo uno*
 Realizado por: El autor

VEHÍCULO DOS:

En la tabla 7-3, se muestran los datos recolectados de las emisiones contaminantes del motor del vehículo dos sin la válvula termostato en su sistema de refrigeración, inicializando con los hidrocarburos cuyo nivel de ppm a ralentí es 276 ppm % Vol., el cual supera significativamente a los límites estandarizados en la norma NTE INEN 2 204:2002 para instantes de ralentí con una diferencia de 76 ppm % Vol., con respecto a su valor en condición de 2500 rpm; acto seguido se tiene el CO con una variabilidad de 0,14 % Vol., siguiendo con el análisis está presente el CO2 sin una variación significativa y cuyos valores son superiores a 13,5% indicando buena eficiencia del motor; siguiente el Oxígeno con una variación de 0,03 % pero con valores que están dentro

de los límites; por último lambda cuyos datos para ralentí y 2500 rpm son muy próximos a uno indicando una mezcla aire combustible eficiente.

Tabla 18-3: Datos emisiones *sin termostato* de vehículo dos

	RPM [1/min]	HC [ppm Vol.]	CO [% Vol.]	CO2 [% Vol.]	O2 [% Vol.]	Lambda [-]
Mazda	800	276	0,75	13,6	0,82	1,005
B2200	2500	200	0,61	13,8	0,79	1,010

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Mediante el gráfico 13-3, el nivel elevado de HC a condición de ralentí reduce y llega a 200 ppm, cuando el motor está a 2500 rpm con un alto índice de contaminación.

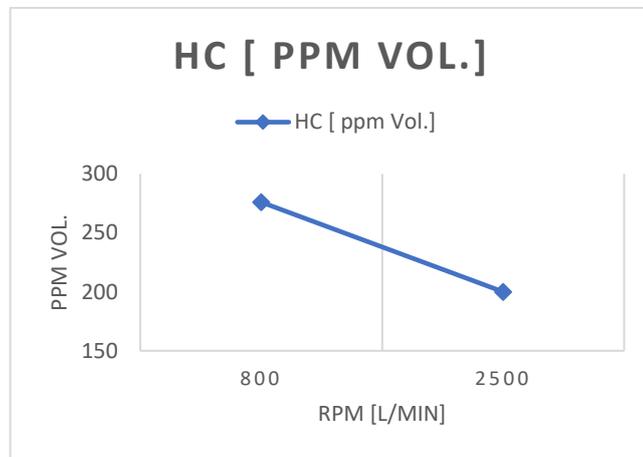


Gráfico 13-3: HC *sin termostato*, vehículo dos

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

En el gráfico 14-3, partiendo desde el CO con una carencia de diferencia a considerar y con niveles permitidos por la norma NTA INEN 2 202:2002; continuando con el O2 cuya grafica no presenta un cambio a tener en cuenta, su valor está por debajo del 1%, siendo señal positiva de que no presenta entradas falsas de aire; por el otro lado lambda tiende a ser por un mínimo de valores a ser una mezcla pobre.

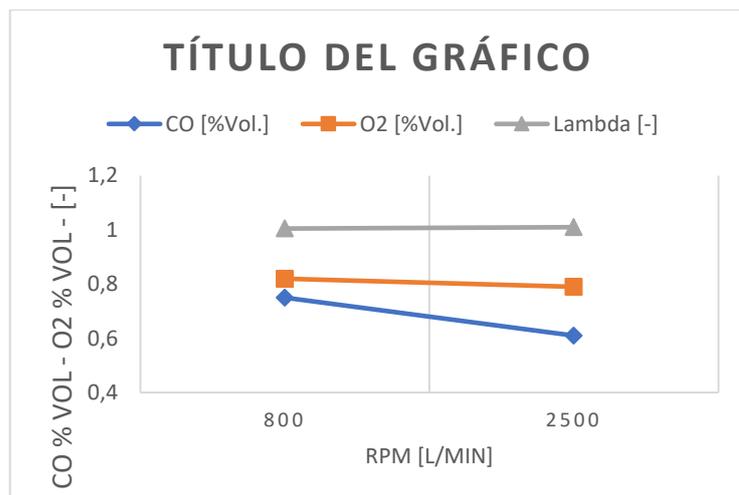


Gráfico 14-3: CO, O2, lambda *sin termostato*, vehículo dos
 Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Para el gráfico 15-3, los valores de CO2 se incrementan en proporción mínima de 0,02% Vol., considerando que sus aumentos no son significativos resulta en algo inofensivo para el ser humano

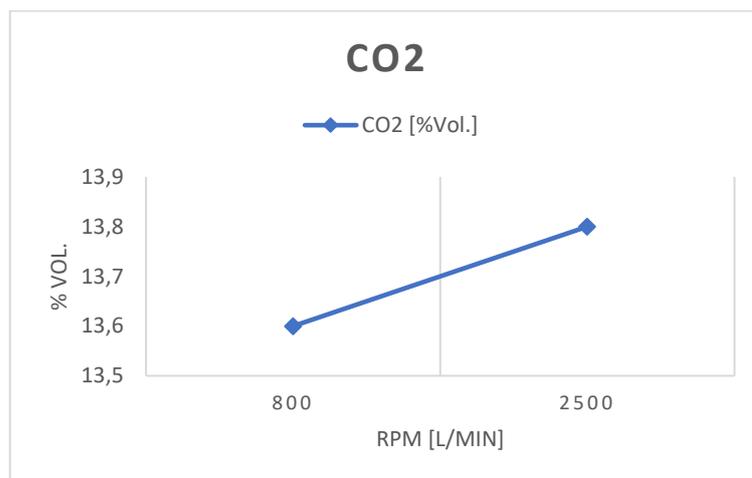


Gráfico 15-3: CO2 *sin termostato*, vehículo dos
 Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

VEHÍCULO TRES:

Para enfatizar en la tabla 8-3, se aprecian los valores obtenidos de la camioneta cuatro cuando el termostato no está en el circuito de enfriamiento. Comenzando con los datos de hidrocarburos (HC) evidenciando una diferencia notable de 16 ppm entre condición de ralentí y a 2500 rpm; para seguir con el CO que presenta niveles por debajo del uno por ciento entrando en el rango permisible según la norma NTE INEN 2 204:2002; después se tiene al CO2 con valores óptimos indicando un buen desempeño; para seguir se toma en cuenta al O2 que presenta un valor de 1,24 % en condición de ralentí, es decir un 0,24% más de lo estándar indicando una cantidad extra de

oxígeno en la combustión pero al alcanzar las 2500 rpm este valor está por debajo del 1% normalizándose; por finalizar con lambda cuyos valores están muy cercanos a cero indicando una mezcla estequiometria eficaz de aire combustible.

Tabla 19-3: Datos emisiones contaminantes *sin termostato* de vehículo tres

	RPM [1/min]	HC [ppm Vol.]	CO [% Vol.]	CO2 [% Vol.]	O2 [% Vol.]	Lambda [-]
MAZDA B2600	800	100	0,62	13,5	1,24	1,036
	2500	84	0,68	13,7	0,87	1,017

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

En el gráfico 16-3, se aprecia la recta de los niveles de HC en condición de ralentí y a un régimen de 2500 rpm cuando no está con termostato, se observa que decae a medida que el motor aumenta las revoluciones por minuto del motor debido a que el combustible inyectado es en menor volumen por cada cilindro.

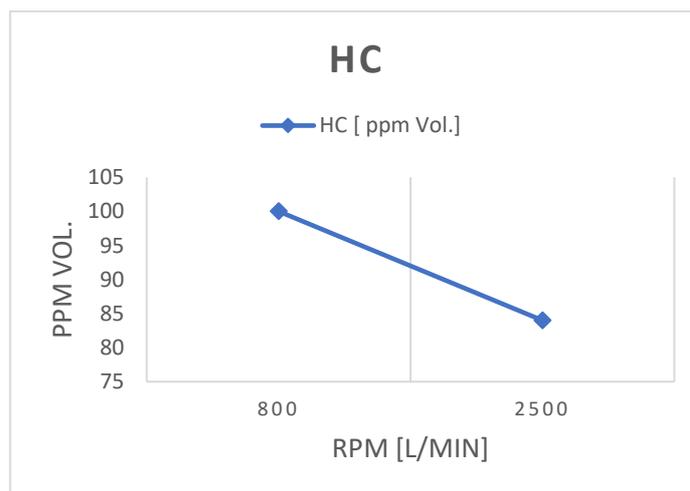


Gráfico 16-3: HC *sin termostato*, vehículo tres
Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Por otro lado, en el gráfico 17-3, para empezar, se observa la recta del CO no variar significativamente y mantenerse en un rango de 0,6-0,7 %; continuando con el oxígeno donde se percibe un pequeño descenso al aumentar el régimen del motor, entrando en valores óptimos según la norma de emisiones contaminantes; continuando con lambda que se mantenido prácticamente lineal en un valor aproximado a uno.

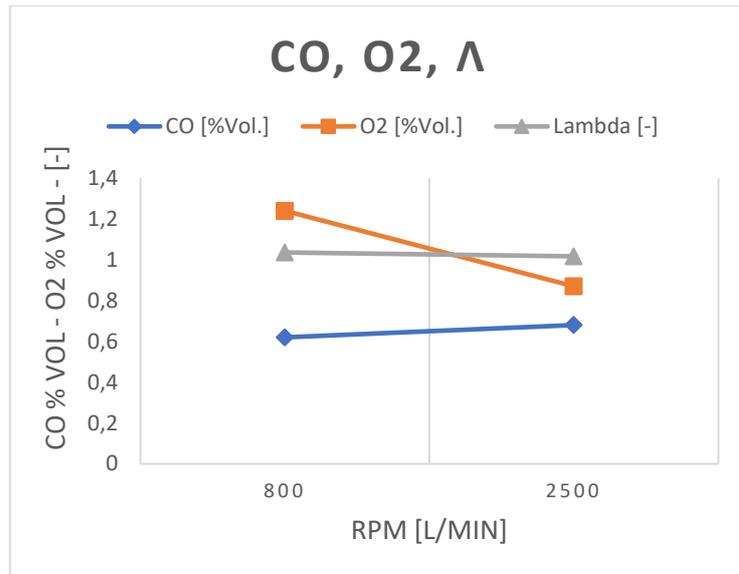


Gráfico 17-3: CO, CO₂, lambda *sin termostato*, vehículo tres
Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Para terminar con el gráfico 18-3, el CO₂ tiende a ascender en relación directa con las revoluciones por minuto del motor, indicando que se encuentra en región estequiometría

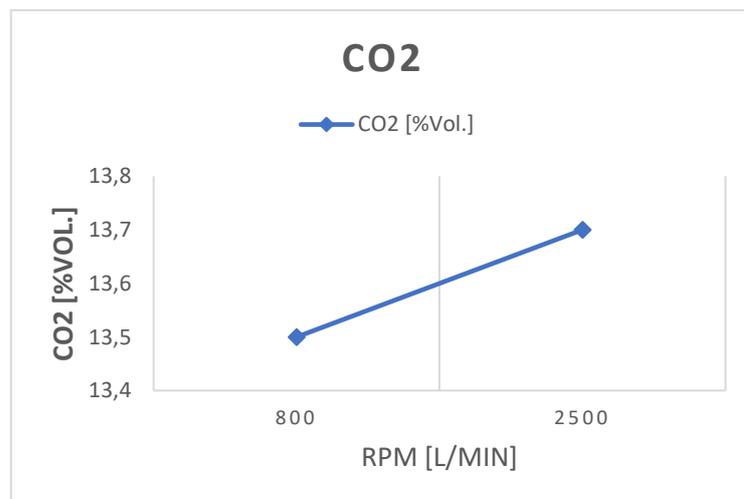


Gráfico 18-3: CO₂ *sin termostato*, vehículo tres
Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

VEHÍCULO CUATRO:

Para la camioneta cuatro marca de origen chino, se registraron los datos de emisiones contaminantes sin termostato, en la tabla 9-3, se evidencia que en los hidrocarburos existe una diferencia de 8 ppm, con 65 ppm en condición de ralentí y 57 ppm para un régimen de 2500 rev/min, dichos valores se encuentran dentro de los límites según la norma NTE INEN 2 204:2002; continuando se tiene al monóxido de carbono con valores muy bajos que tienden a llegar a cero, por otro lado el CO₂ con un valor superior a 13,5% aduciendo una excelente eficiencia

del motor; siguiente el oxígeno con valores por así decirlo de cero, reflejando un buen comportamiento del catalizador; por ultimo lambda el cual refleja si la mezcla es rica o pobre, muestra valores muy cerca de uno reflejando una mezcla aire combustible equilibrada.

Tabla 20-3: Datos emisiones contaminantes *sin termostato* de vehículo cuatro

	RPM [1/min]	HC [ppm Vol.]	CO [% Vol.]	CO2 [% Vol.]	O2 [% Vol.]	Lambda [-]
WINGLE	800	65	0,01	14,5	0	0,997
	2500	57	0,02	14,5	0,01	0,998

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

En el gráfico 19-3, los niveles de HC disminuyen a medida que aumenta el régimen del motor en un nivel no tan amplio, mientras que el dióxido de carbono se mantiene constante debido a la eficiencia del motor.

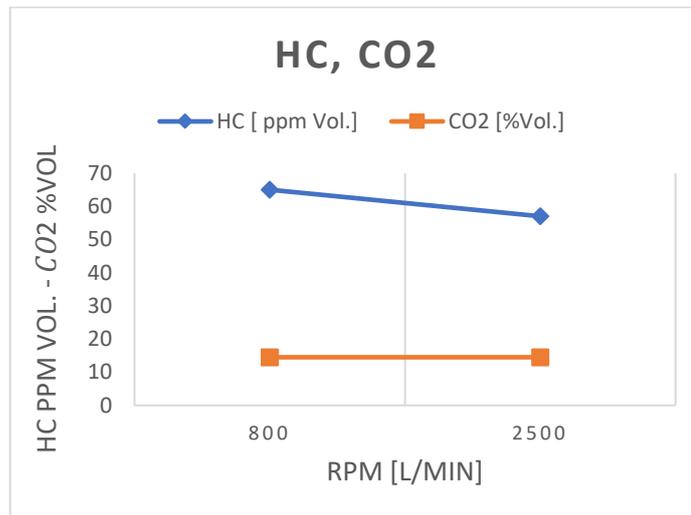


Gráfico 19-3: HC, CO2 *sin termostato*, vehículo cuatro

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Para el gráfico 20-3, la recta del CO es parcialmente creciente en función directa al régimen del motor, pero sus valores son bajos indicando que el sistema de inyección del motor está en estado óptimo funcionamiento, para el caso del O2 sus valores están relativamente en cero, pero su pequeña variación solo hace énfasis en un excelente funcionamiento del catalizador, ya que es el encargado de absorber el oxígeno en el escape.

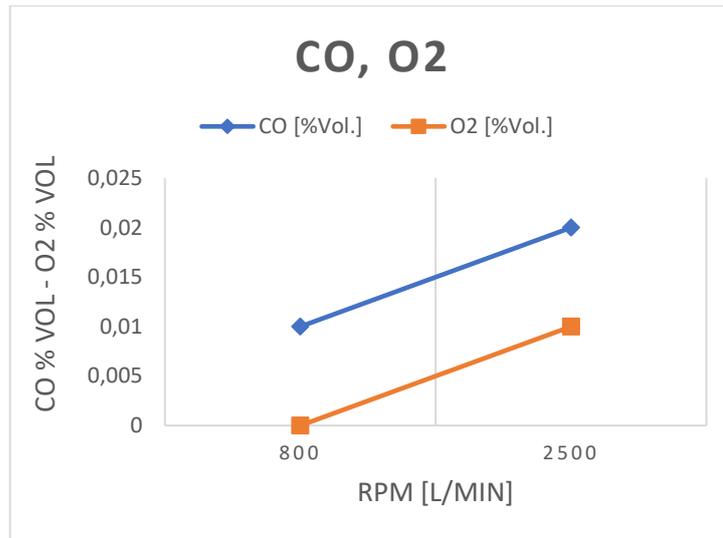


Gráfico 20-3: CO, CO2 *sin termostato*, vehículo cuatro
Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Por último, en el gráfico 21-3, la recta de lambda tiende a ser creciente en valores de centésima de décima, pero tiende a llegar a uno, es decir posee una mezcla equilibrada de aire – gasolina.

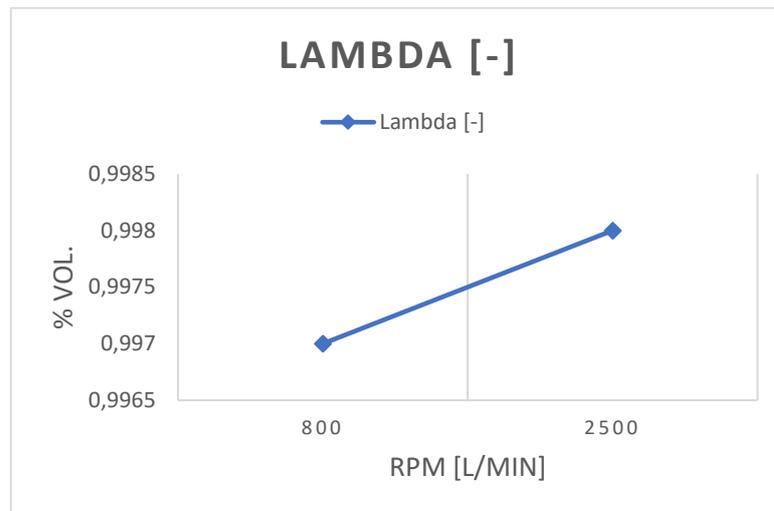


Gráfico 21-3: Gráfico 22-3: Lambda *sin termostato*, vehículo cuatro
Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

3.1.3 Estudio del efecto de hidrocarburos (HC)

En la tabla 10-3, observamos el promedio en partes por millón de los datos de hidrocarburos a marcha mínima o ralenti y a un régimen elevado de 2500 rev/min. Con el termostato presente al momento del encendido en frío a ralenti se tiene en promedio 126.5 ppm mientras que sin termostato en promedio se obtiene 140.75 ppm; como se observa, existe 14,25 ppm de HC más cuando esta sin termostato.

Con el motor a un régimen alto de 2500 rev/min, con termostato 105.25 ppm y por el otro lado sin termostato 99.25 ppm de hidrocarburos. Existiendo una diferencia de 6 ppm donde contaminará más cuando esté presente el termostato debido a que se encuentra cerrado.

Tabla 21-3: Resultados promedio de emisiones de HC

	RPM	Promedio HC [ppm Vol.]
Con Termostato	Ralentí (800)	126.5
	2500-2600	105.25
Sin Termostato	Ralentí (800)	140.75
	2500-2600	99.25

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Como se puede apreciar en el gráfico 22-3, los niveles de HC a marcha mínima son altos sin la válvula termostato en comparación a cuando está en el circuito de enfriamiento, y a medida que aumentamos el régimen de carga del motor a 2500 rev/min los niveles de hidrocarburos disminuyen, a este régimen los niveles de HC sin termostato tienden a ser los más bajos debido a que no existe un control de paso de líquido refrigerante hacia el radiador.

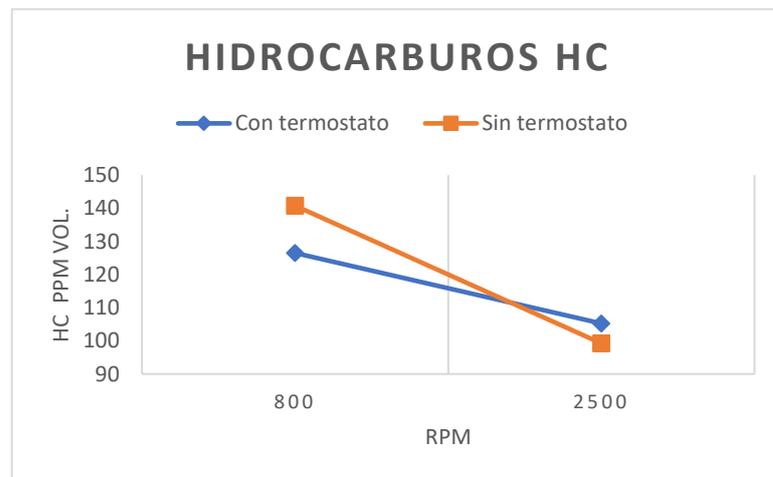


Gráfico 23-3: Relación Hidrocarburos (HC)

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

3.1.4 Estudio del efecto del monóxido de carbono (CO)

En la tabla 11-3, conviene recordar que se ha hecho un promedio de los valores para condiciones de ralentí y 2500 rev/min. En primer lugar, con termostato en marcha mínima se obtuvo un promedio de 0,43 % Vol., por otra parte, sin termostato y a la misma condición se registró 0,48 % Vol. de CO evidenciando un aumento de 0,05 % Vol.

Después, a condición de alto régimen (2500 rev/min) con la válvula termostato en promedio se recepto 0,49 % Vol., acto seguido en el mismo régimen de carga, pero sin termostato se llegó a

un promedio de 0,5 % Vol. de CO con una diferencia de 0.01% Vol.; conviene distinguir que la mayor variación de resultados se obtuvo a marcha mínima o ralentí.

Tabla 22-3: Resultados promedio de emisiones de CO

	RPM	Promedio de CO [% Vol.]
Con termostato	Ralentí	0,43
	2500	0,49
Sin termostato	Ralentí	0,48
	2500	0,5

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Para ilustrar mejor en el gráfico 23-3, la variación de niveles de emisión de CO emitidos en la condición *sin termostato* va a ser mayor a condición de ralentí como de igual manera a un régimen alto del motor (2500 rev/min), conviene especificar que a medida que las revoluciones por minuto del motor aumentan los niveles de emisiones con termostato se acercan más a los niveles en condición sin termostato.

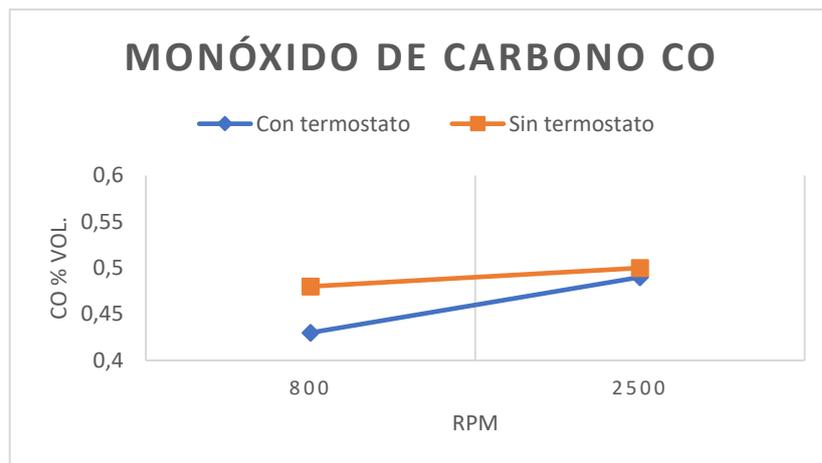


Gráfico 24-3: Relación monóxido de carbono

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

3.1.5 Estudio del efecto del dióxido de carbono CO2

En la tabla 12-3, hay que destacar que los promedios de los valores de CO2 no varían considerablemente, sobre todo porque estos gases están directamente relacionados con la eficiencia del motor a combustión interna naturalmente aspirado. Valores superiores o iguales a 13,5 % son sinónimo de buena combustión y cumple con los estándares como indica la norma (NTE INEN 2 203:2000).

Tabla 23-3: Resultados promedio de CO2

	RPM [rev/min]	Promedio de CO2 [% Vol.]
Con termostato	Ralentí 800	13,9
	2500	13,93
Sin termostato	Ralentí 800	13,85
	2500	13,95

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Observemos como en el gráfico 25-3, en instantes de ralentí existe una pequeña variación de 0,05 % de volumen de CO2 entre *con termostato* y *sin termostato*, además que a un elevado régimen de carga la variación es aún menor con 0,02% de volumen de dióxido de carbono. Como todos los resultados son mayores a 13,5% y enfatizando en que los vehículos no presentaban problemas en el encendido, los valores indican buena eficiencia de los motores.

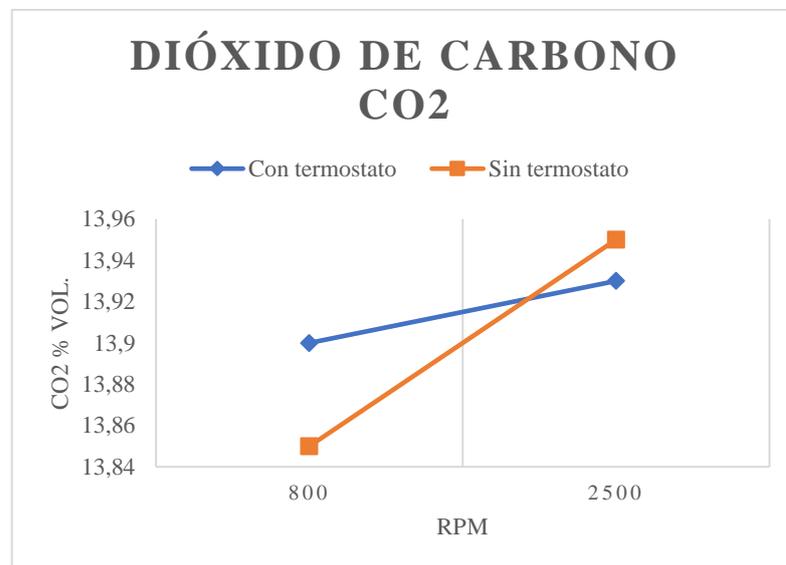


Gráfico 25-3: Relación dióxido de carbono
Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

3.1.6 Estudio del efecto del Oxígeno

Partiendo de la tabla 13-3, donde los promedios de emisiones de oxígeno tanto con termostato y sin termostato poseen variaciones; a ralentí existe 0,03% de volumen de O2 como varianza para las condiciones *con* y *sin* termostato, siendo el mayor valor 0,71% Vol. cuando en el circuito de enfriamiento presenta una ausencia de la válvula; por otra parte, para el régimen de 2500 rev/min la diferencia entre valores es 0,02% de volumen de oxígeno; es necesario incidir en que el mayor valor de porcentaje de oxígeno a 2500 rev/min es cuando el termostato está presente.

Tabla 24-3: Resultados promedio de O₂

	RPM [rev/min]	Promedio O ₂ [% Vol.]
Con termostato	Ralentí 800	0,68
	2500	0,59
Sin termostato	Ralentí 800	0,71
	2500	0,57

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Para ilustrar mejor en la gráfica 26-3, en condición *sin termostato* los niveles de emisiones son superiores sin embargo a medida que los rpm suben los niveles de emisiones de O₂ bajan, para el régimen alto del motor (2500 rpm) el mayor emisor de O₂ es en condición *con termostato*.

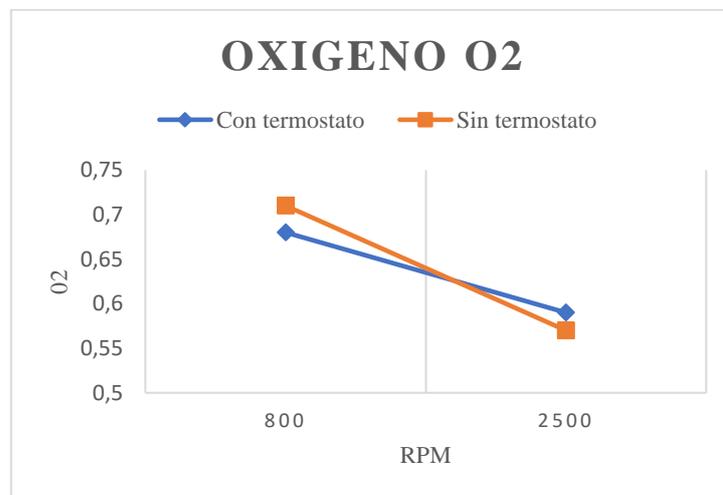


Gráfico 26-3: Relación de oxígeno

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

3.1.7 Relación de hidrocarburos entre los vehículos

Conviene especificar que en la tabla 14-3, se muestra los valores de hidrocarburos emitidos por cada vehículo tanto en marcha mínima y a 2500 revoluciones por minuto dividido en dos bloques, siendo el primero *con termostato* y el segundo *sin termostato*. Los valores son necesarios para determinar en qué condición y régimen los niveles de emisiones contaminantes son más elevados

Empezando con el vehículo uno, cuyos valores más notables son a ralentí con una diferencia de 13 ppm más en condición de *sin termostato*; seguido del vehículo dos, donde presenta una mayor diferencia de 48 ppm en 2500 revoluciones por minuto en condición de *sin termostato*; continuando con el vehículo tres, con un aumento de 13 ppm en marcha mínima en *sin termostato*; y por último el vehículo cuatro, donde la varianza más significativa se encuentra en 2500 revoluciones por minuto con una diferencia de 42 ppm en condición de *sin termostato*.

Tabla 25-3: Relación de HC entre vehículos

	rev/min	# Vehículo [ppm]			
		Vehículo 1	Vehículo 2	Vehículo 3	Vehículo 4
Con termostato	800	109	283	87	27
	2500	58	248	100	15
Sin termostato	800	122	276	100	65
	2500	56	200	84	57

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Para una mejor ilustración en el gráfico 27-3, se aprecia la comparativa entre las condiciones *con termostato* y *sin termostato* por cada vehículo, para los niveles de emisiones de partículas por millón de hidrocarburos a marcha mínima o ralentí, en donde para los vehículos uno, dos y tres se llegó a comprobar que los niveles más altos son cuando la el termostato no está en el sistema regulador de temperatura del motor de combustión interna a gasolina

Mientras que, para el vehículo dos, sus valores bajan tanto para ralentí o marcha mínima y para 2500 revoluciones por minuto en condición de *sin termostato*, en cuestión al vehículo numero dos se detectó que la vida útil de su convertidor catalítico está por terminar por cuestiones externas a esta investigación.

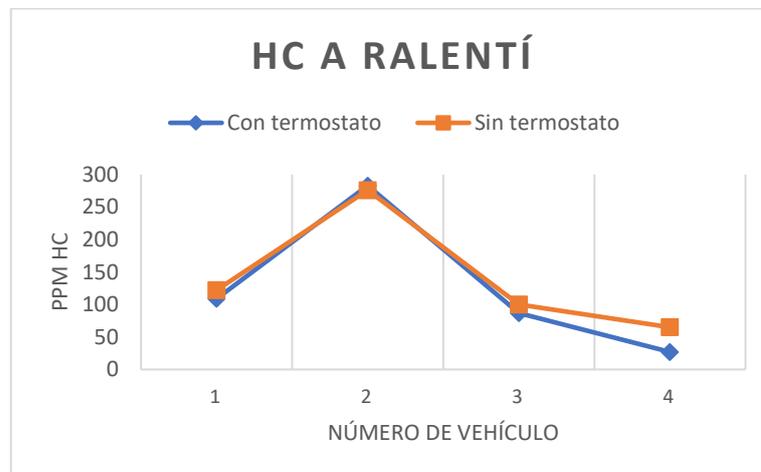


Gráfico 27-3: Relación de HC entre vehículos a ralentí

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Observemos como en el gráfico 27-3, a un régimen de motor de 2500 rev/min los niveles de hidrocarburos en condición de con termostato son superiores a los de sin termostato para los vehículos uno, dos y tres; mientras que, para el cuarto vehículo son inferiores. Cabe señalar que en proporción la mayoría de vehículos emiten menor cantidad de hidrocarburos cuando se encuentra a un régimen alto debido a que la válvula termostato se encuentra regulando la cantidad de líquido refrigerante que entrará al radiador, recordando que la presente investigación se enfoca en la incidencia del termostato.

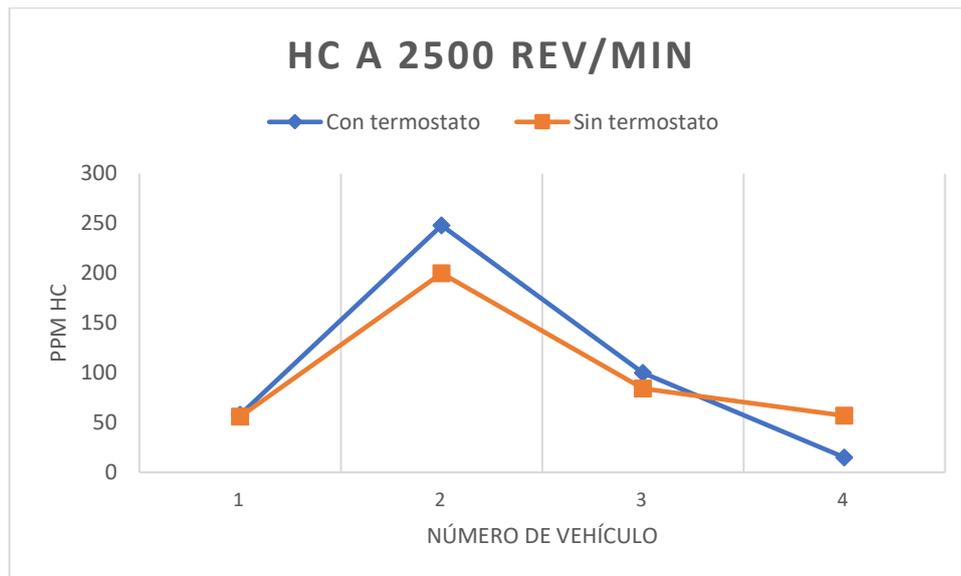


Gráfico 28-3: Relación de HC entre vehículos a 2500 rev/min
Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

3.1.8 Relación de monóxido de carbono entre los vehículos

En la Tabla 15-3, los niveles de CO no superan el 1% indicando estar dentro de los límites, también acotando una buena eficiencia del motor. Para empezar el análisis se partirá desde el vehículo número uno, donde sus valores tanto para ralentí y 2500 revoluciones por minuto tienen una diferencia de 0,02 % de volumen, siendo en condición de sin termostato y a 2500 revoluciones por minuto cuando tiene un aumento; por otro lado para el vehículo dos sus valores en con termostato se mantienen iguales, mientras que, en sin termostato sus valores aumentan siendo las más notable a 800 rpm; después, el vehículo tres con valores que varían en condición de ralentí con un aumento de 0,06% volumen en condición de “sin termostato; para finalizar esta presente al vehículo cuatro, donde sus valores no presentan variaciones significativas.

Tabla 26-3: Relación de CO entre vehículos

	rev/min	# Vehículo [% Vol.]			
		Vehículo 1	Vehículo 2	Vehículo 3	Vehículo 4
Con termostato	800	0,54	0,6	0,56	0,02
	2500	0,65	0,6	0,68	0,02
Sin termostato	800	0,52	0,75	0,62	0,01
	2500	0,67	0,61	0,68	0,02

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Por tanto, en el gráfico 29-3, a 800 rpm se aprecia que para los vehículos dos y tres existe una variación significativa siendo los valores más alto de porcentaje de CO cuando se encuentran en condición de sin termostato, mientras que para los vehículos uno y cuatro los valores con termostato son ligeramente superiores con un 0,02 y 0,01 de porcentaje de CO.

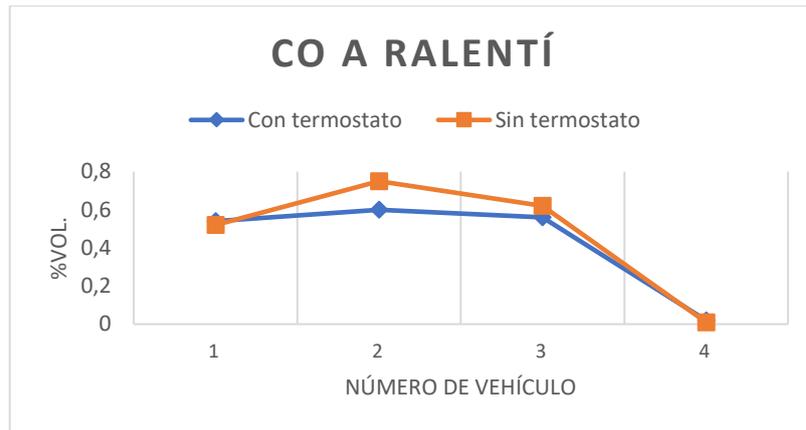


Gráfico 29-3: Relación de CO entre vehículos a ralentí
Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Observemos como en el gráfico 30-3, el régimen de motor para los cuatro vehículos es de 2500 revoluciones por minuto en donde los valores tanto con termostato y sin termostato tienden a ser iguales con excepción del vehículo número uno donde existe una ligera diferencia, siendo el valor más alto al que corresponde la condición de sin termostato. Esto debido a que a mayores revoluciones del motor la válvula termostato tiende a estar abierta simulando su carencia en el sistema y por consiguiente el líquido refrigerante circulara libremente hasta el radiador tanto en las dos condiciones de operación; cave recalcar que para el vehículo dos existe una pequeña diferencia de 0,01 de CO entre las dos condiciones de funcionamiento siendo 0,61 % de volumen CO cuando se encuentra sin termostato.

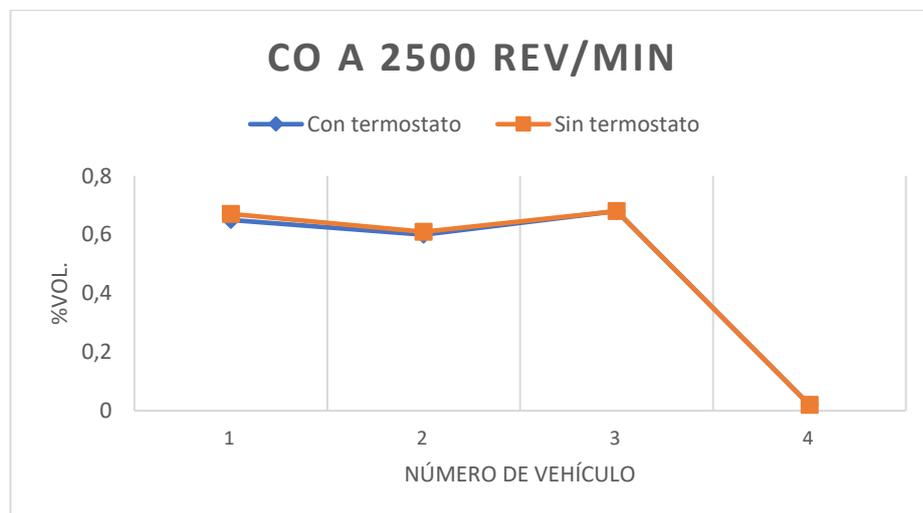


Gráfico 30-3: Relación de CO entre vehículos a 2500 rev/min
Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

3.1.9 Relación de dióxido de carbono entre los vehículos

Los valores de la tabla 16-3, corresponden a los niveles de CO₂ a ralentí y 2500 rev/min, dividido en dos bloques, el primero denominado con termostato y el segundo sin termostato, es necesario

incidir que niveles superiores o iguales a 13,5 % de volumen de CO2 son sinónimo de buena eficiencia del motor de combustión interna a gasolina. Recapitulando en los datos, empezaremos con el vehículo uno que presenta una mínima diferencia de 0,01 % mayor en ralentí y en condición de sin termostato, presentando valores iguales a 2500 rev/min; continuando con el vehículo dos donde se mantiene en 13,6% a ralentí tanto para con termostato y sin termostato y con un 0,01% de aumento en 2500 rev/min para la condición de sin termostato; después tenemos el vehículo tres donde su valor a ralentí en sin termostato decrece en 0,01% y a 2500 rev/min aumenta en 0,01%; para terminar, tenemos al vehículo cuatro donde sus valores tanto para ralentí y para 2500 rev/min en condición de con termostato son superiores en un 0,01% de volumen de dióxido de carbono.

Tabla 27-3: Relación de CO2 entre vehículos

	rev/min	# Vehículo [% Vol.]			
		Vehículo 1	Vehículo 2	Vehículo 3	Vehículo 4
Con termostato	800	13,7	13,6	13,6	14,6
	2500	13,8	13,7	13,6	14,6
Sin termostato	800	13,8	13,6	13,5	14,5
	2500	13,8	13,8	13,7	14,5

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

En el gráfico 31-3, se aprecia la relación de los valores con y sin termostato para cada vehículo a 800 rpm, donde se puede apreciar que para el vehículo uno el porcentaje de volumen de CO2 es mayor, mientras que para el vehículo dos se mantiene igual con y sin termostato; para los vehículos tres y cuatro es el caso contrario ya que los niveles superiores de porcentaje de dióxido de carbono son en condición de con termostato.

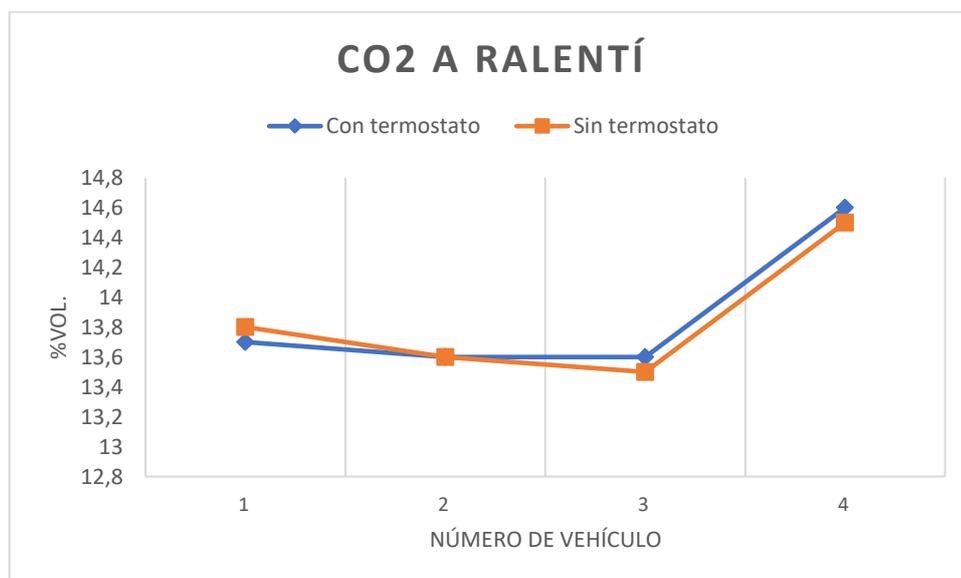


Gráfico 31-3: Relación de CO2 entre vehículos a ralentí

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

En el gráfico 32-3, se observa los valores de cada vehículo a un régimen de 2500 rev/min para la comparativa entre con termostato y sin termostato; para empezar se tiene al vehículo uno cuyos valores son iguales en las dos condiciones; después al vehículo dos, con el mayor valor en condición de sin termostato presentando una ligera diferencia; continuando está presente el vehículo tres donde su mayor valor es en condición de sin termostato con una mínima varianza; por último el vehículo cuatro que presenta su mayor valor en condición de con termostato enfatizando en que los datos no presentan una variación considerable.

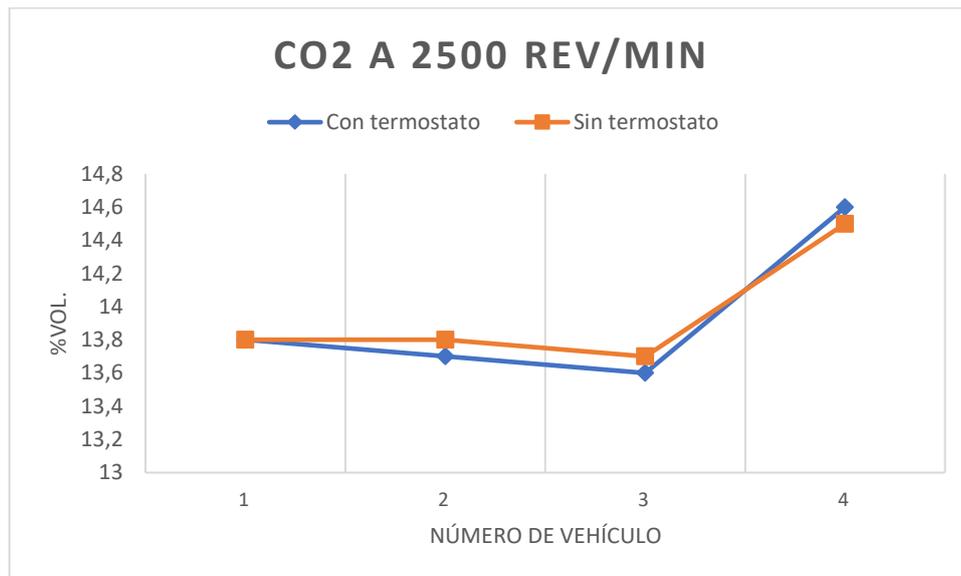


Gráfico 32-3: Relación de CO2 entre vehículos a 2500 rev/min
Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

3.1.10 Relación del Oxígeno entre los vehículos

En la tabla 17-3, se muestra los niveles de emisiones de oxígeno a ralentí y 2500 rev/min tanto para con termostato y sin termostato, cabe mencionar que a menor cantidad de volumen de oxígeno sea expulsado por el escape mayor será la eficiencia del catalizador. Volviendo al análisis empezaremos con el vehículo uno, que presenta su mayor valor de 0,77% en régimen de ralentí y condición sin termostato con una diferencia de 0,03% con respecto a la condición con termostato, para el régimen de 2500 rev/min en condición de sin termostato decrece a 0,6% con una diferencia de 0,13% indicando mayor eficiencia del catalizar a un alto régimen; por otro lado el vehículo dos presenta su mayor valor a ralentí y con termostato de 0,88% en relación a su condición de sin termostato de 0,82%, para el régimen de 2500 rev/min su mayor valor es 0,79% en condición sin termostato; continuando con el análisis tenemos el vehículo 3 el cual presenta valores ligeramente superiores al 1% siendo su mayor valor 1,24% en condición sin termostato y a ralentí, mostrando en el vehículo una pequeña ineficiencia del convertidor catalítico pero que a mayores revolución de motor reduce el porcentaje de oxígeno emito al exterior; para finalizar está presente el vehículo

cuatro, sus valores de oxígeno son cero con una muy pequeña excepción del régimen de 2500 rev/min a condición sin termostato que presenta un 0,01% de volumen de oxígeno, dándonos a entender que el convertidor catalítico del vehículo número cuatro se encuentra en perfectas condiciones de operación cumplimiento uno de sus objetivos en cual es absorber todo el oxígeno que es producto de la combustión del motor a gasolina.

Tabla 28-3: Relación de O2 entre vehículos

	rev/min	# Vehículo [% Vol.]			
		Vehículo 1	Vehículo 2	Vehículo 3	Vehículo 4
Con termostato	800	0,74	0,88	1,08	0
	2500	0,73	0,75	0,96	0
Sin termostato	800	0,77	0,82	1,24	0
	2500	0,6	0,79	0,87	0,01

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

En el gráfico 33-3, se aprecia los valores a 800 rpm, en donde los vehículos uno y tres presenta valores superiores en condición sin termostato, mientras que para el vehículo número dos el valor mayor es cuando esta la válvula termostato por que el motor llega su temperatura normal de funcionamiento en menor tiempo lo que conlleva a una mayor temperatura en los cilindros provocando un aumento en el oxígeno al momento de la combustión y posterior el en el escape aumentara el volumen de oxígeno, por ultimo para el vehículo cuatro sus valores son cero debido a que el catalizador absorbe todo el oxígeno; para añadir se puede apreciar en el grafico que el vehículo que presenta un convertidor catalítico menos eficiente, es el vehículo número tres ya que la diferencia entre sus valores es la mayor entre los cuatro.

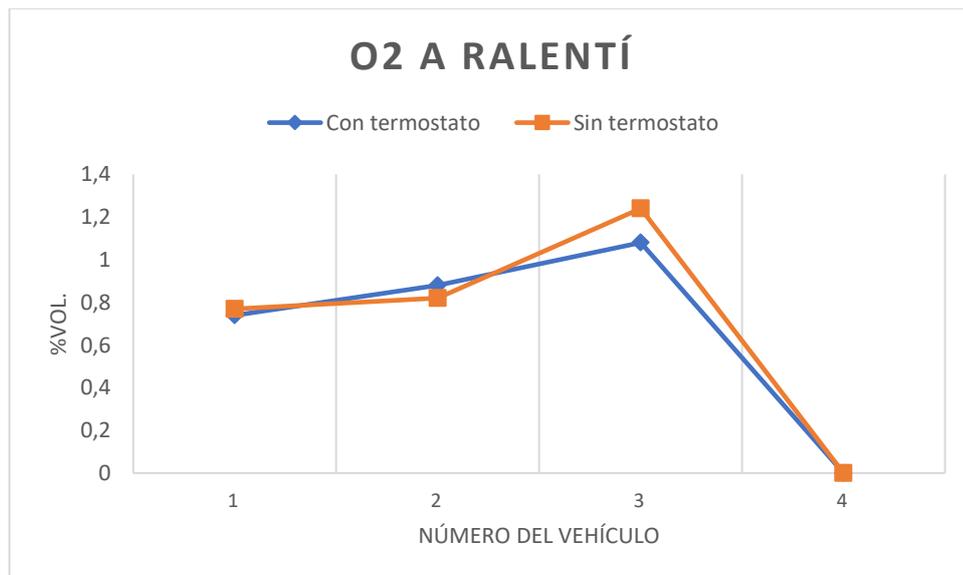


Gráfico 33-3: Relación de O2 entre vehículos a ralentí

Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

Para el gráfico 34-3, se aprecia los valores de volumen de oxígeno a un régimen de 2500 rev/min con termostato y sin termostato, enfatizado que para los vehículos dos y cuatro la condición sin termostato presenta los valores más altos, por otro lado, para los vehículos uno y tres la condición con termostato posee los valores más altos. Mediante la gráfica se evidencia claramente que el vehículo cuatro posee el catalizador con mayor eficiencia entre todos y que en el vehículo uno a un régimen alto emite menos cantidad de oxígeno en condición sin termostato.

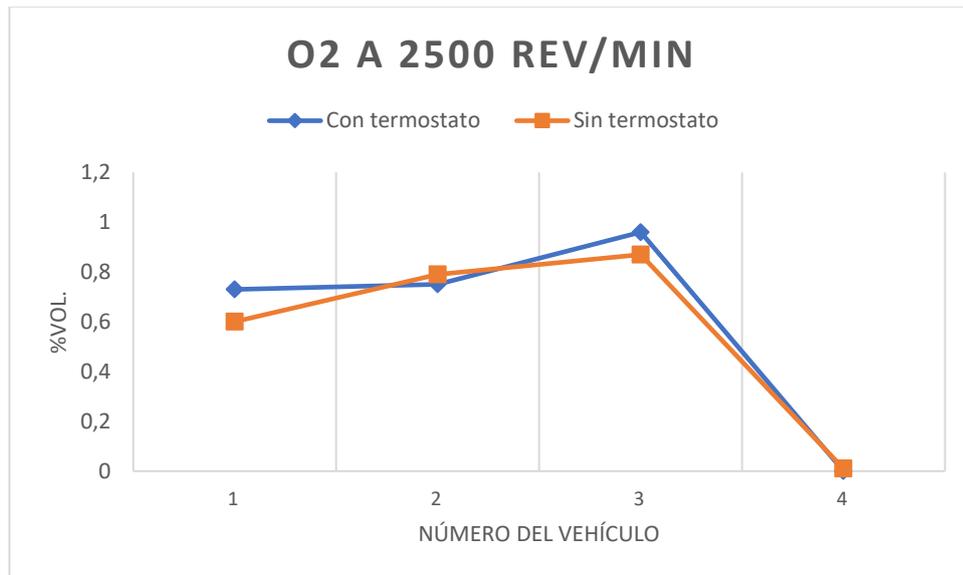


Gráfico 34-3: Relación de O₂ entre vehículos a 2500 rev/min
Realizado por: Lesano, Stalin, 2021.

CONCLUSIONES

- La válvula termostato es la encargada de permitir el paso del líquido refrigerante hacia el radiador la cual va abrir o cerrar dependiendo de la temperatura a la que se encuentre el líquido refrigerante, ubicado entre la manguera superior del radiador y el motor; su función es bloquear el sistema de enfriamiento para que el motor alcance la temperatura normal de funcionamiento (superior a los 80°C hasta los 100°C, dependiendo del fabricante) y mantenerla para evitar el sobrecalentamiento del motor; siendo crítico que se mantenga cerrado cuando el motor se encuentre operando.
- Los vehículos los cuales se hicieron las pruebas se encontraban en óptimo funcionamiento, los cuatro fueron camionetas de uso común en el País, inyección multipunto; usando el equipo AGS-688 se realizaron dos pruebas para cada vehículo, una con termostato y otra sin termostato a 800 y 2500 rev/min tal como pide el equipo y en base a los límites de HC y CO que dicta la norma aplicada para pruebas estática NTE INEN 2 204:2002 encontrando variación, siendo la más notable en los HC.
- Con la válvula termostato en buen funcionamiento esta se abrirá y cerrara de acuerdo a la temperatura a la que este el motor permitiendo que este trabaje con normalidad, por otro lado un termostato en mal funcionamiento tendrá tres posibles escenarios: el primero, se quedara abierto provocando que el motor trabaje en frio durante más tiempo de lo normal y este tarde más en llegar a su temperatura estable de funcionamiento en arranque en frio; segundo, se quedara parcialmente abierto; y por último, se quedará cerrado siendo este el peor de los escenarios ya que provocara que el líquido refrigerante no se refrigere en el radiador terminando en un sobrecalentamiento del motor.
- Para los hidrocarburos se llegó a evidenciar que, cuando los vehículos no contaban con termostato eran en un promedio de 14,25 más contaminantes en condición de ralentí; después, para el CO de igual manera en condiciones de ralentí y sin termostato eran en promedio un 0,05 % vol. más contaminantes; continuando con el dióxido de carbono CO₂, sus niveles estaban sobre los 13,5 % vol. en todas sus condiciones evidenciado eficiencia en el motor; y por último el Oxígeno O₂, que mostraba un 0,03% vol. más en condición de ralentí y sin termostato. Para la condición de 2500 rev/min los valores tienden a acercarse demostrando que no existe una variación considerable, llegando a la conclusión que sin termostato y en ralentí habrá valores elevados de HC y CO.

- Para los HC y CO de acuerdo a los valores dentro de lo permitido en la norma NTE INEN 204:2002 tanto para las pruebas con y sin termostato indican que se encuentran dentro de los valores permitidos, estando por debajo de las 200 ppm en caso de los hidrocarburos y por debajo del 1% vol. para el caso del CO, considerando que las pruebas se hicieron en Ambato a una altura de 2,500 msnm.

RECOMENDACIONES

- Para realizar la prueba, primero se debe constatar que en el escape no emita humo considerable ya sea azul, negro o blanco; ya que el equipo puede llegar a perjudicarse y de igual manera los resultados serán obviamente muy elevado en cada gas.
- Antes de comenzar con la toma de datos al vehículo se lo debe acelerar tres veces a 2500 rev/min para que elimine el exceso de agua condensada que presente en el escape, para reducir el margen de error en la toma de datos y se debe realizar la prueba de estanqueidad al equipo de emisiones de gases por cada jordana en la que se vaya a ocupar
- El equipo a utilizar deberá ser certificado, estar debidamente calibrado y contar con un mantenimiento constante de personal certificado, debido a que un mal mantenimiento o un equipo des calibrado arrojará lecturas erróneas.
- Se debe tomar muy en cuenta el año de fabricación del vehículo y a que altura sobre el nivel del mar se estén llevando a cabo la toma de datos, debido a que varían según estos aspectos los límites permitidos según la norma a aplicar.
- Al momento de retirar el termostato se pierde líquido refrigerante, por lo tanto, para la siguiente prueba se deberá completar el líquido perdido y hacer su debido sangrado de aire al sistema de refrigeración

GLOSARIO

Catalizador: Para los motores de combustión interna, es un dispositivo que, mediante una sustancia catalizadora, produce reacciones que disminuyen la toxicidad de los gases de la combustión (REAL ACADÉMIA ESPAÑOLA, 2021).

E.C.U: Es la parte central del sistema de control del motor, que esta formado por un microprocesador, su hardware periférico y software de control (Dong et al., 2011 pág. 9).

Factor Lambda: Es la mezcla aire-gasolina dosificada al motor; es decir, una composición proporcionada de un kilogramo de gasolina por 14,7 kilogramos de aire (Rojas et al, 2020 pág. 2).

M.C.I: Son motores térmicos de desplazamiento positivo o volumétricos, en los que el trabajo se obtiene mediante el desplazamiento lineal del émbolo de un mecanismo biela manivela (De Antonio y Muñoz, 2015 pág. 27).

Radiador: Conjunto de tubos o compartimentos en contacto con el aire, para producir el enfriamiento del agua del Sistema de Refrigeración de un motor. Comprende un núcleo central, que se une arriba y abajo con sendos depósitos llamados "Superior" e "Inferior". Por la forma del Núcleo se dividen en: "Panal", "Laminar" y "Tubular", estos últimos los que están usando casi la totalidad de los vehículos (Muller, F, 2002 pág. 65).

Ralentí: Número mínimo de revoluciones por minuto de un motor cuando no se acciona el acelerador y no está engranada ninguna velocidad (REAL ACADÉMIA ESPAÑOLA, 2021).

MEP: Motor de encendido provocado, basa su funcionamiento en un ciclo termodinámico provocado denominado OTTO, presenta suministro de calor a volumen constante teniendo incremento de presión en el interior de la cámara de combustión (Cargua y Castelo, 2017).

BIBLIOGRAFÍA

AMBACAR CÍA LTDA. *Great Wall Wingle S* [blog]. Ecuador, 2019. [Consulta: 12 julio 2021]. Disponible en: <https://www.ambacar.ec/autos-nuevos/great-wall/camionetas/wingle-s-cabina-doble>

ARMAS, S. "Vehiculos chinos ganan participación en el mercado de Ecuador". *Spanish.peopledaily* [en línea], 2019, (Ecuador) 1(3), pp. 1-8. [Consulta 12 mayo 2021]. ISSN 1620-4841. Disponible en: <http://spanish.peopledaily.com.cn/n3/2019/0221/c31620-9548411.html>

AZIENDALI, Dati. *Termostatos* [blog]. Franci: 2018. [Consulta: 25 mayo 2021]. Disponible en: <https://www.facet.eu/es/productos/gestion-termica/termostatos/>

CALERO, Edison; et al. "Evaluación de Ruta de las Emisiones Vehiculares en Frío a 2850 msnm con Oxigenación de Gasolina a Base de Etanol". *Congreso de ciencia y tecnología ESPE* [en línea] , 2018, (Ecuador) 13(1), pp.46-47. [Consulta: 20 mayo 2021]. ISSN 1390-4663. Disponible en: <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/cienciaytecnologia/article/view/571>

CARGUA COLCHA, Fabián Alejandro, &, CASTELO VALDIVIESO, Juan Carlos. Determinación de la variación de par motor, potencia y perdidas mecánicas en un motor de encendido provocado (MEP) en función de la presión atmosférica y temperatura ambiente a través del método de aceleración libre [En línea]. (Trabajo de titulación). (Maestría) Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Mecánica. Quito. 2017. pp. 3-4. [Consulta: 2 julio 2021]. Disponible en: <http://biblioteca.espoch.edu.ec/Tutoriales/Norma%20ISO%20690.pdf>.

COCHEESPAÑOL. *Mazda 2200 Especificaciones* [blog]. [Consulta: 20 junio 2021]. Disponible: <http://www.automotriz.mobi/coches/cars-trucks-autos/sedans/135871.html>

Clavijo, M. et al. "Determinación de los gases contaminantes CO y HC en fuentes móviles a gasolina en el cantón la Mana, provincia de Cotopaxi". *Ciencia Digital* [en línea], 2018 (Ecuador) 2(4.2), pp. 115-1. [Consulta: 01 de Mayo]. ISSN 105-130. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/329869225_DETERMINACION_DE_LOS_GASES_CONTAMINANTES_CO_Y_HC_EN_FUENTES_MOVILES_A_GASOLINA_EN_EL_CANTON_LA_MANA_PROVINCIA_DE_COTOPAXI.

Darquea, D. Estudio de emisiones contaminantes utilizando combustibles locales. *INNOVA Research Journal* [en línea], 2018, (Ecuador) 3(3), pp: 28-29. [Consulta: 1 mayo 2021]. ISSN 23-34. Disponible en: <https://revistas.uide.edu.ec/index.php/innova/article/view/635>

D. Hui, H. Bo, W. Dafang y Z. Guifan. "The ECU Control of Diesel Engine Based on CAN", *IEEE XPLORED* [en línea], 2011, (China), pp. 734-736. [Consulta: 1 julio 2021]. ISSN 1196-1594. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5750725/authors#authors>.

DOMINGUÉZ SARIANO, Esteban;& FERRER RUÍZ, Julian. *Mecánica del vehículo* [en línea]. Madrid-España: Editex S,A., 2019. [Consulta: 12 mayo 2021]. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=q42XDwAAQBAJ&pg=PA54&dq=sistema+de+refrigeracion+del+vehiculo&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiItp_ZtZXuAhXhtlkKHTFHCIYQ6AEwA3oECAQQAg#v=onepage&q=sistema%20de%20refrigeracion%20del%20vehiculo&f=false

ELVIA ALBA, Elvia. Construcción y operación de un sistema anticontaminante vehicular con tecnología de plasma acoplado a un lecho de nanoestructuras [En línea] (Trabajo de titulación). (Doctorado) Universidad autónoma del estado de México, Toluca, México. 2016. pp. 32-33. [Consulta: 12 junio 2021]. Disponible en: http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/65666/TESIS_DOCTORADO_ELVIA%20ALVA%20ROJAS%20%28total%20final%29-split-merge.pdf?sequence=3&isAllowed=y

EP PETROECUADOR. *Más de 1.258 millones de galones de gasolinas fueron despachados por EP Petroecuador para el sector automotor durante 2019* [blog]. Quito-Ecuador, 6 de enero del 2020. [Consulta: 20 julio 2021]. Disponible en: <https://www.eppetroecuador.ec/?p=7980>

FICHASMOTOR. *CHEVROLET LUV D.MAX 2.4L (124 CV)* [blog]. Ecuador, 2021. [Consulta 12 julio 2021]. Disponible en: <https://fichasmotor.com/chevrolet/chevrolet-luv-d-max-2-4i-124-cv/>

FUENTES ACEVEDO, Carlos. *Sistemas del motor; alimentación-refrigeración* [blog]. Scribd, 2012. [Consulta: 16 mayo 2021]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/carlos-esteban/sistema-del-motor-alimentacin-refrigeracin>

GÁLVEZ RODRÍGUEZ, Alejandro Israel, & PAUCAR ZHAGUI, David Jesús. Análisis de la influencia del sobrecalentamiento del motor de combustión interna en la degradación del aceite lubricante [en línea].(Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Politécnica Salesiana,

Cuenca, Ecuador. 2020.pp.8-9. [Consulta 2021-05-04]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18762>

GRANELL, Alicia. 2020. *El termostato del coche, ¿ qué es y cuales son sus características?* [blog].RO-DES, 2014. [Consulta: 3 junio 2021]. Disponible en: <https://www.ro-des.com/mecanica/termostato-coche-que-es-y-caracteristicas/>

González, R, RODRIGUEZ, Y; GARCIA, Y, FERNANDEZ. Consumo de combustible de los motores de combustión interna. *Revista ciencias técnicas agropecuarias* [en línea], 2010, (Cuba) 19(1), pp 01-08. [Consulta: 03 mayo 2021]. ISSN 2071-0054. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542010000100001

GATES CORPORATION. *Termostatos* [blog]. Denver, Colorado, 2021. [Consulta: 3 junio 2021]. Disponible en: <https://www.gatetechzone.com/es/productos/turismos-y-vehiculos-comerciales-ligeros/termostatos>

HERNÁNDEZ, José. *Información técnica termostatos.* [blog]. La Plata, Argentina: S.A.I.C, 2020. [Consulta: 25 mayo 2021]. Disponible en: <http://www.diametal.com.ar/00esquema.htm>

LARREA, Juan, &, RIOFRÍO, José. *Anuario de estadísticas de transporte* [blog]. Quito: INEC, 2019. [Consulta 14 junio 2021]. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/2018/2018_ANET_PPT.pdf

López, Y. *CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE LOS MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA* [blog]. [Consulta: 3 mayo 2021]. Disponible en: https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:rDatbqnALDMJ:scholar.google.com/+incidencia+del+termostato+en+el+consumo+de+combustible&hl=es&as_sdt=0,5

MAHLE, Brain Bee. Analizador de los gases de escape [blog]. 2021. [Consulta: 20 julio 2021]. Disponible en: <https://www.brainbee.mahle.com/brainbee/es/product-lines/emission/ags-688/>

MULLER, F. *Diccionario técnico de mecánica de automóviles* [en línea]. Santiago de Chile-Chile: FEMUSA, 2002. [Consulta: 2 julio 2021]. Disponible en: <https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=documentos/10221.1/61186/1/207689.pdf&origen=BDigital>

NTE INEN 2 203:2000. *Gestión ambiental, aire, vehículos automotores. Determinación de la concentración de emisiones de escape en condiciones de marcha mínima o "ralentí. Prueba estática.*

NTE INEN 2204. *GESTIÓN AMBIENTAL. AIRE. VEHÍCULOS AUTOMOTORES. LÍMITES PERMITIDOS DE EMISIONES PRODUCIDAS POR FUENTES MÓVILES TERRESTRES QUE EMPLEAN GASOLINA*

NUÑÉZ PÉREZ, Carlos Santiago. ESTUDIO DE EMISIONES DE GASES EN VEHÍCULOS A GASOLINA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO CAMPUS HUACHI [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. 2018. pp 24-25. [Consulta: 15 junio 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29538/1/Tesis%20I.%20M.%20507%20-%20N%c3%ba%c3%bl ez%20P%c3%a9 rez%20Carlos%20Santiago.pdf>

PARDIÑAS, José, & FEIJO, Ramón. *Sistemas auxiliares del motor* [en línea]. España: Editex, S.A., 2018. [Consulta: 10 junio 2021]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=4hhfDwAAQBAJ&pg=PA236&dq=emisiones+contaminantes+del+motor&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjiyeDWppnuAhXqx1kKHaj0Bw0Q6AEwAHoECAUQA#v=onepage&q&f=false>

PÉREZ DARQUEA, D. 2018. "Estudio de emisiones contaminantes utilizando combustibles locales". *INNOVA Research journal*, 2018, (Ecuador) 3(3), pp.26-28. [Consulta: 16 mayo 2021]. ISSN 2477-9024. Disponible en: <https://revistas.uide.edu.ec/index.php/innova/article/view/635>

POSADA, Francisco; et al. *Cumbre sudamericana sobre el control de emisiones vehiculares 2018* [blog]. Buenos Aires: 26 y 27, septiembre, 2018. [Consulta: 20 mayo 2021]. Disponible en: https://theicct.org/sites/default/files/ICCT_SouthAmerSummit2018_rpt_ESP.pdf

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. *Diccionario de la lengua española* [en línea]. 23 ed. Madrid-España. [Consulta: 1 julio 2021]. Disponible en: <https://dle.rae.es/catalizador?m=form>

REBELO, J. *Termostato, descripción, propiedades y uso automotriz* [blog] .2018. [Consulta: 4 mayo 2021]. Disponible en: <https://automecanico.com/auto2002/termostatoj.html>

REBELO, J. *Termostato, descripción, propiedades y uso automotriz* [blog] .2018. [Consulta: 4 mayo 2021]. Disponible en: <https://automecanico.com/auto2002/termostatoj.htm>

RIVAS, M. *Mantenimiento de sistemas de refrigeración y lubricación de los motores térmicos* [en línea] 6.0 España: ELEARNING S.L. 2020. [Consulta 12 mayo 2021]. Disponible en : https://books.google.com.ec/books?id=O35XDwAAQBAJ&printsec=copyright&source=gbs_p ub_info_r#v=onepage&q&f=false

RIVAS, M. *Mantenimiento de sistemas de refrigeración y lubricación de los motores térmicos* [en línea] 6.0 España: ELEARNING S.L. 2020. [Consulta 12 mayo 2021]. Disponible en : https://books.google.com.ec/books?id=O35XDwAAQBAJ&printsec=copyright&source=gbs_p ub_info_r#v=onepage&q&f=false

ROCHA, Juan; et al. "Análisis de Gases del Motor de un Vehículo a través de Pruebas Estáticas y Dinámicas". *Researchgate* [en línea], 2018, (Ecuador) 11(28), pp. 98-99. [Consulta: 20 mayo 2021]. Número ISSN 2528-7737. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/329840872_Analisis_de_Gases_del_Motor_de_un_V ehiculo_a_traves_de_Pruebas_Estaticas_y_Dinamicas

ROCHA, Juan; et al. "Análisis de Gases del Motor de un Vehículo a través de Pruebas Estáticas y Dinámicas". *Researchgate* [en línea], 2018, (Ecuador) 11(28), pp. 98-99. [Consulta: 20 mayo 2021]. Número ISSN 2528-7737. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/329840872_Analisis_de_Gases_del_Motor_de_un_V ehiculo_a_traves_de_Pruebas_Estaticas_y_Dinamicas

ROJAS REINOSO, Edgar Vicente; ROMERO HIDALGO, Vicente Javier y PANCH RAMOS, Johnny Marcelo. "Análisis del comportamiento de las emisiones de CO₂, CO y del factor lambda de un vehículo con sistema de inyección convencional con catalizador y sin catalizador". *Ingenius* [en línea], 2020, (Ecuador), pp. 23-29. [Consulta: 2 julio 2021]. ISSN 1390-650X. Disponible en: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-860X2020000100023.

ROVIRA DE ANTONIO, Antonio, &, MUÑOZ DOMINGUEZ, Marta. *Motores de combustión interna* [en línea]. Madrid-España: UNED, 2015. [Consulta: 1 julio 2021]. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=-EflCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA6&dq=MCI+MOTOR+DE+COMBUSTI%C3%93N+INTER>

[NA&ots=D16ntJsx0s&sig=N1rwqEUAFsTIVE9zVfhUIFPwA-U#v=onepage&q=MCI%20MOTOR%20DE%20COMBUSTI%C3%93N%20INTERNA&f=false](#).

TORRES, Enrique: et al." Optimización del uso de Refrigerante para Disminuir la Emisión de Contaminantes en Motores de Combustión Interna". *Revista Tecnológica ESPOL RTE* [en línea], 2017, (Ecuador) 30(1), pp. 1-2. [Consulta: 20 mayo 2021]. ISSN 1390-3659. Disponible en : <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/483>

VALLEJO PINOS, Cristian Eduardo. Análisis del desempeño de varios tipos de refrigerantes utilizados en los motores de combustión interna ciclo Otto, y su incidencia en la eficiencia de un motor de un vehículo liviano [En línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad Tecnológica Equinoc, Quito, Ecuador. 2016. pp. 30-31. [Consulta: 2021-05-25]. Disponible en: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14092/1/65637_1.pdf

VILLAR CIVES, Jaime. La sonda lambda como elemento de control de emisiones [en línea] (Trabajo de titulación). (Ingeniería Mecánica) Universidad Carlos III de Madrid Escuela Politécnica Superior, Lagánas, Madrid.2011. pp 24-26. [Consulta: 2021-05-04]. Disponible en: https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/13127/PFC_Jaime_Cives_Vilar.pdf?sequence=1&isAllowed=y

VINTIMILLA JARRÍN, Pedro Francisco. Análisis de resultados de la medición de emisiones de gases contaminantes de fuentes móviles para partir de la implementación de la revisión técnica vehicular en el cantón Cuenca. [En línea]. (Trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad politécnica salesiana sede Cuenca , Cuenca, Ecuador. 2015. pp 5-6. [Consulta: 4 junio 2021]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7647/1/UPS-CT004530.pdf>

ANEXOS

A

		TEST OFICIAL GASES DE ESCAPE	
ANALIZADOR GASES		AGS-688	TACÓMETRO
Número de Serie	:	190708001376	Número de Serie
Número de Homologación	:	M00292EST006AcNET2	Número de Homologación
Fecha vencimiento calibración	:	07/02/2021	Fecha vencimiento calibración
DATOS TALLER			
ELECTROMECANICA MUQUINCHE			
AV. CARLOS RUBIRA INFANTE Y CUEVA CELU		0993714260	
AMBATO		hugomuquinche@hotmail.com	
DATOS DEL VEHICULO			
Placa	:	TBC 2555	No. Chasis
Marca	:	CHEVROLET	No. Tubos de Escape
Modelo	:	LUV D-MAX CD OPTIMA TM 2.4 4X2	2 Tiempos / 4 Tiempos
Año de Construcción	:	2013	Odómetro
Combustible	:	GASOLINA	
LIMITES PRESCRITOS			
Temperatura Motor	:	80 [°C]	
Régimen Motor al Mínimo	:	500 - 1200 [1/min]	Régimen Motor en Aceleración
O ₂	:	5.0 [%Vol]	CO
			HC
			2400 - 2600 [1/min]
			1.0 [%Vol]
			200 [ppmVol]
VALORES MEDIDOS			
PRUEBA AL MINIMO		PRUEBA EN ACELERACIONE	
Temp. Motor	:	#80 [°C]	Temp. Motor
RPM	:	840 [1/min]	RPM
CO	:	0.52 [%Vol]	CO
CO ₂	:	13.8 [%Vol]	CO ₂
O ₂	:	0.77 [%Vol]	O ₂
HC	:	122 [ppmVol]	HC
Lambda	:	1.016 [-]	Lambda
			#80 [°C]
			2550 [1/min]
			0.67 [%Vol]
			13.8 [%Vol]
			0.60 [%Vol]
			56 [ppmVol]
			1.006 [-]
RESULTADO DEL TEST		: APROBADO CON FALTA TIPO 1	
Fecha y hora de inicio prueba	:	31/12/2020	13:39:25
Fecha y hora de termine prueba	:	31/12/2020	13:44:14
Examinador	:	VICTOR HUGO MUQUINCHE	
Firma			

B

		TEST OFICIAL GASES DE ESCAPE	
ANALIZADOR GASES		AGS-688	TACÓMETRO
Número de Serie	:	190708001376	Número de Serie
Número de Homologación	:	M00292EST006Ac/NET2	Número de Homologación
Fecha vencimiento calibración	:	07/02/2021	Fecha vencimiento calibración
DATOS TALLER			
ELECTROMECHANICA MUQUINCHE			
AV. CARLOS RUBIRA INFANTE Y CUEVA CELI		0993714260	
AMBATO		hugomuquinche@hotmail.com	
DATOS DEL VEHICULO			
Placa	:	PWE 0166	No. Chasis
Marca	:	MAZDA	No. Tubos de Escape
Modelo	:	B2200	2 Tiempos / 4 Tiempos
Año de Construcción	:	2007	Odómetro
Combustible	:	GASOLINA	
LIMITES PRESCRITOS			
Temperatura Motor	:	80 [°C]	Régimen Motor en Aceleración
Régimen Motor al Mínimo	:	500 - 1200 [1/min]	2400 - 2600 [1/min]
O2	:	5.0 [%Vol]	CO
			1.0 [%Vol]
			HC
			200 [ppmVol]
VALORES MEDIDOS			
PRUEBA AL MINIMO		PRUEBA EN ACELERACIONE	
Temp. Motor	:	#80 [°C]	Temp. Motor
RPM	:	#800 [1/min]	RPM
CO	:	0.60 [%Vol]	CO
CO2	:	13.6 [%Vol]	CO2
O2	:	0.88 [%Vol]	O2
HC	:	283 [ppmVol]	HC
Lambda	:	1.012 [-]	Lambda
			1.007 [-]
RESULTADO DEL TEST : RECHAZADO			
Fecha y hora de inicio prueba	:	31/12/2020 12:52:57	
Fecha y hora de termine prueba	:	31/12/2020 12:56:40	
Examinador	:	VICTOR HUGO MUQUINCHE	
Firma			

C

		TEST OFICIAL GASES DE ESCAPE	
ANALIZADOR GASES		AGS-688	TACÓMETRO
Número de Serie	:	190708001376	Número de Serie
Número de Homologación	:	M00292EST006AcNET2	Número de Homologación
Fecha vencimiento calibración	:	07/02/2021	Fecha vencimiento calibración
DATOS TALLER			
ELECTROMECHANICA MUQUINCHE		0993714260	
AV. CARLOS RUBIRA INFANTE Y CUEVA CELI		hugomuquinche@hotmail.com	
AMBATO			
DATOS DEL VEHICULO			
Placa	:	PWE 0166	No. Chasis
Marca	:	MAZDA	No. Tubos de Escape
Modelo	:	2200	2 Tiempos / 4 Tiempos
Año de Construcción	:	2017	Odómetro
Combustible	:	GASOLINA	
LIMITES PRESCRITOS			
Temperatura Motor	:	80 [°C]	
Régimen Motor al Mínimo	:	500 - 1200 [1/min]	Régimen Motor en Aceleración
O2	:	5.0 [%Vol]	CO
			HC
VALORES MEDIDOS			
PRUEBA AL MINIMO		PRUEBA EN ACELERACIONE	
Temp. Motor	:	#80 [°C]	Temp. Motor
RPM	:	#1200 [1/min]	RPM
CO	:	0.75 [%Vol]	CO
CO2	:	13.6 [%Vol]	CO2
O2	:	0.82 [%Vol]	O2
HC	:	276 [ppmVol]	HC
Lambda	:	1.005 [-]	Lambda
RESULTADO DEL TEST		: RECHAZADO	
Fecha y hora de inicio prueba	:	31/12/2020	11:34:57
Fecha y hora de termine prueba	:	31/12/2020	11:52:39
Examinador	:	VICTOR HUGO MUQUINCHE	
Firma			

F

		TEST OFICIAL GASES DE ESCAPE	
ANALIZADOR GASES		AGS-688	TACÓMETRO
Número de Serie	:	190708001376	Número de Serie
Número de Homologación	:	M00292EST006AcNET2	Número de Homologación
Fecha vencimiento calibración	:	07/02/2021	Fecha vencimiento calibración
DATOS TALLER			
ELECTROMECHANICA MUQUINCHE			
AV. CARLOS RUBIRA INFANTE Y CUEVA CELI		0993714260	
AMBATO		hugomuquinche@hotmail.com	
DATOS DEL VEHICULO			
Placa	:	TBO -752	No. Chasis
Marca	:	MAZDA	No. Tubos de Escape
Modelo	:	B2600	2 Tiempos / 4 Tiempos
Año de Construcción	:	2008	Odómetro
Combustible	:	GASOLINA	
LIMITES PRESCRITOS			
Temperatura Motor	:	80 [°C]	Régimen Motor en Aceleración
Régimen Motor al Mínimo	:	500 - 1200 [1/min]	: 2400 - 2600 [1/min]
O ₂	:	5.0 [%Vol]	CO
			: 1.0 [%Vol]
			HC
			: 200 [ppmVol]
VALORES MEDIDOS			
PRUEBA AL MINIMO		PRUEBA EN ACELERACIONE	
Temp. Motor	:	#80 [°C]	Temp. Motor
RPM	:	#800 [1/min]	RPM
CO	:	0.62 [%Vol]	CO
CO ₂	:	13.5 [%Vol]	CO ₂
O ₂	:	1.24 [%Vol]	O ₂
HC	:	100 [ppmVol]	HC
Lambda	:	1.036 [-]	Lambda
			: 1.017 [-]
RESULTADO DEL TEST : APROBADO CON FALTA TIPO 1			
Fecha y hora de inicio prueba		: 06/01/2021 18:42:20	
Fecha y hora de termine prueba		: 06/01/2021 18:57:58	
Examinador : VICTOR HUGO MUQUINCHE			
Firma			

G

		TEST OFICIAL GASES DE ESCAPE	
ANALIZADOR GASES		AGS-688	TACÓMETRO
Número de Serie	: 190708001376	Número de Serie	:
Número de Homologación	: M00292EST006AcNET2	Número de Homologación	:
Fecha vencimiento calibración	: 07/02/2021	Fecha vencimiento calibración	:
DATOS TALLER			
ELECTROMECHANICA MUQUINCHE			
AV. CARLOS RUBIRA INFANTE Y CUEVA CELI		0993714260	
AMBATO		hugomuquinche@hotmail.com	
DATOS DEL VEHICULO			
Placa	: TBE 6513	No. Chasis	: 8L4CB3177FC000189
Marca	: GREAT WALL	No. Tubos de Escape	: 1
Modelo	: WINGLE	2 Tiempos / 4 Tiempos	: 4
Año de Construcción	: 2015	Odómetro	:
Combustible	: GASOLINA		
LIMITES PRESCRITOS			
Temperatura Motor	: 80 [°C]	Régimen Motor en Aceleración	: 2400 - 2600 [1/min]
Régimen Motor al Mínimo	: 500 - 1200 [1/min]	O ₂	: 5.0 [%Vol]
		CO	: 1.0 [%Vol]
		HC	: 200 [ppmVol]
VALORES MEDIDOS			
PRUEBA AL MINIMO		PRUEBA EN ACELERACIONE	
Temp. Motor	: #80 [°C]	Temp. Motor	: #80 [°C]
RPM	: 650 [1/min] <i>800</i>	RPM	: 2530 [1/min]
CO	: 0.02 [%Vol]	CO	: 0.02 [%Vol]
CO ₂	: 14.6 [%Vol]	CO ₂	: 14.6 [%Vol]
O ₂	: 0.00 [%Vol]	O ₂	: 0.00 [%Vol]
HC	: 27 [ppmVol]	HC	: 15 [ppmVol]
Lambda	: 0.998 [-]	Lambda	: 0.999 [-]
RESULTADO DEL TEST : APROBADO SIN FALTAS			
Fecha y hora de inicio prueba		: 06/01/2021 18:01:55	
Fecha y hora de termine prueba		: 06/01/2021 18:06:08	
Examinador : VICTOR HUGO MUQUINCHE			
Firma			

H



TEST OFICIAL GASES DE ESCAPE

ANALIZADOR GASES	AGS-688	TACÓMETRO
Número de Serie : 190708001376		Número de Serie :
Número de Homologación : M00292EST006AcNET2		Número de Homologación :
Fecha vencimiento calibración : 07/02/2021		Fecha vencimiento calibración :

DATOS TALLER

ELECTROMECHANICA MUQUINCHE	
AV. CARLOS RUBIRA INFANTE Y CUEVA CELI AMBATO	0993714260 hugomuquinche@hotmail.com

DATOS DEL VEHICULO

Placa : TBE 6513	No. Chasis : 8L4CB3177FC000189
Marca : GREAT-WALL	No. Tubos de Escape : 1
Modelo : WINGLE 5	2 Tiempos / 4 Tiempos : 4
Año de Construcción : 2015	Odómetro :
Combustible : GASOLINA	

LIMITES PRESCRITOS

Temperatura Motor : 80 [°C]	Régimen Motor en Aceleración : 2400 - 2600 [1/min]
Régimen Motor al Mínimo : 500 - 1200 [1/min]	O ₂ : 5.0 [%Vol]
CO : 1.0 [%Vol]	HC : 200 [ppmVol]

VALORES MEDIDOS

PRUEBA AL MINIMO		PRUEBA EN ACELERACIONE	
Temp. Motor : #80 [°C]		Temp. Motor : #80 [°C]	
RPM : 820 [1/min]		RPM : 2580 [1/min]	
CO : 0.01 [%Vol]		CO : 0.02 [%Vol]	
CO ₂ : 14.5 [%Vol]		CO ₂ : 14.5 [%Vol]	
O ₂ : 0.00 [%Vol]		O ₂ : 0.01 [%Vol]	
HC : 65 [ppmVol]		HC : 57 [ppmVol]	
Lambda : 0.997 [-]		Lambda : 0.998 [-]	

RESULTADO DEL TEST : APROBADO SIN FALTAS

Fecha y hora de inicio prueba	: 31/12/2020 10:44:21
Fecha y hora de termine prueba	: 31/12/2020 10:49:36

Examinador : VICTOR HUGO MUQUINCHE

Firma